

ESTACIONES COMO NODOS Y LUGARES

EL POTENCIAL DEL TREN PARA EL DESARROLLO URBANO ORIENTADO AL TRANSPORTE EN SANTIAGO, CHILE¹

TRAIN STATIONS AS NODES AND PLACES: THE POTENTIAL OF TRAINS FOR
TRANSIT-ORIENTED URBAN DEVELOPMENT IN SANTIAGO, CHILE

GIOVANNI VECCHIO 2

1 Artículo financiado por CEDEUS - Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (ANID/FONDAP/15110020)

2 Doctor en Planificación Urbana, Diseño y Políticas
Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
Profesor asistente, Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales & Centro de Desarrollo Urbano Sustentable
<https://orcid.org/0000-0002-5920-1507>
giovanni.vecchio@uc.cl



En las últimas décadas, el tren ha jugado un rol poco relevante como elemento estructurante del desarrollo urbano en las ciudades de América Latina. Al igual que otros modos de transporte masivo, el ferrocarril puede ser objeto de estrategias que fomenten la integración del transporte público y del uso del suelo, para encauzar el desarrollo urbano hacia futuros más sustentables. Considerando que en Chile se están gradualmente reactivando servicios ferroviarios de cercanía alrededor de las principales ciudades, cabe preguntarse si el transporte ferroviario puede también aportar a formas de desarrollo urbano orientado al transporte en el contexto chileno. Así, este artículo explora precisamente el rol urbano de las estaciones y su potencial para opciones de desarrollo orientado al transporte. Enfocándose en el caso de Santiago, el trabajo analiza las estaciones a través del modelo node-place, que examina cada estación en base a su rol como nodo (es decir, a cuántos destinos permite alcanzar) y como lugar (considerando diversidad e intensidad de las actividades que se dan en sus inmediaciones). Los resultados muestran el limitado rol urbano que las estaciones ferroviarias cumplen en la capital chilena, evidenciando cierta homogeneidad respecto a los niveles de accesibilidad o a la atractividad de los entornos urbanos de cada estación. La aplicación del modelo nodo-lugar demuestra que el tren tiene un potencial no aprovechado para el desarrollo urbano de los entornos que atraviesa en Santiago y confirma el rol potencial de las estaciones como pequeñas polaridades a escala barrial y comunal.

Palabras clave: estaciones de ferrocarril, ferrocarriles, trenes, planificación urbana, transporte urbano

In Latin American cities, the train has played a less relevant role in recent decades as a structuring element of urban development. As with other means of mass transportation, railroads can be the object of strategies that foster the integration of public transport and land use, to guide urban development towards more sustainable futures. Considering that in Chile suburban rail services are gradually being reactivated around the main cities, it is worth asking whether rail transport can contribute to forms of transport-oriented urban development in the Chilean context as well. In this way, this article actually explores the urban role of train stations and their potential as options of transit-oriented development. Focusing on the case of Santiago, the article analyzes train stations by applying the node-place model, which examines each of them based on their role as a node (i.e., how many destinations they allow reaching) and as a place (considering the diversity and intensity of activities that take place in their vicinity). The results show the limited urban role that railway stations play in the context of Chilean capital, highlighting a certain homogeneity with respect to the levels of accessibility or the appeal of the urban environments of each station. The application of the node-place model shows that the train has an untapped potential for the urban development of the places it crosses throughout Santiago, and confirms the potential role of stations as small polarities at the neighborhood and municipal scale.

Keywords: railway stations, railways, trains, urban planning, urban transport

I. INTRODUCCIÓN

La integración del transporte público y del uso del suelo es clave para encauzar el desarrollo urbano hacia futuros más sustentables. Estrategias como el desarrollo urbano orientado al transporte (DOT) promueven la concentración de densidades elevadas en zonas altamente accesibles mediante el transporte público, para garantizar un uso más eficiente del suelo, permitiendo que las funciones que generan más viajes se concentren en la proximidad del transporte masivo y así se reduzca la dependencia del automóvil (Jamme, Rodríguez, Bahl, y Banerjee, 2019). A pesar de que Europa y Norte América tengan más experiencias en este sentido (Newman y Kenworthy, 1996), la planificación integrada de transporte y usos de suelo ha sido impulsada también en países de América Latina, por ejemplo, como estrategia para mejorar el acceso a oportunidades urbanas y reducir las desigualdades socio-espaciales existentes (Cervero, 2013; Vecchio, Tiznado-Aitken y Hurtubia, 2020). Si bien los marcos normativos y regulatorios vigentes no siempre facilitan esta integración (Suzuki, Cervero y Luchi, 2013), algunas ciudades (Curitiba y, con menos éxito, Bogotá) han promovido formas de desarrollo urbano orientado al transporte, concentrando densidades edificatorias y usos mixtos alrededor de nuevas infraestructuras de transporte público como corredores de buses rápidos (BRT) (Rabinovitch, 1996; Rodríguez, Vergel-Tovar y Gakenheimer, 2018).

En comparación con los BRT y a diferencia de lo ocurrido históricamente en ciudades como Londres y Ámsterdam (Haywood y Hebbert, 2008), en las últimas décadas el tren ha jugado un rol menos relevante como elemento estructurante del desarrollo urbano en América Latina. Sin embargo, potencialmente, el tren tiene un papel fundamental en este sentido, como demuestran el caso de Buenos Aires (Pucci, Vecchio, Bocchimuzzi y Lanza, 2019) y algunas propuestas de reactivación, como en San José (Pucci, Barboza y Vecchio, 2020). En Chile, los servicios ferroviarios se encuentran en una situación aparentemente más favorable que antaño y están viendo aumentar el número de pasajeros, sobre todo gracias al mantenimiento y a la gradual reactivación de servicios de cercanía alrededor de algunas grandes ciudades (Santiago, Concepción, Valparaíso y Temuco). La planeada reintroducción de servicios pasajeros de tipo suburbano, por ejemplo, en el área metropolitana de Santiago, y el potenciamiento de los servicios existentes impulsado a nivel nacional (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones [MTT], 2019) sugieren que la importancia del tren aumentará en los años por venir. No obstante, la posibilidad de planificar el impacto de las líneas ferroviarias en el territorio se ve afectada por los límites actuales de la planificación, caracterizada por planes sectoriales, no vinculantes entre diferentes escalas

y fragmentados por los límites administrativos (Katz *et al.*, 2019).

