

ACCESIBILIDAD Y EQUIDAD: HERRAMIENTAS PARA AMPLIAR LA EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS DE TRANSPORTE

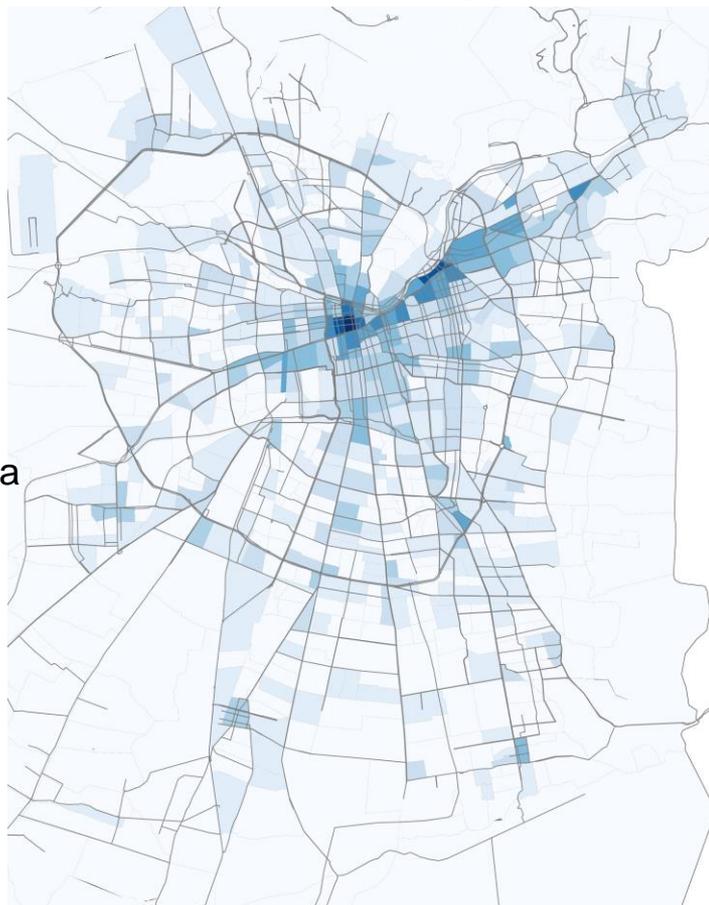
Markus Niehaus, Patricia Galilea, Ricardo Hurtubia



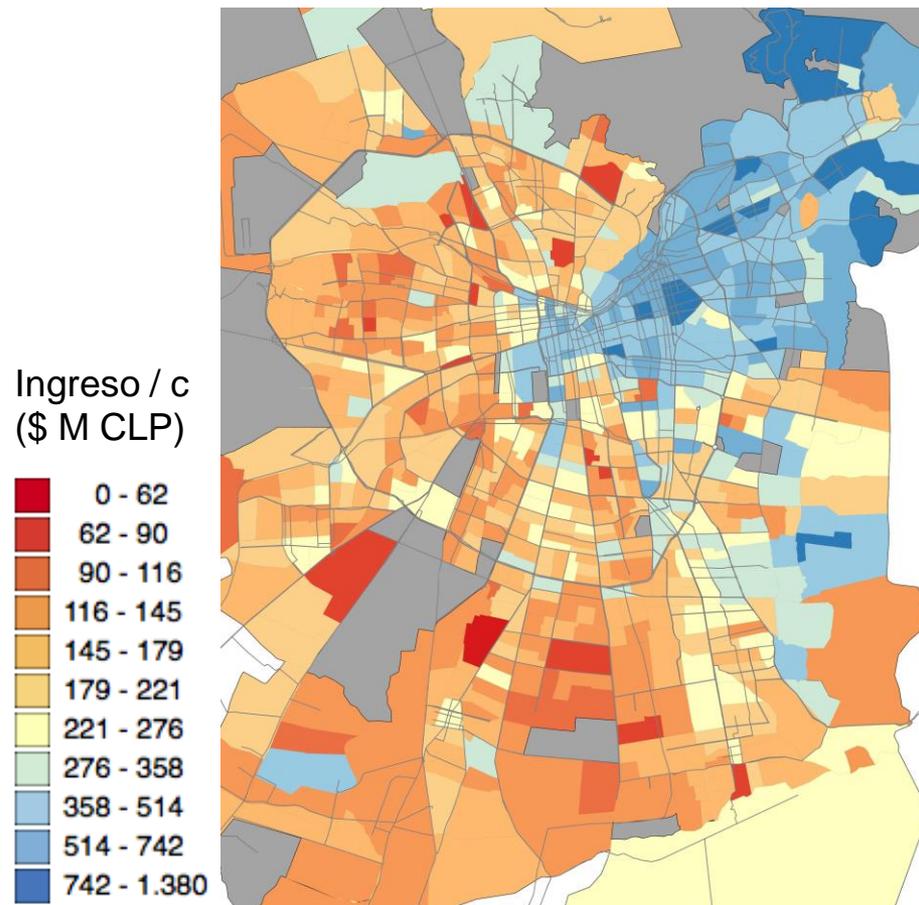
MOTIVACIÓN

¿Por qué la equidad?

Distribución del empleo



Distribución del ingreso



(propio en base a SECTRA, 2015)

Desafíos en la evaluación social de proyectos

(suponiendo costos/beneficios bien estimados)

- Análisis costo-beneficio (CBA)



Miremos una cifra



----- \$ 0 VAN S



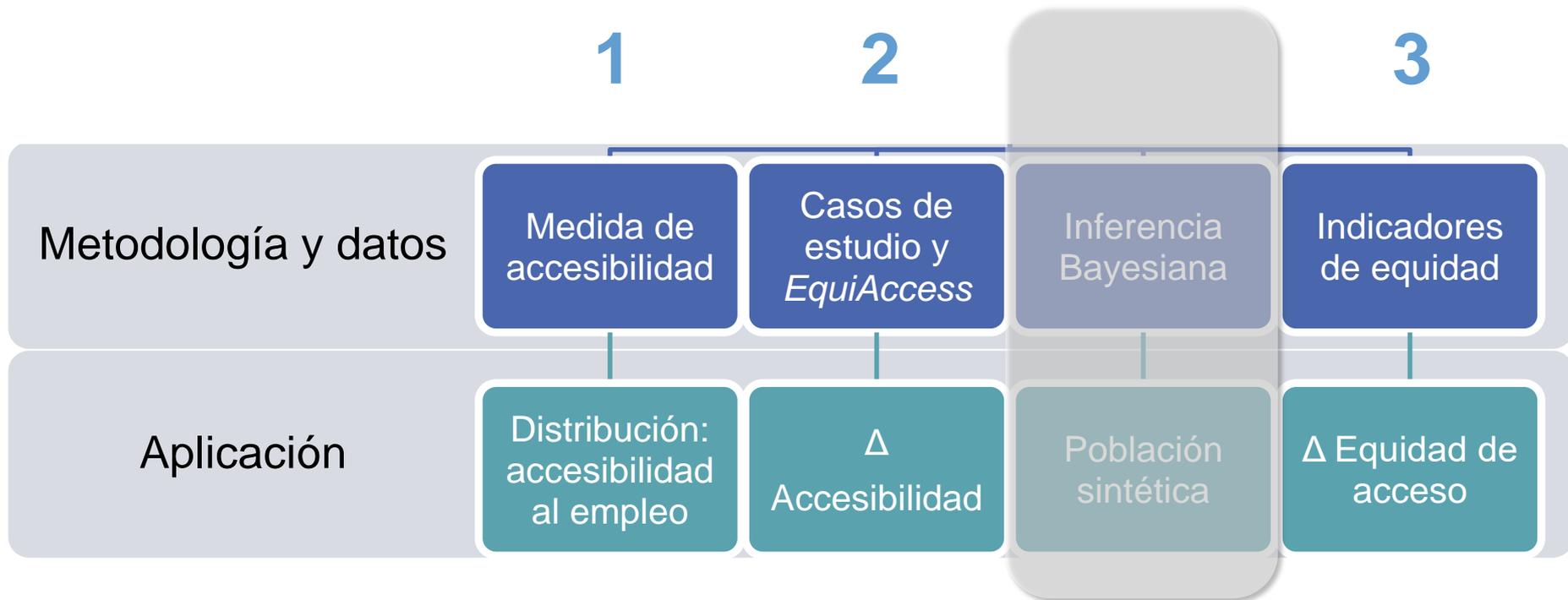
Más allá del neto, ¿cómo se distribuyen los impactos? ¿qué pasa con la accesibilidad? ¿cómo puede una mirada de equidad mejorar las decisiones?

(Mackie et al. 2014;
Van Wee & Geurs 2011)

Objetivos:

1. Desarrollar metodologías de medición de accesibilidad para análisis territorial de la ciudad y de proyectos
2. Proponer indicadores de equidad de acceso que permitan complementar la evaluación social de proyectos

Cuatro temas

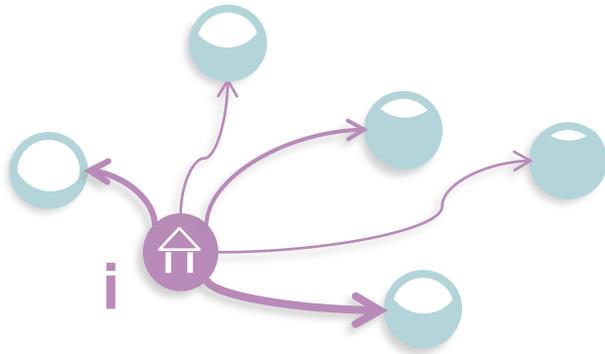


1. MIDIENDO ACCESIBILIDAD

Concepto de accesibilidad

- “El potencial de oportunidades de interacción”

(Hansen, 1959)



- Componente urbana y de transporte
- Localizada espacialmente: poblaciones
- Evaluación: equidad y aglomeración

(Geurs & van Wee 2004;
Van Wee & Geurs 2011)

- Trabajos previos en Chile
 - Martínez (1995): accesibilidad utilitaria basada en factores de balance (MUSSA)
 - Shirahige & Correa (2015): Adaptación del PTAL a Santiago
 - Hurtubia (2014): propuesta de mejora a localización de viviendas sociales

Formulación de accesibilidad seleccionada

$$Acc_i^r := \frac{\sum_j E_j \exp\left(-\beta^r (\alpha^r C_{ij})\right)}{\sum_j E_j}$$

donde $\beta^1 = 0,015$ y $\alpha^1 = \begin{matrix} 1/VST \\ 1 \\ 1 \end{matrix}$; $\beta^2 = 0,012$ y $\alpha^2 = \begin{matrix} 1/VST \\ 3 \\ 1 \end{matrix}$