Considerando el rol del transporte ferroviario a nivel metropolitano y la falta de integración entre planificación urbana y de la movilidad, cabe preguntarse si el tren puede aportar a formas de desarrollo urbano orientado al transporte en el contexto chileno. El presente artículo explora el rol urbano de las estaciones ferroviarias en Santiago, analizando la relación que las estaciones activas establecen con el sistema de movilidad metropolitano y con su entorno urbano más inmediato. El trabajo evalúa las estaciones del servicio suburbano Metrotren Nos a través de una aplicación del modelo *node-place* (Bertolini, 1999), que examina cada estación en base a su rol como nodo (es decir, a cuántos destinos permite alcanzar) y como lugar (considerando diversidad e intensidad de las actividades que se dan en sus inmediaciones). El enfoque en las estaciones urbanas de Santiago, objeto de significativas inversiones en los últimos años, permite analizar la coordinación entre transporte y usos de suelo en un escenario con escasa planificación integrada a nivel comunal y metropolitano (Vicuña del Río, 2017). Se hipotetiza que las estaciones del servicio Metrotren Nos y algunas zonas alrededor del ferrocarril tienen un potencial de desarrollo aún no aprovechado. Después de discutir el rol territorial de las estaciones ferroviarias, se desarrolla una primera aplicación del modelo nodo-lugar en el contexto de Santiago, utilizando sus resultados para definir lineamientos de planificación urbana orientada al transporte y proveer así un enfoque válido también para otras líneas ferroviarias de Chile.

II. MARCO TEÓRICO

La estación en su territorio

Desde la perspectiva del desarrollo orientado al transporte (DOT), las estaciones aportan al sistema de movilidad de un territorio y hacen atractiva su zona de influencia, permitiendo aumentar el número de usuarios del transporte público y favoreciendo tanto el crecimiento de nuevas áreas como también la regeneración de sectores urbanos existentes (Cervero, Guerra y Al, 2017, cap. 7). La configuración del desarrollo urbano alrededor de una estación puede asumir distintas formas, dependiendo de los usos de suelo prevalentes, de su densidad y de su escala de influencia, lo que posibilita no solo regenerar grandes áreas centrales, sino también reordenar áreas suburbanas de baja densidad (Nigro, Bertolini y Moccia, 2019) o revitalizar ciudades intermedias y reducir desigualdades regionales (Vickerman, 2015). Sin embargo, en el contexto latinoamericano la promoción del DOT alrededor de estaciones ferroviarias ha sido limitada, restringiéndose a la reactivación de cortos tramos ferroviarios

como metrotranvías (en Mendoza y en Colombia, entre otras ciudades) (Dejtiar, 2017; Quintero González, 2017).

El doble rol de la estación en su territorio es bien capturado por el modelo *node-place*, que analiza el potencial de una estación y su entorno para diferentes formas de desarrollo urbano (Bertolini, 1999). La estación como nodo (*node*) ofrece cierto potencial para la interacción física humana, capturado por la accesibilidad del nodo, ya que mientras “más personas pueden alcanzarla, mayor es la interacción posible (Bertolini, 1999, p. 201). La estación como lugar (*place*) depende de la intensidad y la diversidad de las actividades que se realizan en ella y en sus alrededores, y representa la realización del potencial mencionado anteriormente, en base a la idea de que mientras “más actividades hay, mayor es la interacción que se está efectivamente dando” (Bertolini, 1999, p. 201).

A los componentes de nodo y lugar se atribuye un valor que permite dar un puntaje a cada estación y, a través de un diagrama (Figura 1), observar la situación de cada estación en relación con las otras pertenecientes a una misma línea o red. Entre los factores que se consideran para la función de nodo, se incluyen los servicios ferroviarios disponibles y el nivel de intermodalidad de una estación. Entre los elementos analizados para la función de lugar, se incluyen la población que vive en el entorno de la estación como también los servicios y los usos de suelo que se encuentran allí. Considerando el desempeño de cada estación como nodo y lugar, es posible evaluar su rol urbano a lo largo de una línea. Si la función de nodo y lugar resultan igualmente fuertes, hay una situación de equilibrio; pero, cuando ambos valores son muy altos, una estación se encuentra en situación de “stress”, mientras que al ser ambos muy bajos, la estación resulta “dependiente” de otras zonas. En caso de que un componente sea mucho más fuerte que el otro, una estación puede constituir un “nodo desequilibrado” o un “lugar desequilibrado”. La determinación del rol de una estación, entonces, no depende exclusivamente de sus características intrínsecas, sino que, al contrario, se basa en la comparación entre las estaciones que sirven un mismo territorio.

A pesar de haber sido elaborado e inicialmente aplicado en suelo holandés, el modelo nodo-lugar ha demostrado un amplio potencial para aplicaciones en diferentes entornos. Una amplia literatura sobre el tema (véase la revisión de Lyu, Bertolini y Pfeffer, 2016) ha utilizado el modelo para analizar cortas líneas y densas redes nacionales, contemplando un radio de influencia distinto alrededor de las estaciones en base a su rol y posición en contextos urbanos o en superficies de baja densidad (usualmente, 400 o 800 metros para zonas urbanas caminables y 1500 metros para estaciones accesibles en auto) (Pucci, 2019). Sucesivas aplicaciones del modelo han ido elaborando análisis más

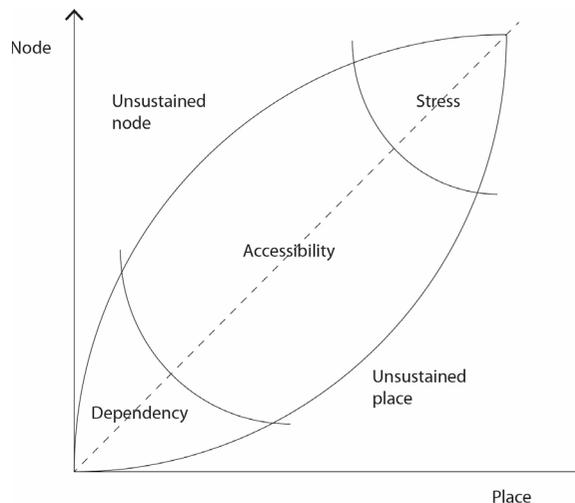


Figura 1. El modelo *node-place*. Fuente: Bertolini (1999, p. 202).

sofisticados que, en sectores con un fuerte uso del tren, han logrado estudiar también el diseño de las estaciones y las experiencias de los usuarios (Caset, Derudder, Witlox, Teixeira y Boussauw, 2019). La versatilidad del modelo nodo-lugar sugiere la posibilidad de aplicarlo en regiones en que el modelo no ha recibido aún aplicaciones prácticas, como en Chile, y en donde los resultados podrían fortalecer el rol aún incipiente que el tren juega en la movilidad a escala metropolitana.

III. ESTUDIO DE CASO

El análisis expuesto se enfoca en las estaciones ferroviarias del Ferrocarril Longitudinal Sur en el Gran Santiago, que incluye 10 estaciones distribuidas en un tramo de 20 kilómetros (Figura 2). El tramo en cuestión es utilizado por tres servicios: un servicio suburbano, el Metrotren Nos, que cubre el tramo entre Alameda (Estación Central) y Nos (San Bernardo) y corresponde al segmento de línea analizado; un servicio regional, el Metrotren Rancagua, que sirve a la ciudad de Rancagua y a las zonas periurbanas que la separan de Santiago; y un servicio de mediana distancia, TerraSur, que une Santiago a Chillán. El estudio se aboca a las estaciones urbanas de Santiago debido a la disponibilidad de datos, a los diferentes servicios presentes y al elevado número de pasajeros del Metrotren Nos, que mueve el 88% de usuarios de la línea (EFE, 2019). Las estaciones se ubican en cuatro comunas (Estación Central, Pedro Aguirre Cerda, Lo Espejo, San Bernardo) que, excluyendo San Bernardo, registran un bajo Índice de Calidad de Vida Urbana (Observatorio de Ciudades, 2019).

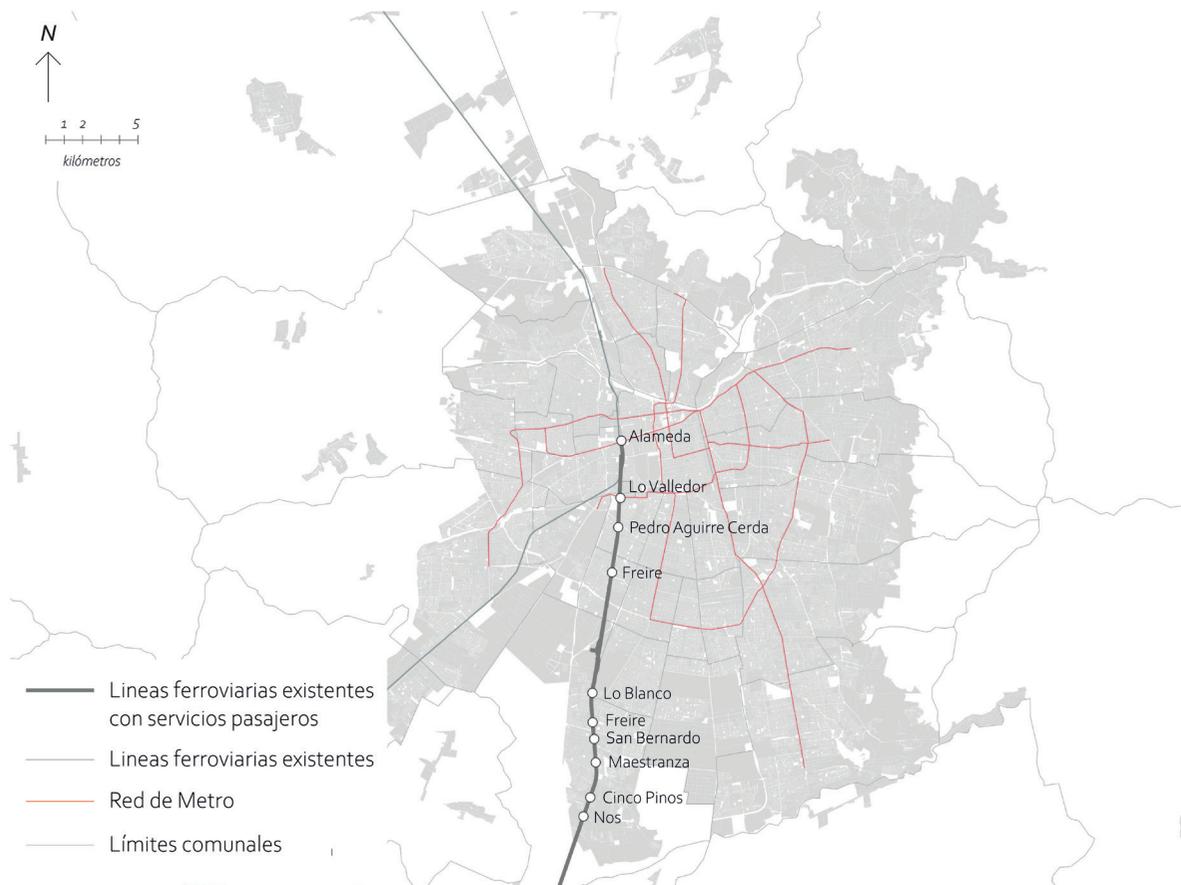


Figura 2. Estaciones analizadas en Santiago. Fuente: Elaboración del autor.

IV. METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta que las estaciones revisadas se encuentran en un contexto urbano, los indicadores analizados para las funciones de nodo y lugar consideran un *buffer* de 800 metros, que corresponde a una distancia caminable de 10 minutos para estaciones urbanas (Currie, 2010). Basándose en los indicadores utilizados en otras aplicaciones del modelo nodo-lugar y en los datos disponibles, el estudio contempla cinco indicadores para la función de nodo y siete para la función de lugar (Tabla 1). Estos se refieren a la oferta de movilidad disponible en el entorno de las estaciones (usando datos públicos disponibles a través de EFE y Directorio de Transporte Público Metropolitano), así como a los habitantes y usos de suelo que se encuentran en su alrededor (con información proveniente del Censo 2017 y del Servicio de Impuestos Internos). Los datos disponibles no permiten considerar otros elementos significativos, como la intermodalidad con el automóvil, ni caracterizar con detalle los potenciales

usuarios del tren, observando el número de empleados en sectores laborales relevantes.