Alcance presentación

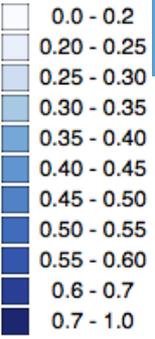
- Sólo exponencial negativa y sólo $r=1$

(Cervero et al. 1999;
Geurs & van Wee 2004;
Niehaus et al. 2016)

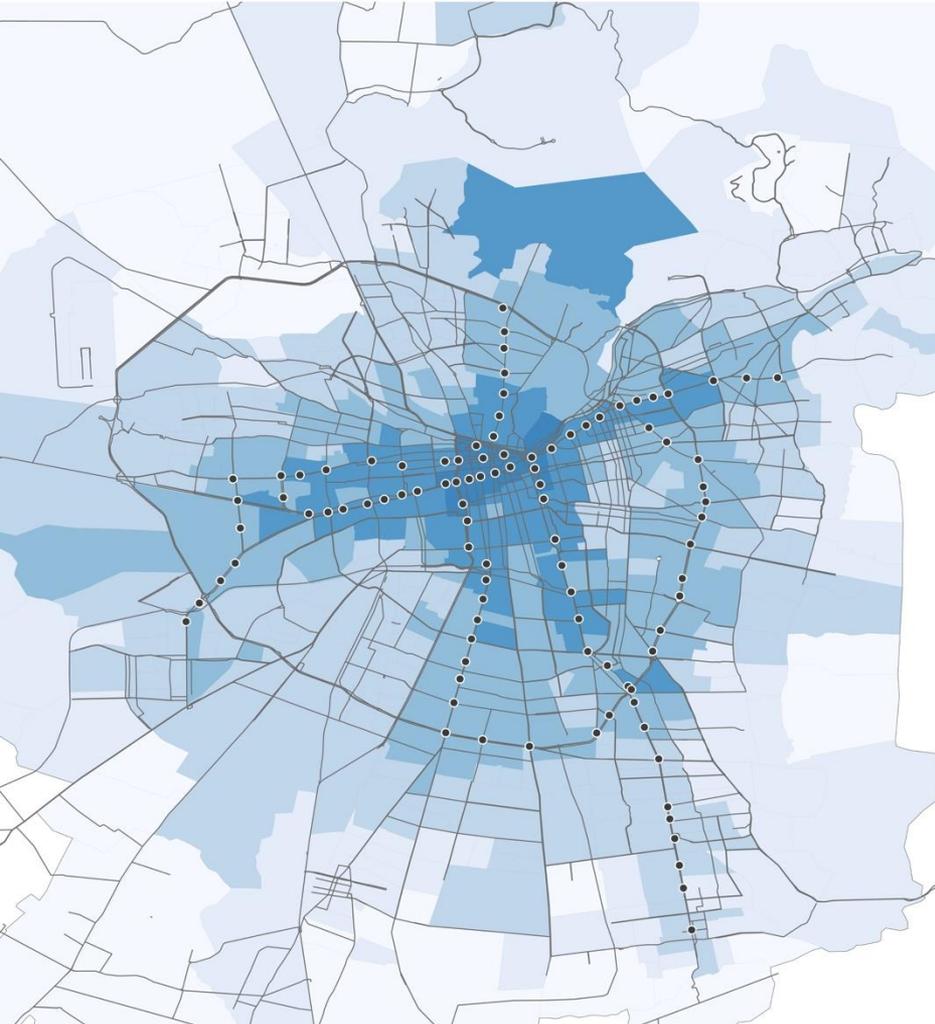
Parámetro de sensibilidad

- Ahora tiene otro significado: comportamiento de viaje
- Calibrar según tiempo viaje medio

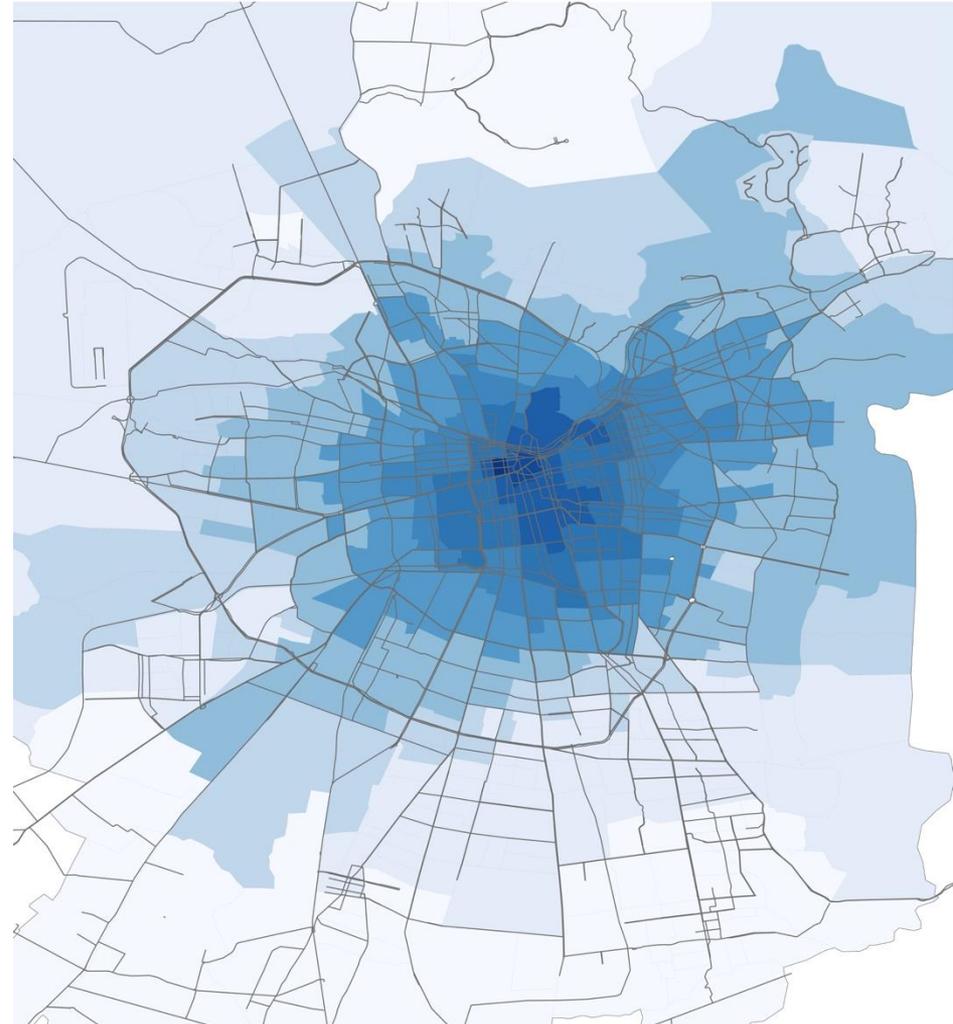
Situación base: Accesibilidad al $E_j =$ empleo



Transporte público



Auto (C5: paga peaje)



2. ANÁLISIS TERRITORIAL

Casos de estudio y rentabilidad social

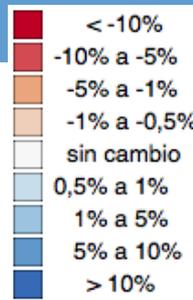
	Proyecto	Año simulado	VAN (MM \$CLP)	Ahorros (hrs en punta AM)	Ahorros (% en punta AM)
1	Ext. Metro L1	2010	18.720 😊*	-365 859	-0,09 0,95
2	Ext. Metro L5	2010	45.583 😊	4.469 410	1,16 0,45
3	Tarificación Vial C.	2020	-12.970 😞*	1.186 1.505 ← AM1 →	0,23 0,36



 Transporte público
 Auto

1

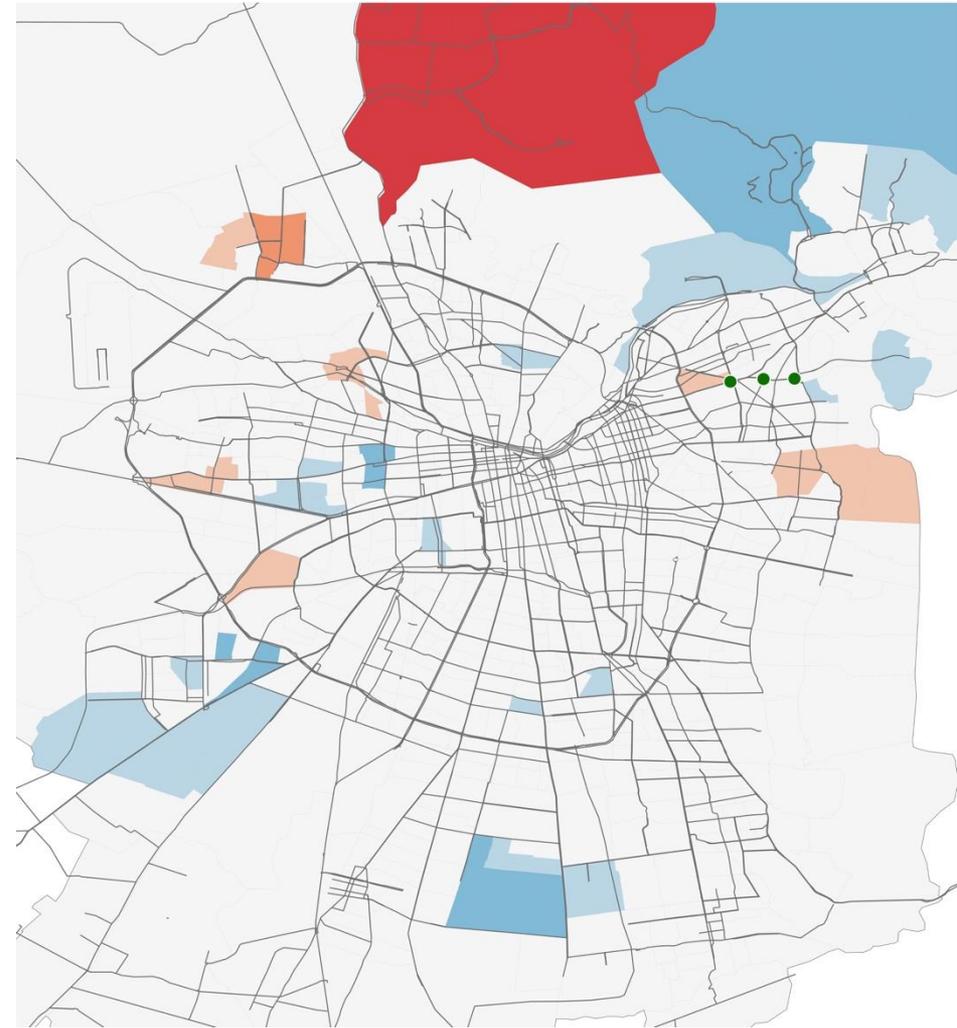
Ext. Metro L1: Δ Accesibilidad al empleo



Transporte público

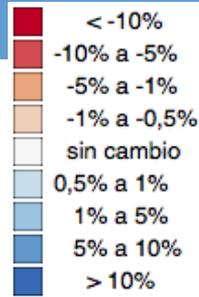


Auto

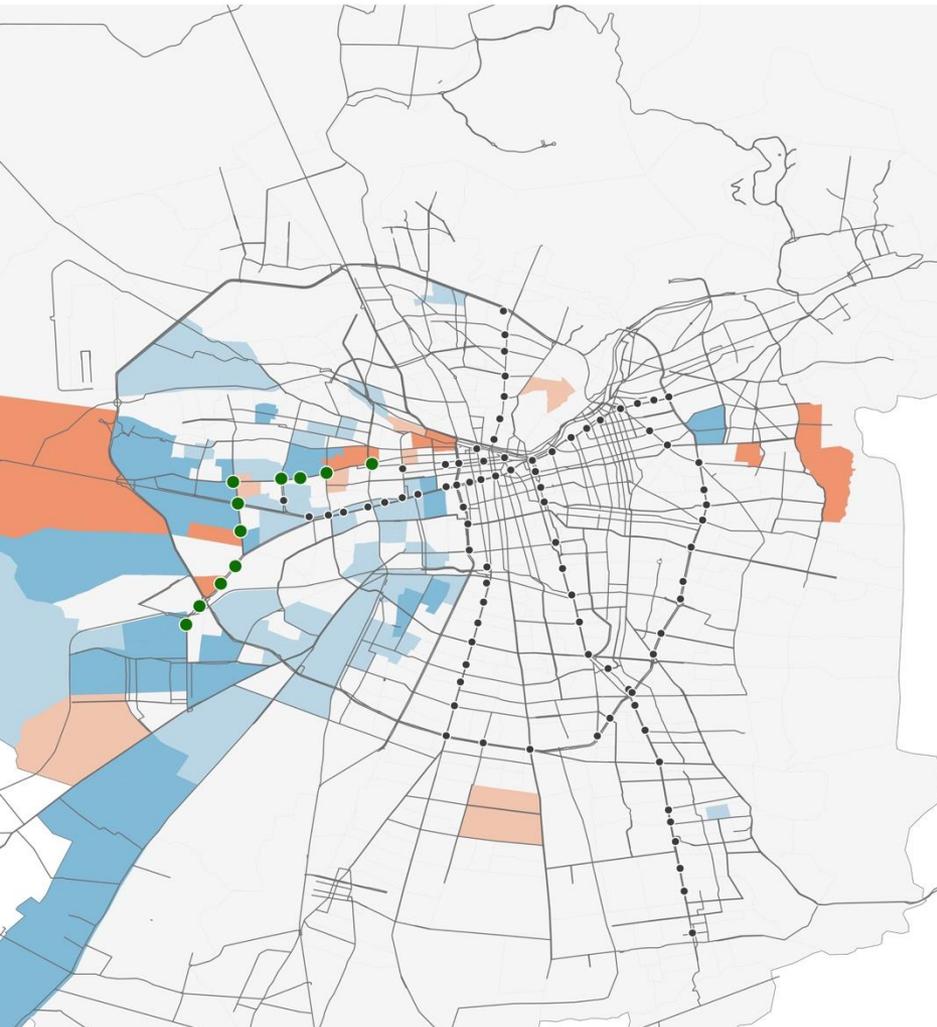


2

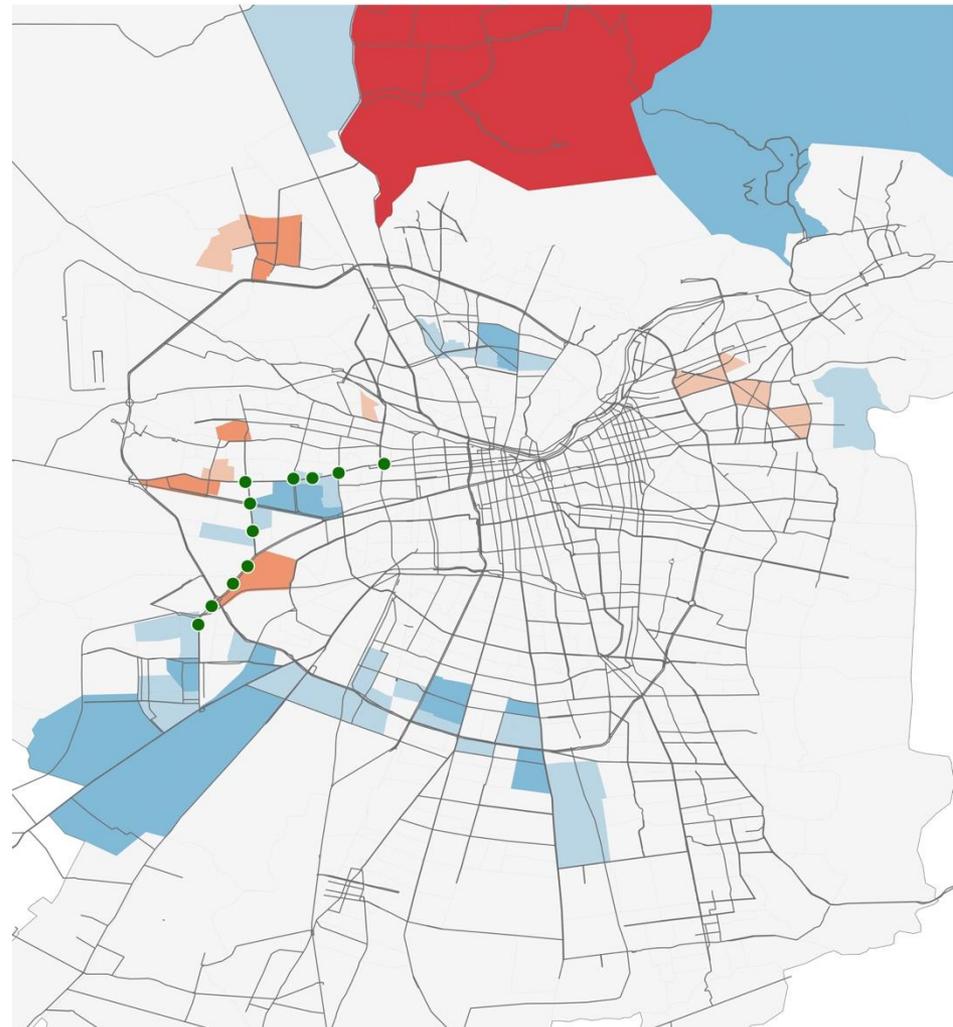
Ext. Metro L5: Δ Accesibilidad al empleo