Para cada indicador, y mediante la aplicación de un software GIS, se cuentan cuántos elementos se encuentran en cada estación y en su área de influencia (extensión de ciclovías, número de habitantes por manzana, metros cuadrados de comercio, etc.), tomando en consideración los elementos que se encuentran dentro del *buffer*. Por ejemplo, para analizar el transporte público se consideran los paraderos incluidos en el *buffer* y se cuantifica el número y la frecuencia de las líneas en tránsito. El valor del indicador corresponde a la suma de los elementos encontrados dentro del área de influencia. Para cada indicador, se realiza una normalización de los resultados, ajustándolos al rango 0-1. Finalmente, se promedian los indicadores normalizados, lo que permite calcular el rol de cada estación como nodo y como lugar. La normalización de los puntajes hace posible evaluar el desempeño de cada estación en comparación con otras de la misma línea.

Dimensión	Indicadores para cada estación	Fuente del dato	Referencias
Nodo	Destinos servidos por el tren	EFE, 2020 (página web de la empresa de ferrocarriles)	Bertolini (1999), Lyu et al. (2016), Reusser et al. (2008), Pucci (2019), Vale (2015)
	Oferta de transporte ferroviario (número de tránsitos diarios)		Bertolini (1999), Caset et al. (2019), Lyu et al. (2016), Reusser et al. (2008), Pucci (2019), Vale (2015)
	Líneas de transporte público que transitan por la estación	DTPM, 2020 (Especificación general de feeds de transporte público – GTFS)	Bertolini (1999), Caset et al. (2019), Reusser et al. (2008), Pucci (2019), Vale (2015)
	Oferta de transporte público (número de tránsitos diarios)		Bertolini (1999), Caset et al. (2019), Lyu et al. (2016), Reusser et al. (2008), Vale (2015)
	Ciclovías (metros)	OCUC, 2019 (.shp Red de ciclovías)	Reusser et al. (2008)
Lugar	Habitantes	INE, 2017 (Censo, microdatos a nivel de manzana)	Lyu et al. (2016)
	Población activa (15-64 años)		Bertolini (1999), Reusser et al. (2008), Pucci (2019), Vale (2015)
	Superficie residencial (metros cuadrados)	SII, 2017 (superficie de uso)	Pucci (2019)
	Superficie comercial (metros cuadrados)		Pucci (2019)
	Superficie industrial (metros cuadrados)		Pucci (2019)
	Establecimientos educacionales	Ministerio de Bienes Nacionales, 2020 (.shp Establecimientos de Salud)	
	Servicios de salud	Ministerio de Bienes Nacionales, 2020 (.shp Establecimientos de Educación Escolar)	

Tabla 1. Indicadores utilizados para el análisis. Fuente: Elaboración del autor.

V. RESULTADOS

Las estaciones como nodo

Las estaciones analizadas cumplen de manera diferente su rol de nodo a lo largo de la línea ferroviaria. Las estaciones de Alameda y San Bernardo destacan por la presencia adicional de servicios ferroviarios de medianas y largas distancias. No obstante, el elemento que determina la mayor diferenciación entre

estaciones es la presencia de transporte público. Alameda, con una línea de metro y más de 40 recorridos de buses, emerge claramente como el principal nodo de la línea. Debido a las múltiples combinaciones que ofrece con el transporte público y con la línea 1 del Metro, por la estación terminal transita además el mayor número de pasajeros de la línea. Dadas las grandes diferencias con las otras estaciones de la línea, se decide no considerar la estación Alameda en el modelo nodo-lugar, a fin de apreciar de manera más clara las características de las otras estaciones.



Figura 3. Densidad poblacional en el entorno de las estaciones examinadas. Fuente: Elaboración del autor en base a datos de INE (2018).

Un segundo grupo de estaciones, servidas por una decena de líneas, se ubica en una posición intermedia; sin embargo, es posible imaginar que el rol de intercambio que desempeñan es bastante limitado: por ejemplo, la estación Lo Valledor permite el intercambio con la línea 6 del metro en la homónima estación, pero es utilizada por el solo servicio Metrotren Nos. Un tercer grupo de estaciones es servido por un número menor de recorridos, probablemente a causa de su localización periférica. Respecto a la presencia de ciclovías, hay que señalar que estas se encuentran algunos tramos limitados en el entorno de algunas estaciones (de Alameda a Lo Blanco) y que no se observan en la comuna de San Bernardo. En conclusión, excluyendo Alameda, San Bernardo emerge como el principal nodo de la línea, gracias a los servicios ferroviarios que paran en la estación y a los múltiples recorridos del transporte público que transitan en los alrededores. Al contrario, las estaciones ubicadas en contextos urbanos menos consolidados resultan más débiles en este sentido.

Las estaciones como lugar

En Santiago, los sectores urbanos por los cuales transita el tren se caracterizan por cierto nivel de similitud entre ellos (Figura 3). Se trata principalmente de áreas de densidad medio-baja en comparación con otras zonas de la ciudad que se caracterizan, asimismo, por una vocación residencial y, en medida menor, comercial. También en este caso la zona de Estación Central representa una excepción gracias a la

presencia de universidades y espacios culturales en sus alrededores. Considerando las otras estaciones de la línea, la mayoría de los lugares analizados se encuentra en entornos prevalentemente residenciales, con cierta presencia de actividades comerciales, establecimientos educacionales e, incluso, servicios de salud, cuando se trata de núcleos urbanos más antiguos (como en las estaciones de San Bernardo y, en menor grado, Freire). Lo Valledor despunta aquí como la estación con mayor presencia de industrias en su entorno. A su vez, las zonas residenciales se diferencian por la densidad poblacional, más alta en Pedro Aguirre Cerda y Lo Espejo. Ahora bien, el equilibrio entre número de habitantes y superficies destinadas a diferentes actividades hace que ninguna estación se destaque por su fuerte vocación en la dimensión de lugar. Contrariamente, las estaciones periféricas de Nos y Cinco Pinos resultan las más débiles también en esta dimensión.

Clasificación de las estaciones

En base a los resultados obtenidos (Tabla 2), es posible clasificar las estaciones contemplando su rol como nodo y como lugar (Figura 4). Se trata de una evaluación que compara las estaciones entre ellas, considerando el rol relativo de cada una. Como se mencionó, el análisis no incluyó a la estación Alameda, pues surgió como un nodo extremadamente fuerte en relación con los otros contextos examinados.