Transporte público

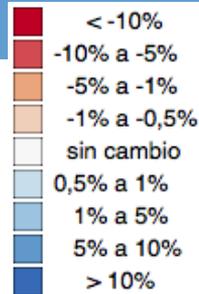


Auto

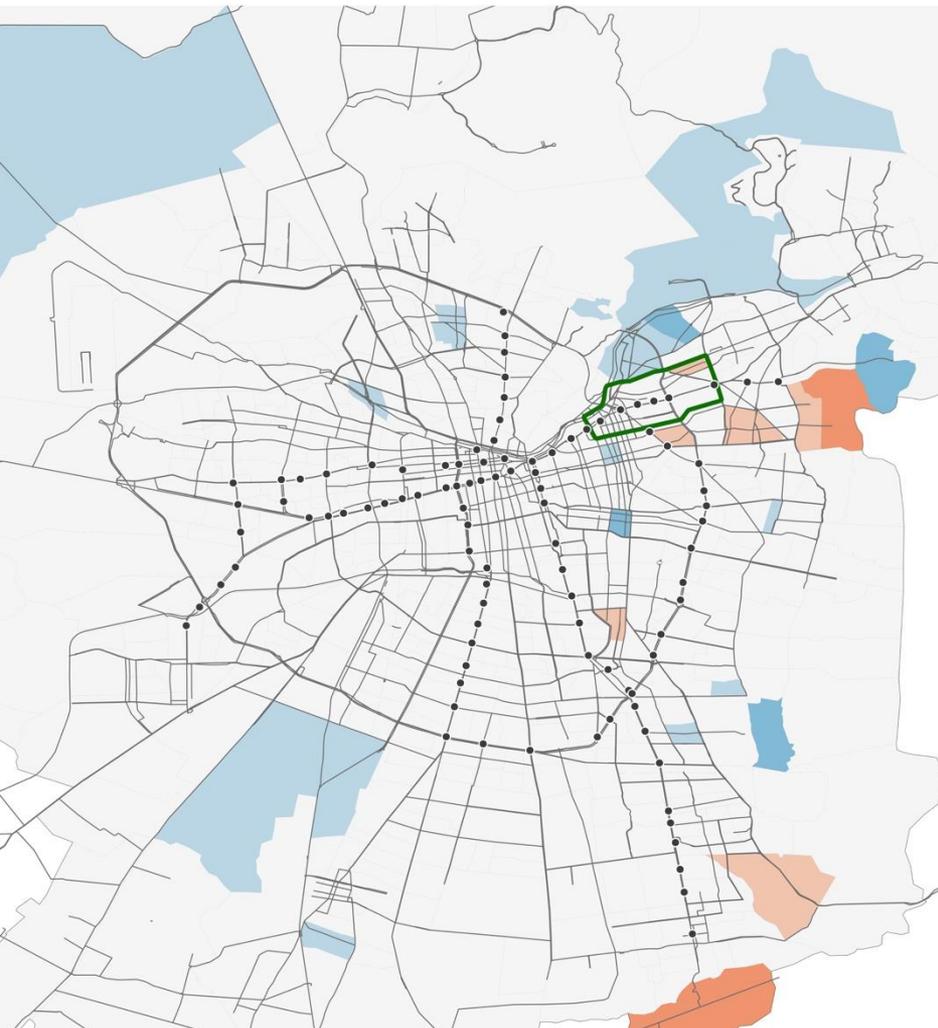


3

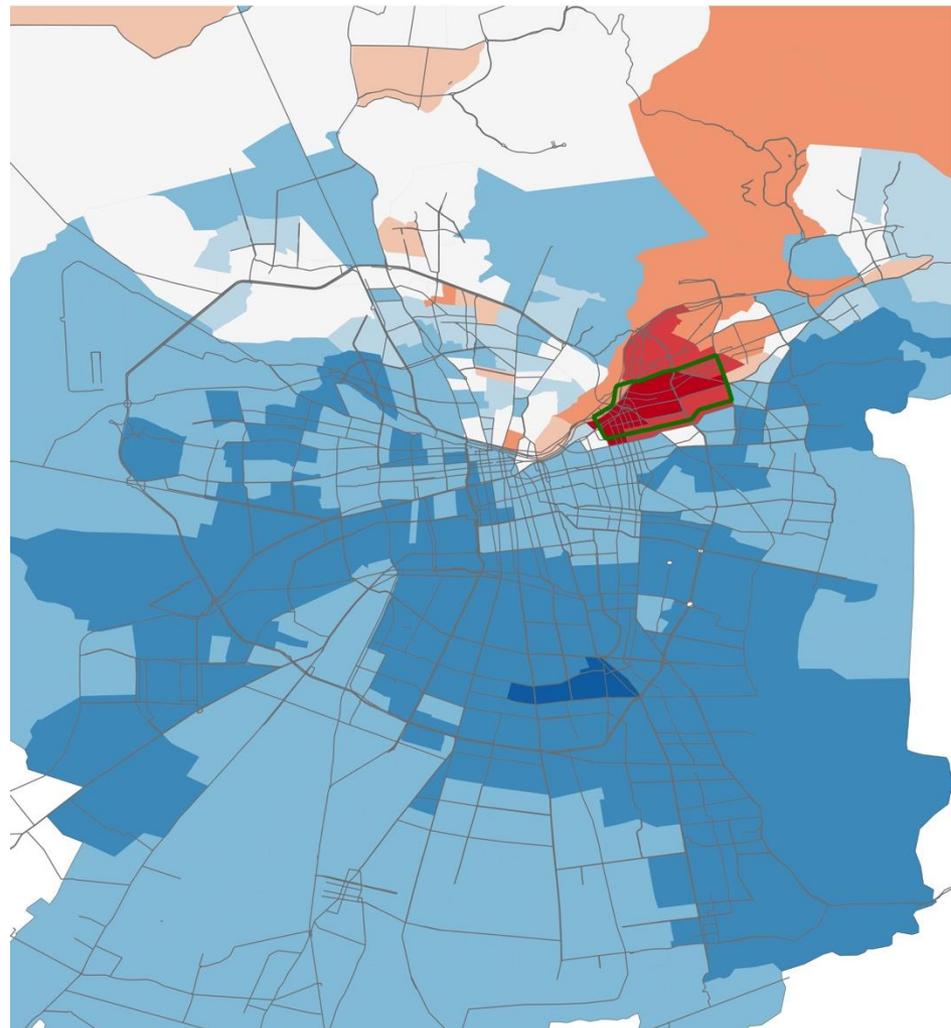
Tarificación VC: Δ Accesibilidad al empleo



Transporte público



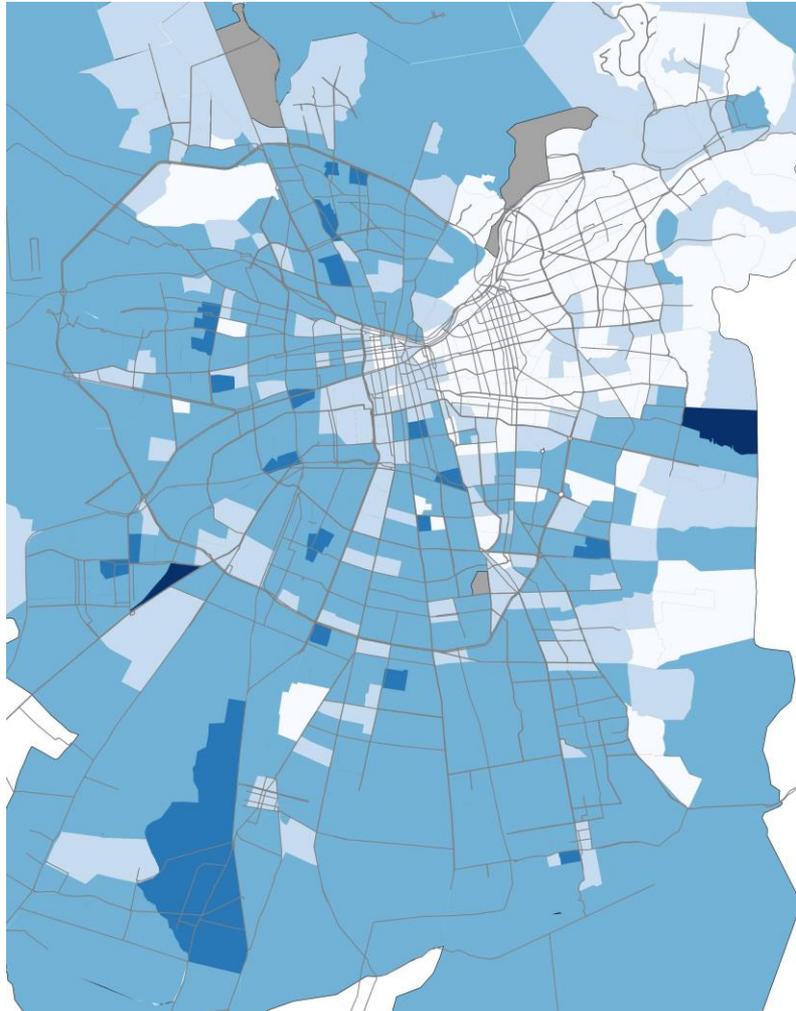
Auto (C5: paga peaje)



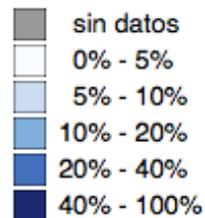
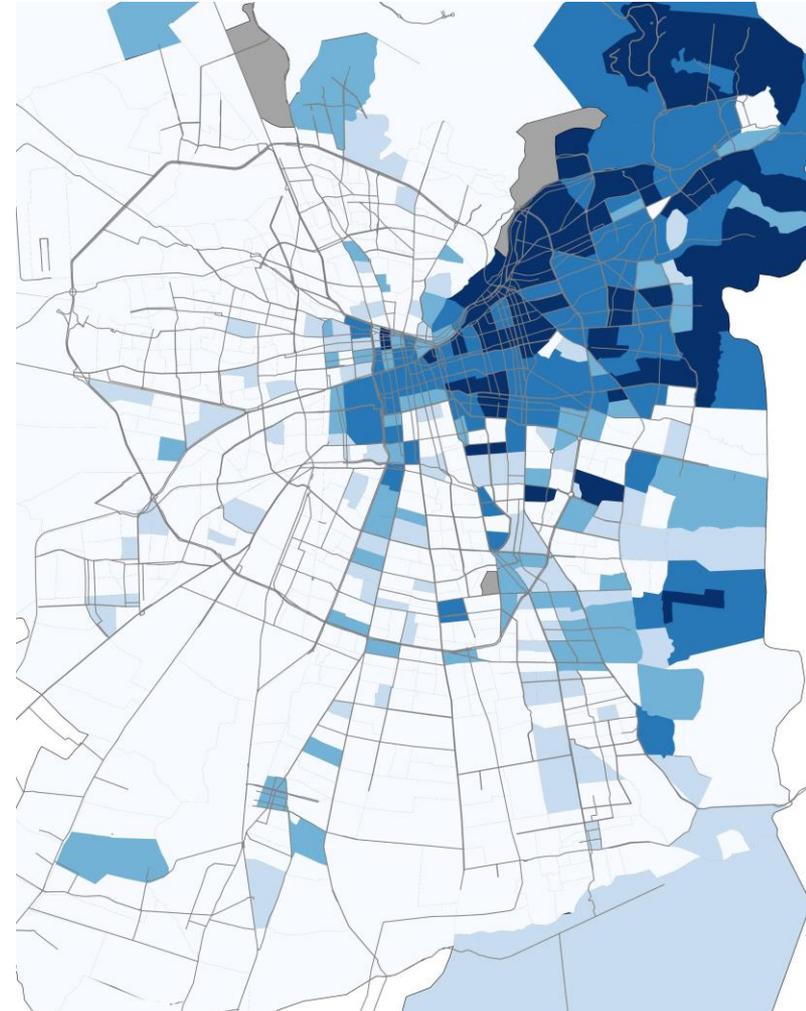
3. ANÁLISIS DE EQUIDAD

Necesidad de desagregación: p. sintéticas

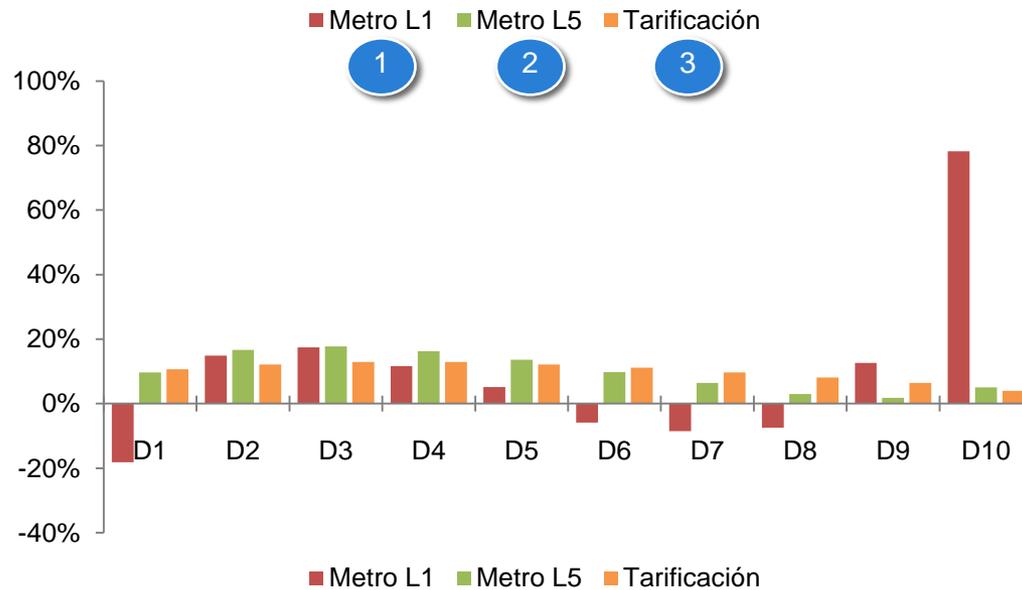
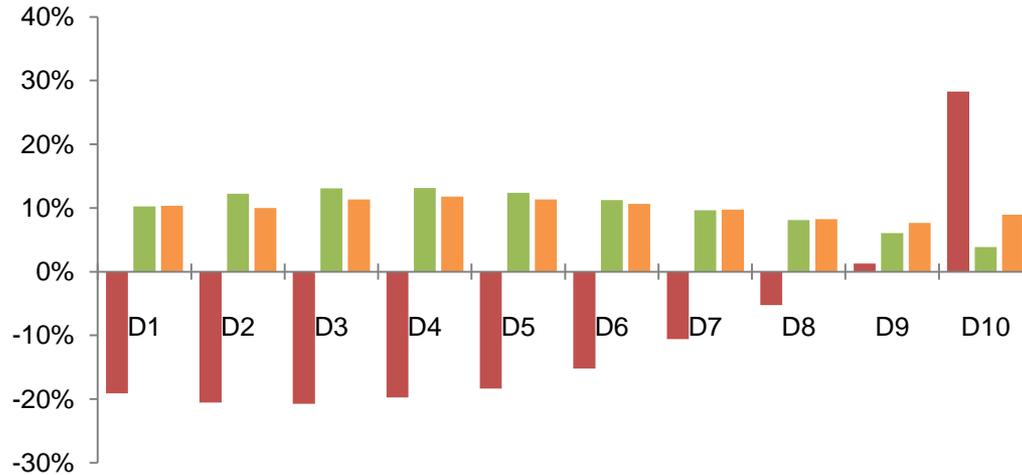
4to decil



10mo decil



Δ Accesibilidad al empleo por decil



Midiendo impacto en la equidad de acceso

- Gini -> limitaciones
- Ponderadores de equidad en U.K.
 - Parte de la metodología de evaluación
 - Utilidad marginal del consumo -> ingreso como proxy
- Índices de Aporte a la Equidad de Acceso (AEA)

(Cowell & Gardiner 1999;
HM Treasury 2011)

$$AEA_3 := \frac{\sum_q \sum_i \Delta Acc_i P_i^q \frac{\bar{I} - \bar{I}^q}{\bar{I}}}{\sum_i \Delta Acc_i P_i}$$

Δ Accesibilidad ponderado por población P & ingreso I relativo de cuantiles q

Resultados finales por proyecto: equidad

- Impacto en equidad según índice AEA_3

Proyecto	AEA_3 Transporte público	AEA_3 Auto
Ext. Metro L1 ☹️	- 1,34	- 1,93
Ext. Metro L5 😊	+ 0,23	+ 0,31
Tarificación Vial C. 😊	+ 0,05	+ 0,22

- Consistencia con análisis territorial
- Ventaja de “mirar una cifra”: complemento a CBA

CONCLUSIONES

Posibles implicancias en la planificación



- Diagnóstico
- Identificación de áreas postergadas
- Planificación más coherente e integrada

MUCHAS GRACIAS

mniehaus@gobiernosantiago.cl

ANEXOS

¿Por qué la necesidad de evaluar la equidad?

- Chile hoy: sólo “buenas intenciones”
 - Institucionalidad de CBA sólida, incluye valor social del tiempo
 - No se analiza distribución de impactos ni existen guías de equidad (MCA)
 - Ninguna mención en proyectos revisados

(Tanzi 2005; Tudela 2006)

- Limitaciones de equidad en el uso de herramientas de modelación:
 - No se desagregan resultados por categoría de usuario
 - Sin cruce posterior con información socio-demográfica disponible
 - Distribución doblemente acotada no refleja resultados en el territorio

(Niehaus et al. en imprenta; entrevistas y proyectos)

Alcances

- Simulaciones de proyectos estratégicos de transporte
- Completitud por sobre especificidad: avanzar en “obra gruesa”
- Accesibilidad para la población media, análisis bimodal
- Enfoque de complementar el CBA

Accesibilidad U. en modelo doblemente acotado

$$V_{ij} = A_i O_i B_j D_j \exp(-\beta C_{ij})$$

(Wilson 1967)

$$A_i = \frac{1}{\sum_j B_j D_j \exp(-\beta C_{ij})} \quad y \quad B_j = \frac{1}{\sum_i A_i O_i \exp(-\beta C_{ij})}$$

$$EC_k = \left(\frac{1}{\beta} \ln(\text{Acc}_k) ; \frac{1}{\beta} \ln(\text{Att}_k) \right)$$

$$\text{donde } \text{Acc}_k = \frac{1}{A_k} \quad y \quad \text{Att}_k = \frac{1}{B_k}$$

(Williams & Senior 1978;
Martínez 1995;
Martínez y Araya 2000)

No funciona: resultados inconsistentes en territorio

(Williams & Senior 1978;
Niehaus et al. en imprenta)

- Proceso iterativo entremezcla efectos
- Confirmado en aplicación y con casos de estudio
- Inconvenientes adicionales: incompletitud, subjetividad, comparatividad

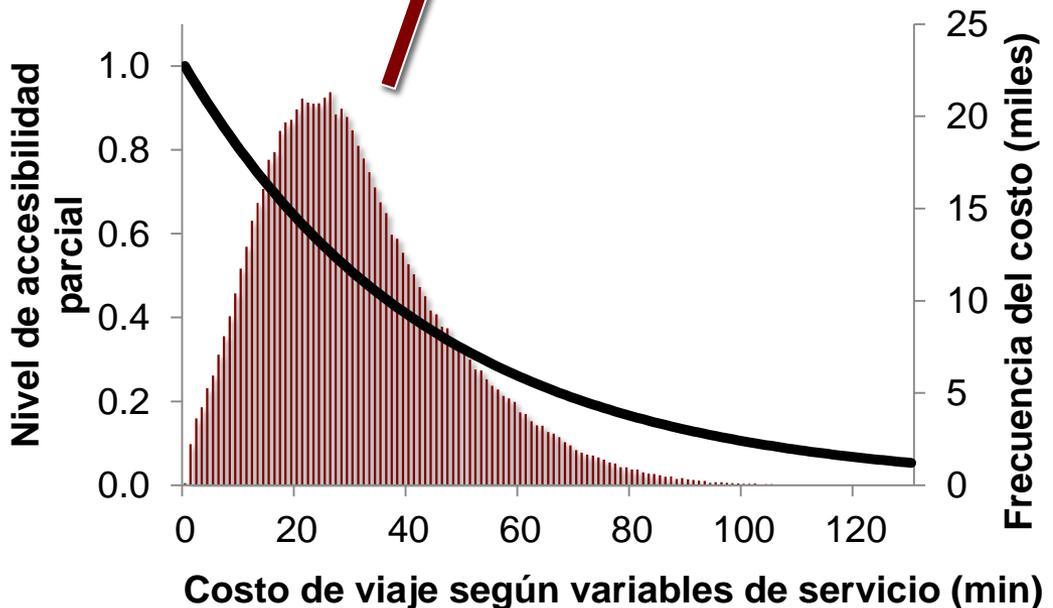
Hacia una medida de Accesibilidad Potencial

$$EC_i = \frac{1}{\beta} \ln(\text{Acc}_i) \quad \text{donde} \quad \text{Acc}_i = \sum_j D_j \exp(-\beta C_{ij})$$

(Neuberger 1971;
Handy & Niemeier 1997
Ortúzar & Willumsen 2011)

Cambios de variable

1. Oportunidades (E_j)
2. Costos simulados (m. asignación)

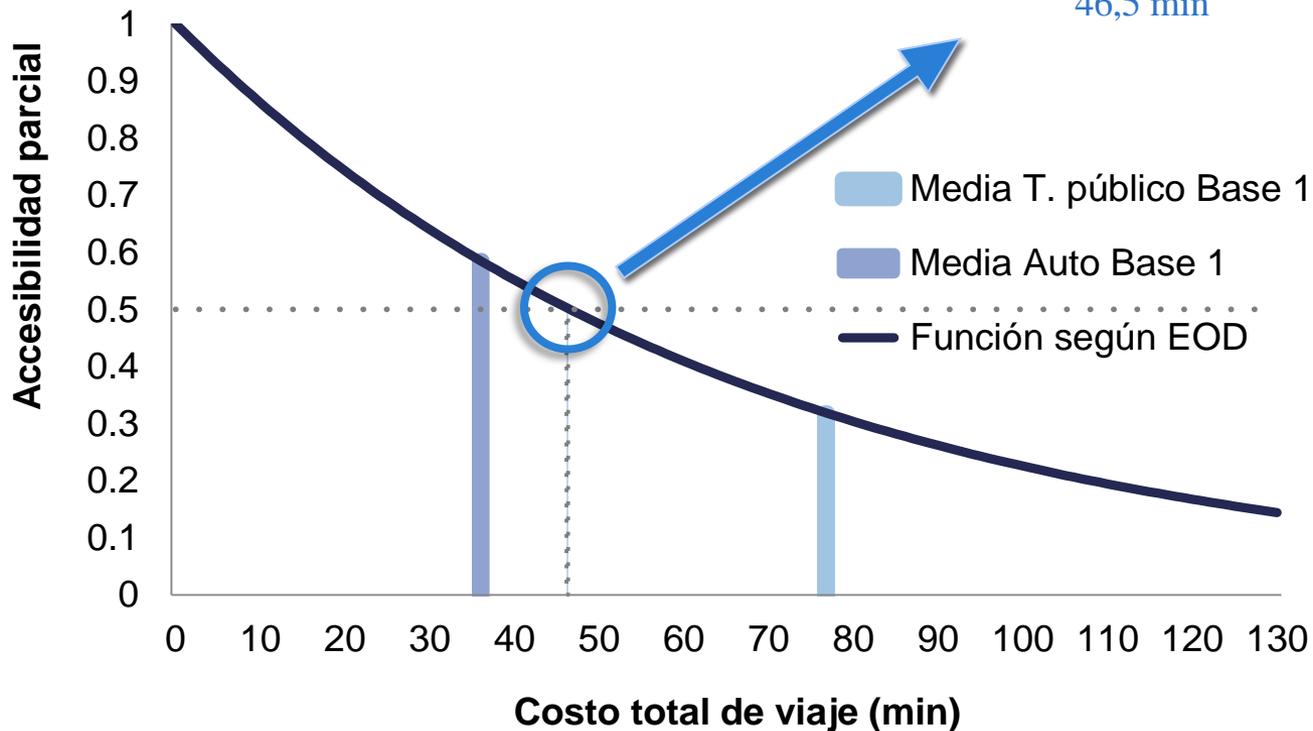


Aplicación: calibrar la exponencial negativa

- Accesibilidad parcial: $Acc_{ij} = \exp(-\beta C_{ij})$
- Comportamiento: uso de EOD

$$\beta = \frac{-\ln 0,5}{\bar{c}}$$

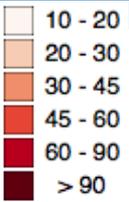
$$\beta = \frac{-\ln 0,5}{46,5 \text{ min}}$$