Dimensión	Indicadores para cada estación	Estaciones									
		Alameda	Lo Valedor	P. Aguirre Cerda	Lo Espejo	Lo Blanco	Freire	San Bernardo	Maestranza	Cinco Pinos	Nos
Nodo	Destinos servidos por el tren	3	2	2	2	2	2	4	2	2	2
	Transporte ferroviario - tránsitos diarios	96	76	76	76	76	76	92	76	76	76
	Líneas de transporte público que transitan por la estación	39	14	12	12	9	13	12	8	4	4
	Transporte público - tránsitos diarios	7.944	1.313	1.067	1.042	1.185	1.734	1.671	1.130	620	620
	Ciclo vías (metros)	2.307	745	1.220	1.687	648	0	0	0	0	0
	Puntaje normalizado (con Alameda)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Puntaje normalizado (sin Alameda)	-	0,41	0,38	0,44	0,28	0,38	0,75	0,17	0	0
Lugar	Habitantes	21.307	11.218	38.041	37.124	22.896	24.719	23.584	20.739	26.560	15.593
	Población activa (15-64 años)	16.272	7.260	25.542	25.367	15.526	15.702	15.021	13.767	18.621	10.575
	Superficie residencial (metros cuadrados)	829.204	560.075	1.693.293	1.855.317	979.287	2.018.434	2.232.738	1.649.866	784.458	443.757
	Superficie comercial (metros cuadrados)	807.215	294.087	91.143	52.393	96.306	306.981	466.071	100.119	12.624	44.786
	Superficie industrial (metros cuadrados)	261.147	266.820	37.133	9.090	24.127	42.762	59.057	117.324	40.332	23.474
	Establecimientos educacionales	7	2	8	11	8	21	27	20	5	3
	Servicios de salud	1	0	3	0	2	4	3	0	0	0
	Puntaje normalizado (con Alameda)	0,66	0,33	0,63	0,61	0,32	0,52	0,58	0,43	0,35	0,14
	Puntaje normalizado (sin Alameda)	-	0,24	0,57	0,44	0,3	0,62	0,68	0,38	0,18	0,06

Tabla 2. Resultados por cada indicador y puntajes de cada estación. Fuente: Elaboración del autor.

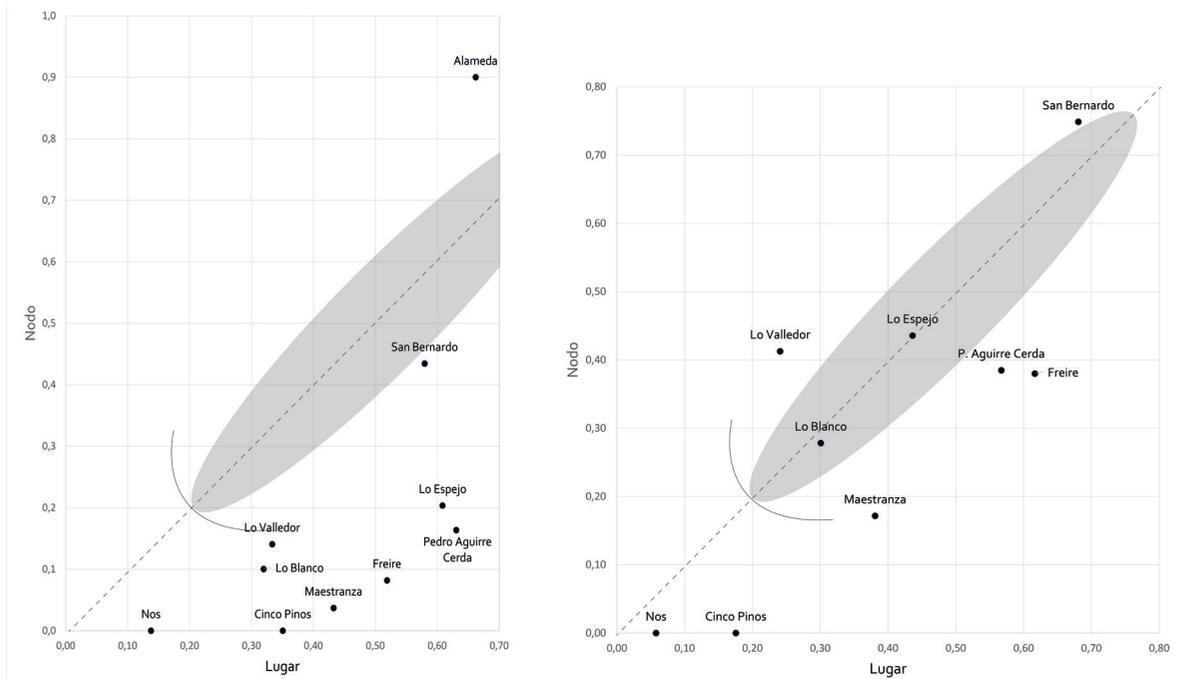


Figura 4. Resultados del modelo nodo-lugar (izquierda: con Alameda; derecha: sin Alameda). Se evidencian las estaciones en condición de equilibrio. Fuente: Elaboración del autor.

En el marco de la metodología empleada, fue posible reconocer las siguientes tipologías de estaciones a lo largo de la línea:

Estaciones equilibradas. Se trata de contextos en que el rol de nodo y lugar resulta balanceado. Es el caso de Lo Espejo y Lo Blanco, en que ambas funciones resultan equilibradas, aunque con una intensidad relativamente baja.

Estaciones dependientes. Se trata de contextos débiles como nodos y como lugares, que se caracterizan por la relativa escasez de alternativas de movilidad disponibles y por una menor intensidad de uso del suelo. En la línea examinada, corresponden a Nos y Cinco Pinos, que comparten la ubicación periférica en los márgenes del área urbana de Santiago.

Lugares desbalanceados. Son estaciones cuyo rol como lugar resulta más fuerte que su función como nodo. Se encuentran en contextos con densidades habitacionales relativamente elevadas y con amplias superficies destinadas a comercio o industria. En comparación con otras estaciones, desempeñan un rol menos fuerte como nodo, debido a la frecuencia de los servicios ferroviarios y de las líneas de transporte público que transitan por ellas. En la línea examinada, el desbalance es más fuerte en Maestranza, mientras que Pedro Aguirre Cerda y Freire tienen un rol más fuerte como nodos y están cerca de una condición de equilibrio.

Nodos desbalanceados. Corresponden a estaciones cuyo rol como nodo es más fuerte que su rol como lugar. Es el caso de dos estaciones: Lo Valledor, única estación de intercambio con el Metro, y San Bernardo que, por su importancia en la línea, resulta tener altos niveles de accesibilidad y se ubica en un contexto denso, aunque prevalentemente residencial y comercial.

El análisis no evidencia estaciones pertenecientes a otra tipología individuada por Bertolini (1999), es decir, las *estaciones presionadas* (con un alto desempeño como nodo y como lugar, que determina un número de potenciales usuarios que excede la actual capacidad de la estación); a comparación con las estaciones analizadas, esta podría ser la condición de Alameda.