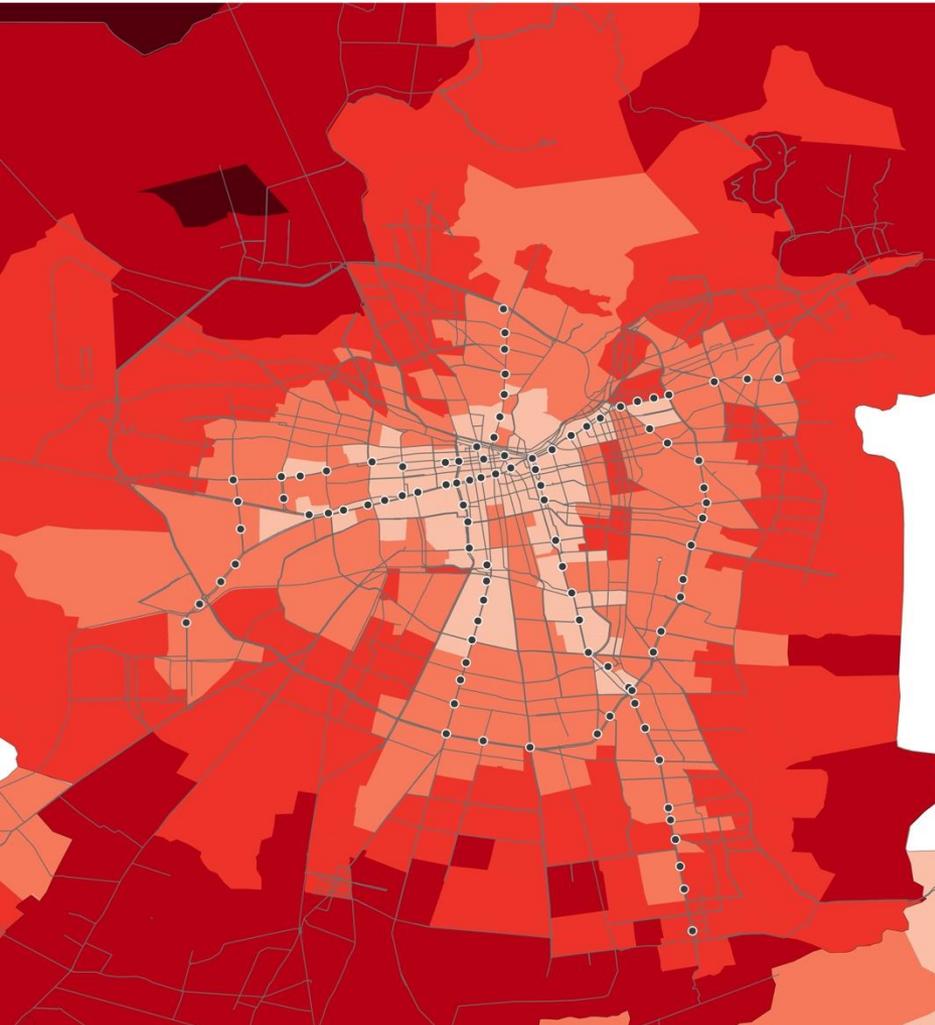
Aplicación: Accesibilidad simulada al empleo

- E_j : Oportunidades de empleo (intensidad en la localidad j)
- Costos simulados según modelos estratégicos de transporte
 - *Outputs* de situaciones con y sin proyecto, de evaluaciones oficiales
- Usando asignación de ESTRAUS y derivados: (De Cea et al. 2005)
 - Matrices de costos entre cada par O-D de las 4 variables de servicio

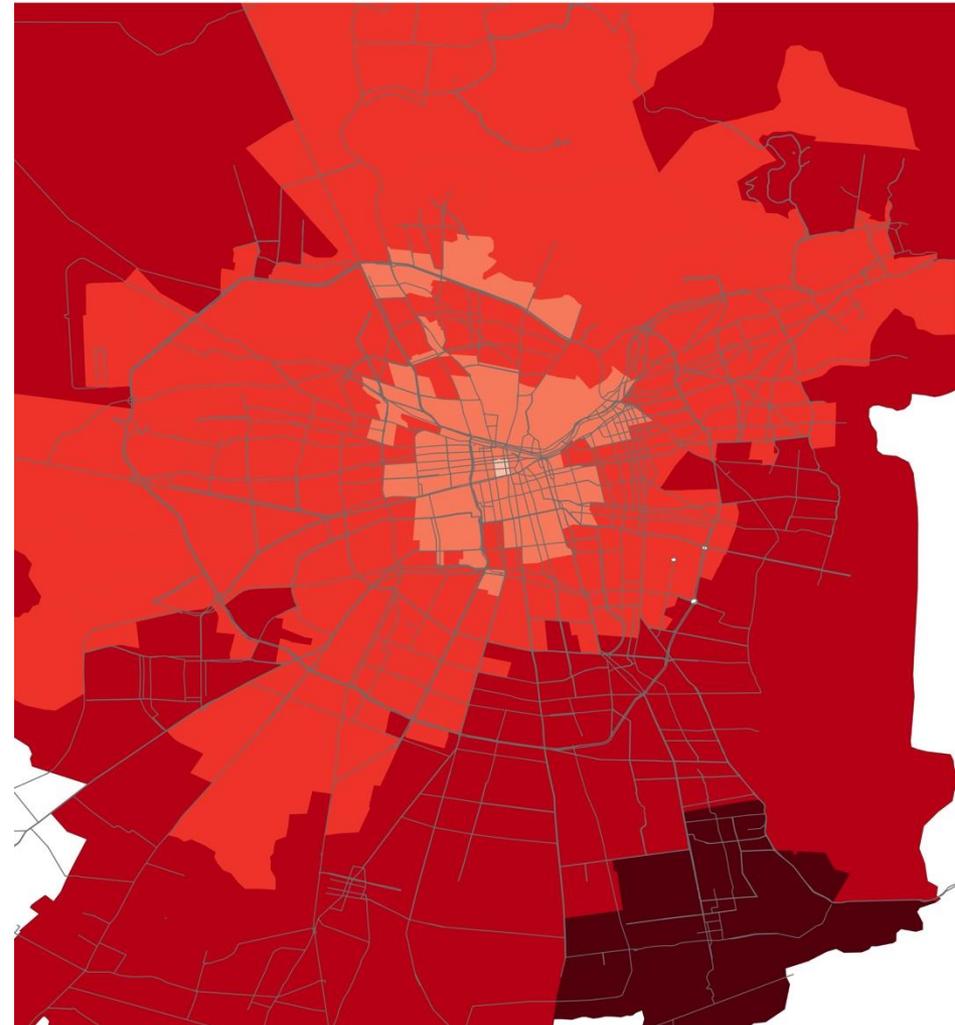
Situación base: Tiempo viaje al empleo (min)



Transporte público



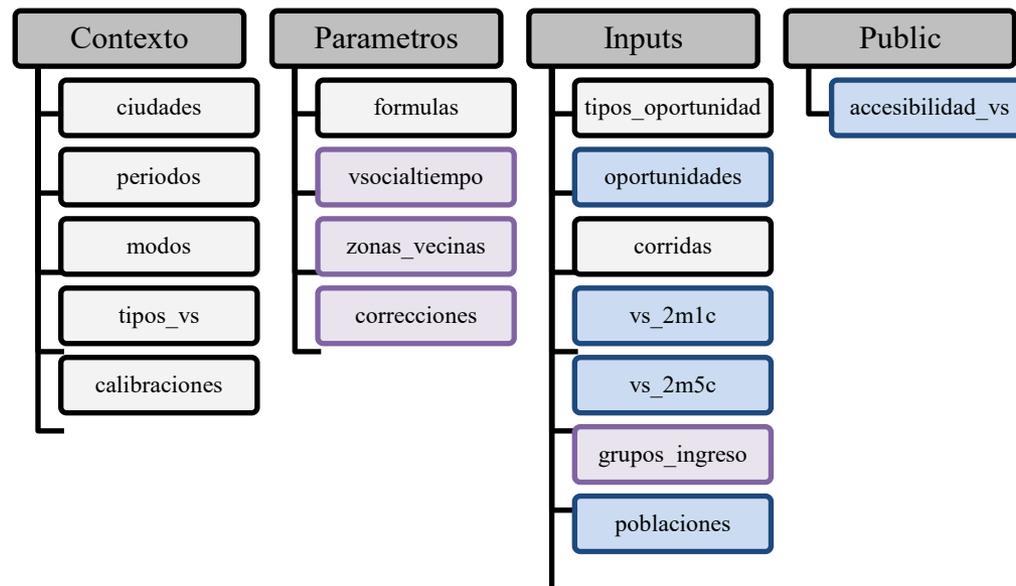
Auto (C5: paga peaje)



Cambios de accesibilidad

$$Dacc_i = acc_i^{proyecto} - acc_i^{base}$$

- Calcular para cada proyecto, formulación, modo, corte, periodo...
- Herramienta: **EquiAccess** -> Python (8 programas) + PostgreSQL + QGIS



1

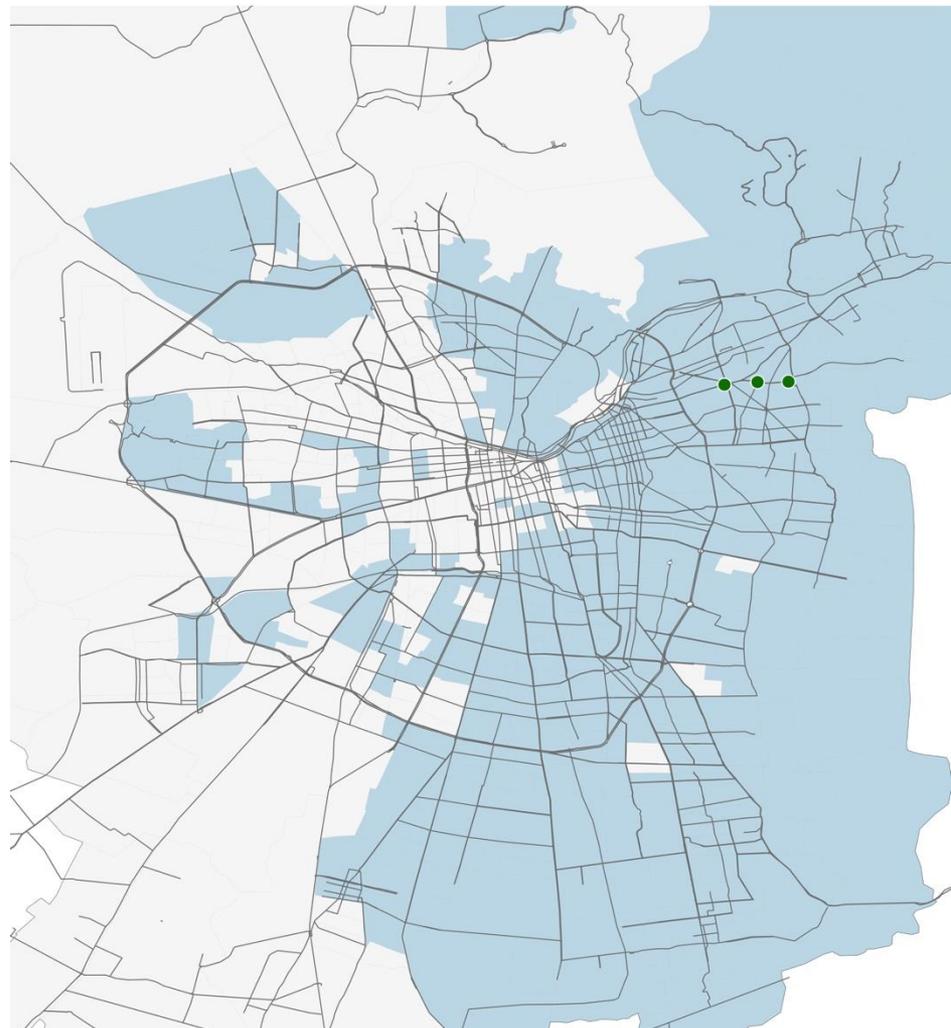
Ext. Metro L1: Δ Tiempo viaje al e. (min)



Transporte público



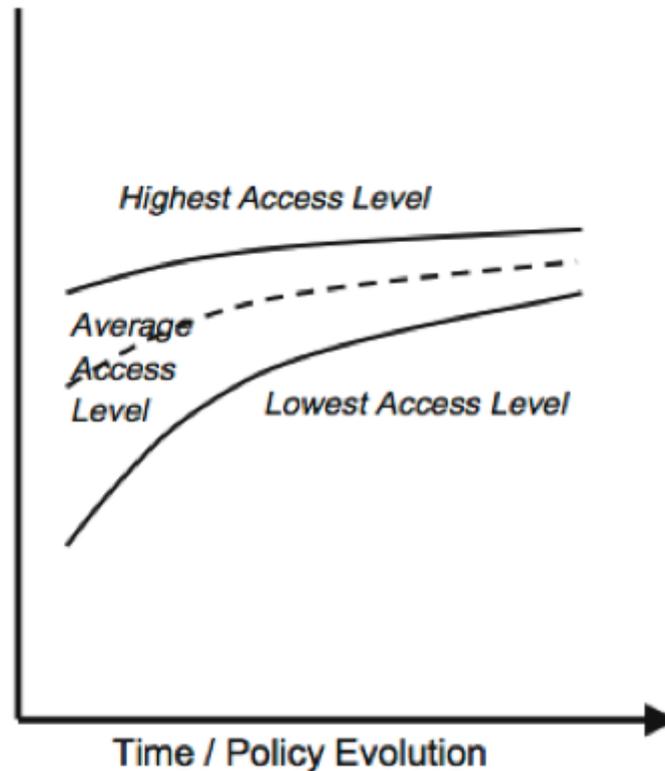
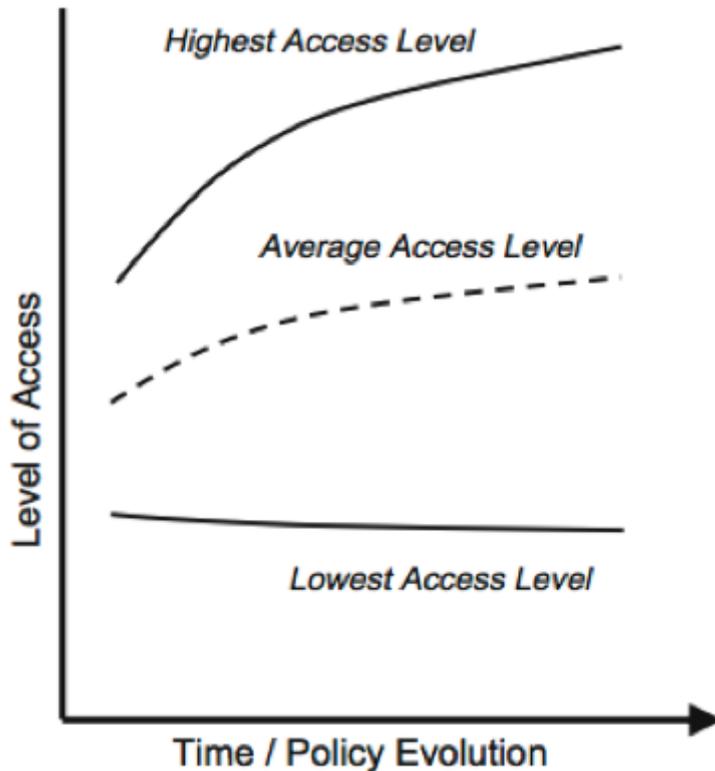
Auto



Concepto de accesibilidad equitativa

- Precedentes en transporte:
 - Principio *MaxiMax*

(Litman 2007; Rawls 1971;
Martens et al. 2012)



(Martens et al. 2012)

Uso de poblaciones en vez de viajes

Sesgo de equidad: tasa actual de viajes

(Martínez & Araya 2000; Vasconcellos, 2011;
van Wee & Geurs 2011;
Niehaus et al. en imprenta)

- Demanda y comportamiento de viaje fijos: – viajes donde hay – ingreso

$$\text{Suponga } \text{habitantes}_i^{\text{alto}} = \text{habitantes}_j^{\text{bajo}}, \text{ luego: } \frac{\text{viajes}_i^{\text{alto}}}{\text{habitantes}_i^{\text{alto}}} > \frac{\text{viajes}_j^{\text{bajo}}}{\text{habitantes}_j^{\text{bajo}}}$$

- Externalidades como aglomeración afectan población: sesgo al usar viajes

$$\text{Si beneficio aglomeración (BA)} \propto \text{habitantes, luego: } \frac{\text{BU}_i^{\text{alto}}}{\text{BA}_i^{\text{alto}}} > \frac{\text{BU}_j^{\text{bajo}}}{\text{BA}_j^{\text{bajo}}}$$

- Ciudad segregada residencialmente: inexistencia de “subsidio cruzado”

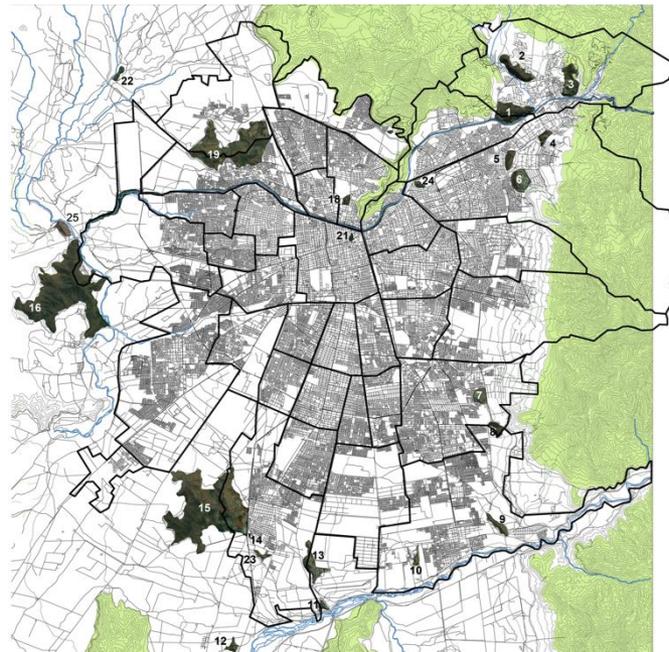
Ejemplos en la práctica actual

- 4 etapas no están conectadas: generación y atracción exógena

$$V_{ij} = A_i O_i B_j D_j \exp(-\beta C_{ij})$$

- Práctica de proyección de cortes futuros

Zona A
265
33



Zona B
132
429

Resultados finales por proyecto: accesibilidad

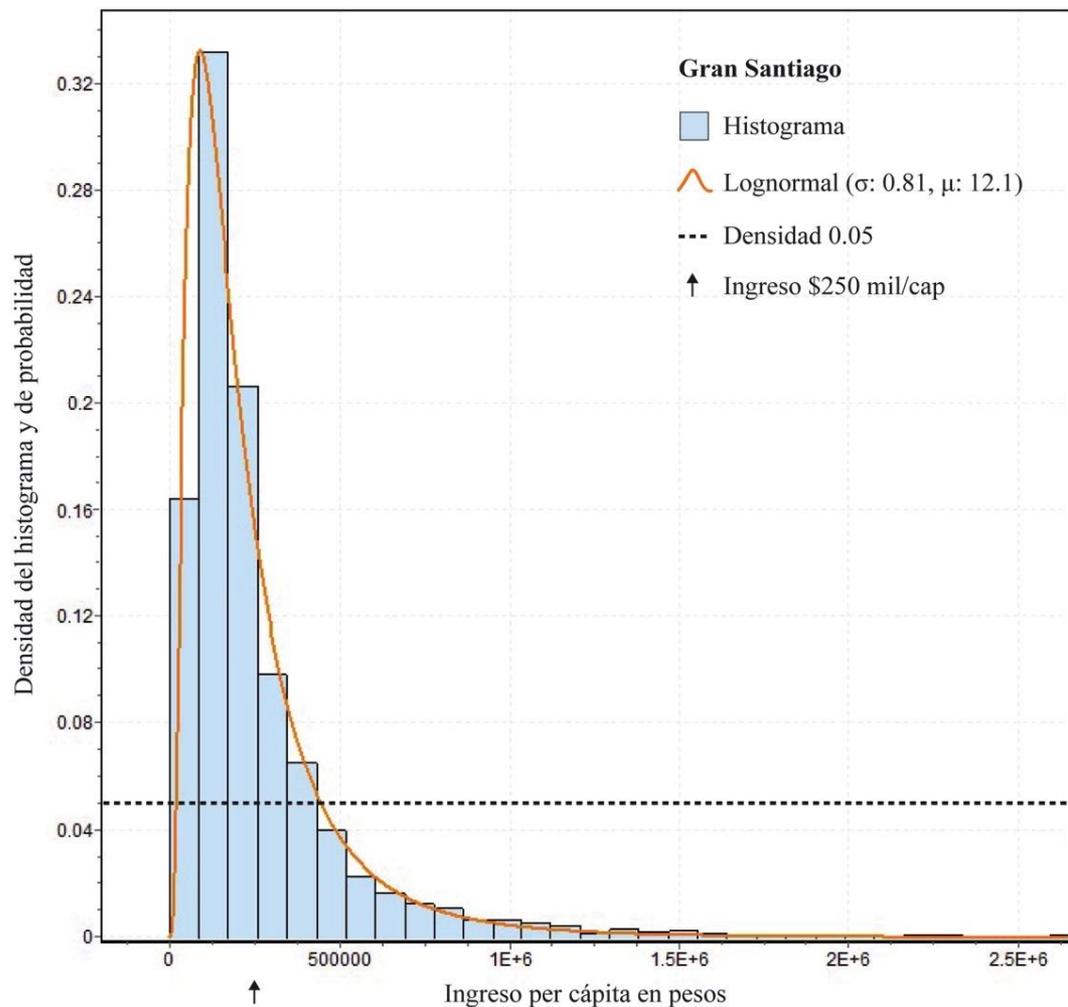
- Beneficios tradicionales vs de accesibilidad