VI. DISCUSIONES

La estación como objeto de políticas urbanas

La aplicación del modelo nodo-lugar permite observar el limitado rol urbano que las estaciones ferroviarias cumplen en el contexto de Santiago. Tratándose de una línea de extensión restringida que atraviesa contextos parecidos entre ellos por densidades y funciones urbanas, el análisis no evidencia grandes disparidades respecto a los niveles de accesibilidad o a la atraktividad de los

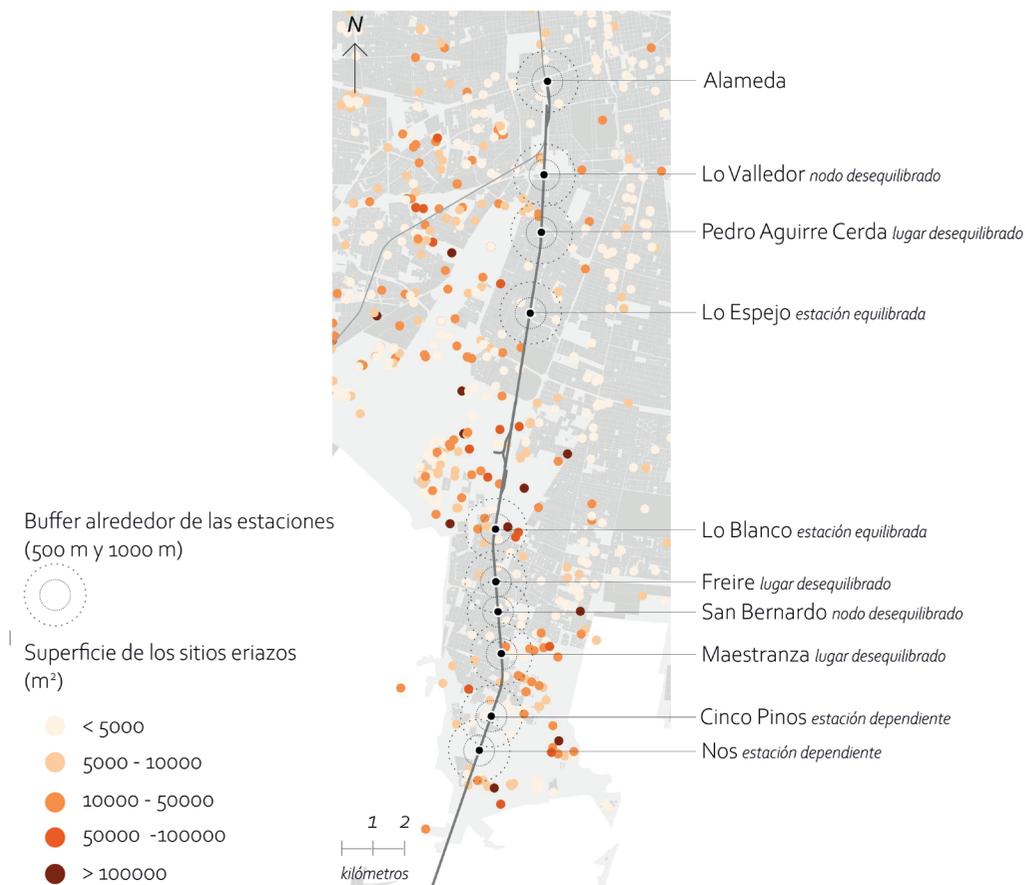


Figura 5. Sitios eriazos alrededor de las estaciones estudiadas. Fuente: Elaboración del autor.

entornos urbanos. A pesar de ofrecer un servicio parecido (por frecuencias) al de la red de Metro, alrededor de las estaciones ferroviarias no parecen haberse registrado procesos de densificación o valorización del suelo como los generados por dicha red (López-Morales, Sanhueza, Espinoza y Órdenes, 2019). Se advierte así un potencial de desarrollo urbano alrededor de las estaciones y, para aprovecharlo (promoviendo formas de DOT), la aplicación del modelo nodo-lugar puede contribuir a definir lineamientos de intervención referidos a cada tipología de estación y a la planificación, en términos amplios.

Respecto a las estaciones, en general, es posible proponer un fortalecimiento de su rol como nodo y como lugar a lo largo de toda la línea, considerando los puntajes relativamente bajos que caracterizan también las estaciones equilibradas (exceptuando San Bernardo). Las estaciones dependientes pueden ser priorizadas, desde esta perspectiva, promoviendo nuevos desarrollos equilibrados –sean residenciales o no– que se beneficien de la accesibilidad ofrecida por el tren, concentrando en su entorno usos del suelo que puedan generar o atraer

una elevada demanda de movilidad y que puedan integrarse funcionalmente con el ferrocarril (Vale, 2015). En cuanto a las estaciones identificadas como lugares desbalanceados (por ejemplo, Maestranza), resulta necesario fortalecer su valor como nodo a través de un enfoque multimodal (Nigro *et al.*, 2019), esto es, aumentar las posibilidades de intercambio a través de mayores y más frecuentes recorridos del transporte público, y facilitando la intermodalidad a escala local mediante la creación de ciclovías al servicio de las estaciones. Siguiendo esta lógica, promover la densificación puede generar mayores beneficios en los nodos desbalanceados (Lo Valledor, San Bernardo), gracias a la buena dotación de transporte público ya existente (Lyu *et al.*, 2016). Adicionalmente, es posible desarrollar propuestas para estaciones específicas que tengan efectos positivos también para otras. Por ejemplo, establecer la detención de todos los servicios ferroviarios en la estación Lo Valledor podría fortalecer su vocación como nodo de intercambio y también reducir la presión sobre la estación Alameda, hasta ahora único lugar de intercambio con el Metro para quienes lleguen desde fuera de Santiago.

El modelo nodo-lugar motiva también consideraciones más amplias sobre la planificación de escala urbana y metropolitana. Considerando los niveles de accesibilidad que garantiza el servicio ferroviario y su integración con la red de transporte público (incluyendo dos líneas de metro dirigidas al sector oriente de la ciudad), es posible promover formas de densificación equilibrada (Vicuña del Río, 2020) en los entornos de las estaciones. Alrededor de la línea ferroviaria se encuentran zonas que podrían aumentar su densidad, así como sitios eriazos que podrían ser objeto de nuevos desarrollos (Figura 5). En esta línea, se puede proponer, igualmente, la realización de nuevas estaciones en localidades donde se proyecte una elevada presencia de habitantes y/o futuras actividades atractivas. Si bien los límites de la planificación metropolitana y la falta de coordinación entre usos de suelo y transporte hacen difícil la implementación de una estrategia integrada en el actual contexto de la planificación en Santiago (Vicuña del Río, 2017), sería preciso elaborar planes intercomunales que coordinen los nuevos desarrollos alrededor de las estaciones (Katz *et al.*, 2019). Asimismo, sería relevante introducir mecanismos para la captura de las plusvalías generadas, para financiar el transporte público (Mathur, 2019) u otros proyectos de regeneración urbana (Ruiz-Tagle, Labbé, Rocco, Schuster y Muñoz, 2019).

Finalmente, los resultados del análisis sugieren considerar el diseño y la gestión de las estaciones, pensándolas no solo como lugares de tránsito sino como destinos relevantes en sí. Por ello, la calidad de los espacios de las estaciones es igual de importante para fomentar el uso del tren (Pucci, 2019). Además, como demuestra el programa francés para la realización de “estaciones abiertas” (SNCF, 2018), los espacios de las estaciones pueden ser (re)utilizados para *coworking*, para dar lugar a asociaciones, para actividades comerciales y servicios básicos. Esto permite potenciar las estaciones como pequeñas polaridades a escala barrial y comunal, a fin de mejorar el escaso acceso a servicios básicos que hoy tienen algunas zonas periféricas de Santiago y de aportar al incremento de oportunidades disponibles a escala local.

VII. CONCLUSIONES

La aplicación del modelo nodo-lugar a las estaciones ferroviarias de Santiago demuestra que el tren tiene un potencial no aprovechado para el desarrollo urbano de los contextos que atraviesa. La distribución de los habitantes, los usos del suelo y la organización del sistema de movilidad urbana evidencian que el entorno de las estaciones podría albergar formas de desarrollo urbano orientado al transporte, considerando que pocas estaciones muestran una situación de equilibrio y su rol, ya sea como nodo o como lugar, revela márgenes de mejora. Los resultados exponen, de igual forma, las consecuencias de la falta de integración entre planificación de usos de suelo y de transporte, a nivel metropolitano y municipal (Vicuña del Río, 2017). Las estaciones no han sido objeto de una estrategia de planificación coordinada que, a lo largo de la línea, reconociera

el potencial de las áreas alrededor del tren y atribuyera claramente un rol a cada estación, haciendo atractivo su entorno y mejorando su conectividad (Cervero *et al.*, 2017). Así lo demuestra la estación de Lo Valledor que, a pesar de su fuerte rol como nodo, no es servida por todos los trenes en tránsito, o bien, la de Nos y Cinco Pinos, cuya posición marginal pesa más que su elevada accesibilidad y acaba determinándolas como estaciones dependientes, e incluso, las de Maestranza, Freire y Pedro Aguirre Cerda, nodos débiles a pesar del atractivo de sus entornos. Frente a este panorama, una mayor coordinación a nivel metropolitano entre autoridades del transporte público y entidades regionales encargadas de la planificación podría facilitar el fortalecimiento de la línea y de sus estaciones urbanas, a través de mejores conexiones con su posible zona de influencia (Katz *et al.*, 2019). Sin embargo, también la planificación comunal muestra limitaciones significativas, ya que no se encuentran mayores densidades alrededor de las estaciones (a diferencia de lo que se observa a lo largo de las líneas del Metro de Santiago) y, además, al interior de una misma comuna las estaciones terminan desempeñando un rol diferente pese a encontrarse en entornos con características parecidas. Se confirman, en suma, las limitaciones, observadas en otros contextos latinoamericanos, relativas a los marcos normativos y regulatorios para la planificación integrada de transporte y usos de suelo (Suzuki *et al.*, 2013).

La distribución de los habitantes, los usos del suelo y la organización del sistema de movilidad urbana evidencian que el entorno de las estaciones podría ser objeto de iniciativas que fomenten el desarrollo orientado al transporte: los resultados del análisis demuestran que aún hay espacio para maximizar los beneficios de la elevada accesibilidad garantizada por el tren, sea a través de formas de densificación equilibrada (Vicuña del Río, 2020) o de la promoción de nuevas centralidades locales. Estas iniciativas requieren cambios profundos en la planificación urbana y de la movilidad en Santiago, como demuestra el caso -opuesto por resultados, pero similar por falta de planificación- del intenso desarrollo inmobiliario alrededor de las estaciones del Metro de Santiago (López-Morales *et al.*, 2019). En este sentido, la aplicación del modelo nodo-lugar permite una primera lectura del rol que las estaciones desempeñan y podrían desempeñar en el territorio. El modelo aquí aplicado a las estaciones urbanas de Santiago podría ser una herramienta analítica relevante para otras líneas ferroviarias del país y en otros contextos latinoamericanos que vayan reactivando sus ferrocarriles, sobre todo en el caso de nuevos servicios que, desde su entrada en función, podrían contribuir a orientar el desarrollo de los territorios por los que transitan.

VIII. AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), ANID/FONDAP/15110020, y al Núcleo de Investigación en Gobernanza y Ordenamiento Territorial (NUGOT).

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bertolini, L. (1999). Spatial development patterns and public transport: the application of an analytical model in the Netherlands. *Planning Practice and Research*, 14(2), 199-210. DOI:10.1080/02697459915724
- Caset, F., Derudder, B., Witlox, F., Teixeira, F. M. Y Boussauw, K. (2019). Planning for nodes, places, and people in Flanders and Brussels. *Journal of Transport and Land Use*, 12(1), 811-837. DOI: <https://doi.org/10.5198/jtlu.2019.1483>
- Cervero, R. (2013). Linking urban transport and land use in developing countries. *Journal of transport and land use*, 6(1), 7-24. DOI: <https://doi.org/10.5198/jtlu.v6i1.425>
- Cervero, R., Guerra, E. Y Al, S. (2017). *Beyond mobility: Planning cities for people and places*. New York: Island Press.
- Currie, G. (2010). Quantifying spatial gaps in public transport supply based on social needs. *Journal of Transport Geography*, 18(1), 31-41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2008.12.002>
- Dejtjar, F. (2017). Estación Mendoza: la sustentabilidad como guía para la generación de espacio público. *Plataforma Arquitectura*, 15 de mayo. Recuperado de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/871116/estacion-mendoza-la-sustentabilidad-como-guia-para-la-generacion-de-espacio-publico>
- EFE (2019). *Memoria anual Tren Central 2019*. Recuperado de <https://www.efec.cl/wp-content/uploads/2020/06/Memoria-Anual-Tren-Central-2019.pdf>
- Haywood, R. Y Hebbert, M. (2008). Integrating rail and land use development. *Planning Practice & Research*, 23(3), 281-284. DOI: <https://doi.org/10.1080/02697450802421397>
- Jamme, H. T., Rodríguez, J., Bahl, D. Y Banerjee, T. (2019). A Twenty-Five-Year Biography of the TOD Concept: From Design to Policy, Planning, and Implementation. *Journal of Planning Education and Research*, 39(4), 409-428. DOI: <https://doi.org/10.1177/0739456X19882073>
- Katz, C., Arrasate, M. I., Moreno, O., Quintanilla, J., Ortúzar, J. D. D. Y Bettancourt, P. (2019). Hacia una política de diseño integrado de infraestructura multipropósito: marco referencial de diseño para corredores de transporte ferroviario. En Irarrázaval, I., Piña, E., Jeldes, M. I. y Letelier, M. (Eds.), *Propuestas para Chile* (pp. 163-198), Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- López-Morales, E., Sanhueza, C., Espinoza, S. Y Órdenes, F. (2019). Verticalización inmobiliaria y valorización de renta de suelo por infraestructura pública: un análisis econométrico del Gran Santiago, 2008-2011. *EURE (Santiago)*, 45(136), 113-134.
- Lyu, G., Bertolini, L. Y Pfeffer, K. (2016). Developing a TOD typology for Beijing metro station areas. *Journal of Transport Geography*, 55, 40-50. DOI: [10.1016/j.jtrangeo.2016.07.002](https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.07.002)
- Mathur, S. (2019). An evaluative framework for examining the use of land value capture to fund public transportation projects. *Land use policy*, 86, 357-364. DOI: [10.1016/j.landusepol.2019.05.021](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.05.021)
- MTT – Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (2019). *Presidente Piñera anunció plan Chile sobre Rieles que considera una inversión que supera los 5 mil millones de dólares al 2027*. Recuperado de <https://www.mtt.gob.cl/archivos/22324>
- Newman, P. W. Y Kenworthy, J. R. (1996). The land use—transport connection: An overview. *Land use policy*, 13(1), 1-22.
- Nigro, A., Bertolini, L. Y Moccia, F. D. (2019). Land use and public transport integration in small cities and towns: Assessment methodology and application. *Journal of Transport Geography*, 74, 110-124.
- Observatorio de Ciudades (2019). Índice de Calidad de Vida Urbana 2019. Santiago, Chile: Cámara Chilena de la Construcción, Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales UC, Observatorio de Ciudades UC. Recuperado de <http://icvu.observatoriodeciudades.com/>
- Pucci, P. (2019). Stations: Nodes and places of everyday life. En Pucci, P. y Vecchio, G., *Enabling Mobilities* (pp. 59-79). Cham: Springer.
- Pucci, P., Barboza, G. Y Vecchio, G. (2020). Recovering existing mobility assets in San José (Costa Rica). *Territorio*, 92, 121-131. DOI: [10.3280/TR2020-092014](https://doi.org/10.3280/TR2020-092014)
- Pucci, P., Vecchio, G., Bocchimuzzi, L. Y Lanza, G. (2019). Inequalities in job-related accessibility: Testing an evaluative approach and its policy relevance in Buenos Aires. *Applied Geography*, 107, 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.04.002>
- Quintero González, J. R. (2017). Beneficios ambientales, sociales y económicos del tranvía y el tren ligero: valoración de las políticas públicas en Colombia. *Revista Transporte y Territorio*, (17), 203-228. DOI: <https://doi.org/10.34096/rtt.i17.3873>
- Rabinovitch, J. (1996). Innovative land use and public transport policy: The case of Curitiba, Brazil. *Land Use Policy*, 13(1), 51-67. DOI: [https://doi.org/10.1016/0264-8377\(95\)00023-2](https://doi.org/10.1016/0264-8377(95)00023-2)
- Rodríguez, D. A., Vergel-Tovar, C. E. Y Gakenheimer, R. (2018). Desarrollo urbano orientado hacia buses rápidos: lecciones y perspectivas de planificación con base en tres ciudades colombianas. *Transporte y Desarrollo en América Latina*, 1(1), 75-91.
- Ruiz-Tagle, J., Labbé, G., Rocco, V., Schuster, J. P. Y Muñoz, J. C. (2019). Recuperación de plusvalías para financiar la inserción de viviendas sociales en barrios consolidados. En Irarrázaval, I., Piña, E., Jeldes, M. I. y Letelier, M. (Eds.), *Propuestas para Chile* (pp. 115-162). Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- SNCF (2018). *1001 gares. Des solutions pour les territoires*. Recuperado de https://www.sncf.com/sites/default/files/press_release/DP-1001-gares.pdf
- Suzuki, H., Cervero, R. Y Iuchi, K. (2013). *Transformando las ciudades con el transporte público: integración del transporte público y el uso del suelo para un desarrollo urbano sostenible*. Washington, DC: World Bank.
- Vale, D. S. (2015). Transit-oriented development, integration of land use and transport, and pedestrian accessibility: Combining node-place model with pedestrian shed ratio to evaluate and classify station areas in Lisbon. *Journal of Transport Geography*, 45, 70-80.
- Vecchio, G., Tiznado-Aitken, I. Y Hurtubia, R. (2020). Transport and equity in Latin America: a critical review of socially oriented accessibility assessments. *Transport Reviews*, 40(3), 354-381.
- Vickerman, R. (2015). High-speed rail and regional development: the case of intermediate stations. *Journal of Transport Geography*, 42, 157-165. DOI: [10.1016/j.jtrangeo.2014.06.008](https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.06.008)
- Vicuña Del Río, M. (2017). Planificación metropolitana de Santiago: cambios de estilo frente a las recientes transformaciones urbanas. *Revista Iberoamericana de Urbanismo*, (13), 47-64.
- Vicuña Del Río, M. (2020). Densidad y sus efectos en la transformación espacial de la ciudad contemporánea: cinco tipologías para interpretar la densificación residencial intensiva en el área metropolitana de Santiago. *Revista 180*, 45, 112-126. DOI: [http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-45.\(2020\).art-659](http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-45.(2020).art-659)