Proyecto	Ahorros por viajes (% de punta AM)	Δ Acc al e. por población (% en punta AM)
Ext. Metro L1	-0,09 % 0,95 %*	-0,06 % 0,03 %*
Ext. Metro L5	1,16 % 0,45 %	0,80 % 0,15 %
Tarificación Vial C.	0,23 % 0,36 %*	0,21 % 2,37 %*

- Validación:
 - Cambio de enfoque a accesibilidad es consistente en el agregado
 - * Diferencias esperadas por diferentes tasas de viaje (importancia relativa sectores)

POBLACIÓN SINTÉTICA

Limitaciones de encuestas



Desigualdad en G. Santiago

- Ingreso/c medio: \$250 M CLP

Necesidad de mayor desagregación de información:

- Territorial -> zonas (TAZ)
- Grupos de ingreso -> deciles

Encuesta EOD > CASEN

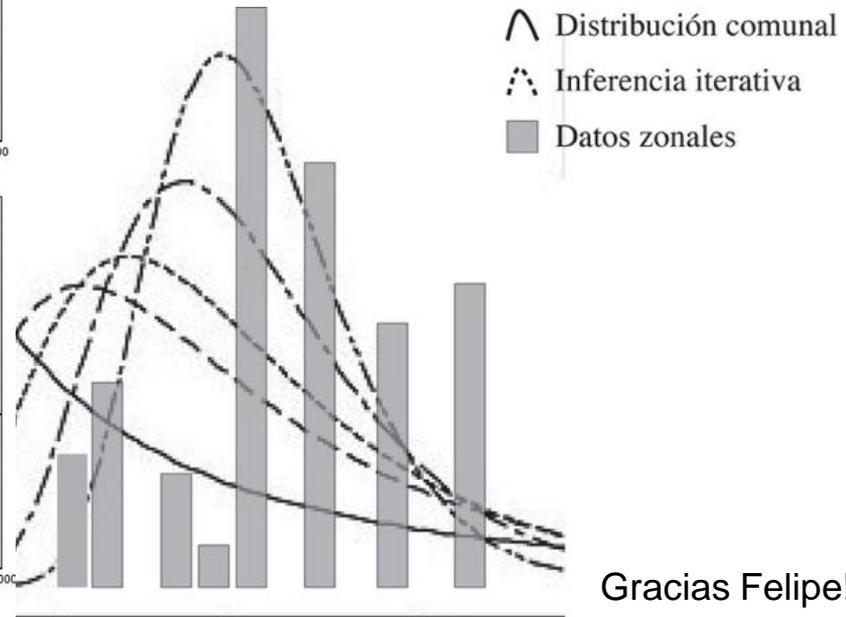
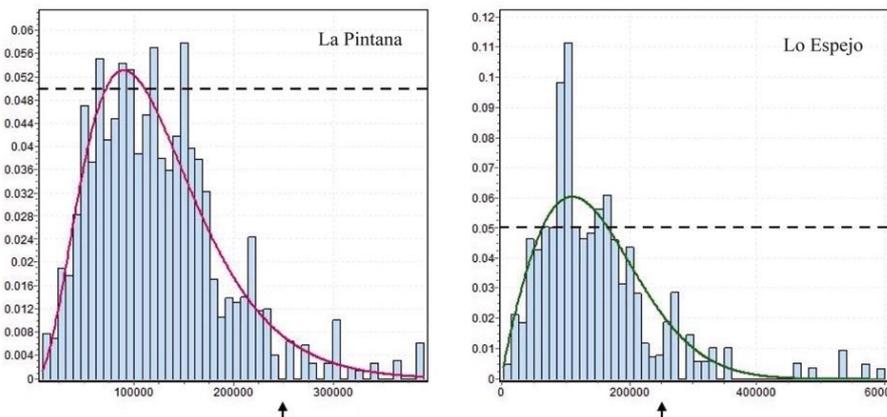
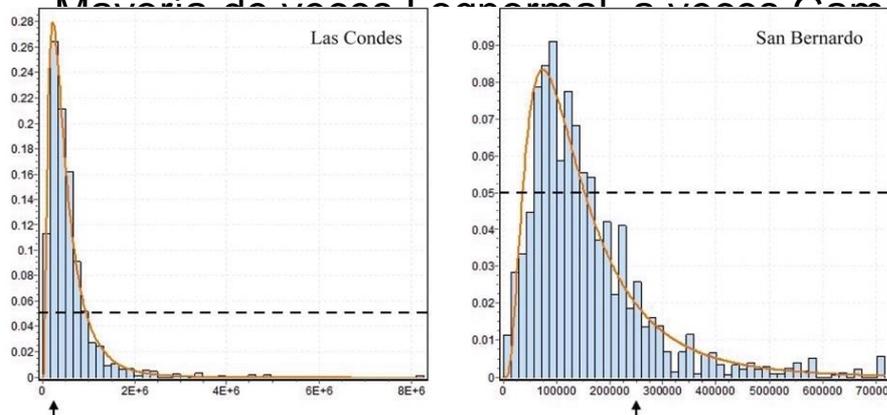
- R. estadística: nivel comunal

Generación de una población sintética

1. Ajustar distribuciones de probabilidad del ingreso de cada comuna

Movimiento de personas y bienes, Lognormal, Gamma and Weibull

2. Distribución de cada zona

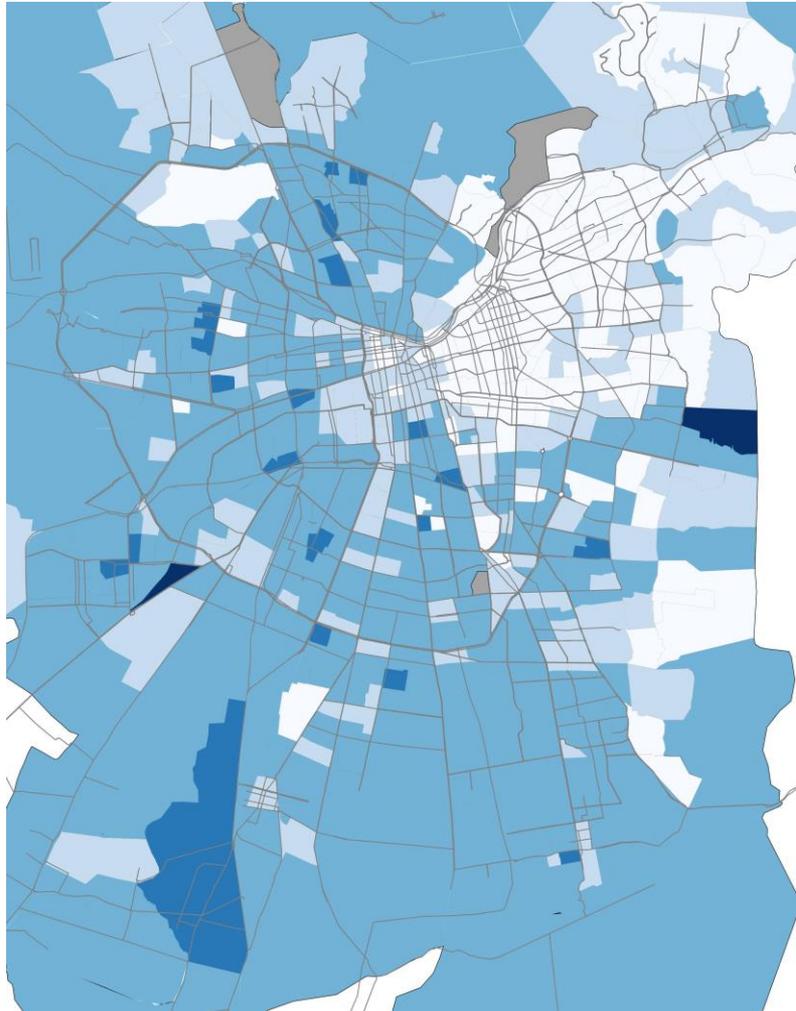


Gracias Felipe!

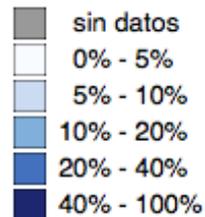
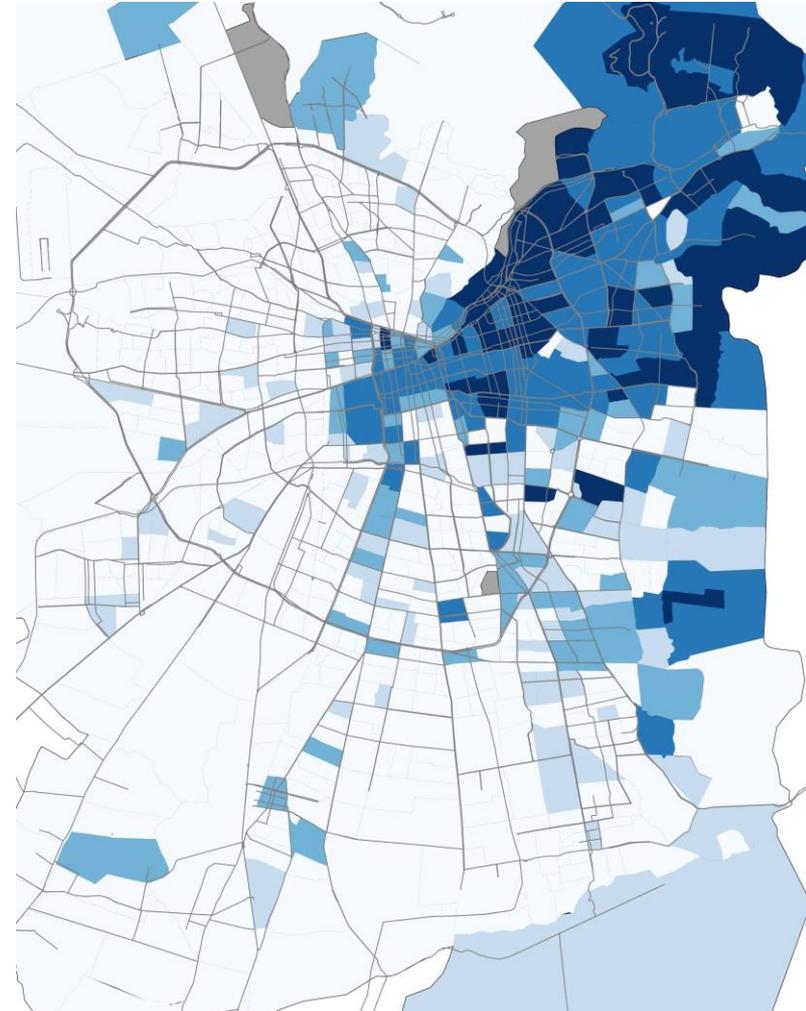
■ Histograma
 — Lognormal
 — Gamma
 — Weibull
 Y=0.05 densidad
 ↑ X=\$250 mil/cap

Necesidad de desagregación: p. sintéticas

4to decil

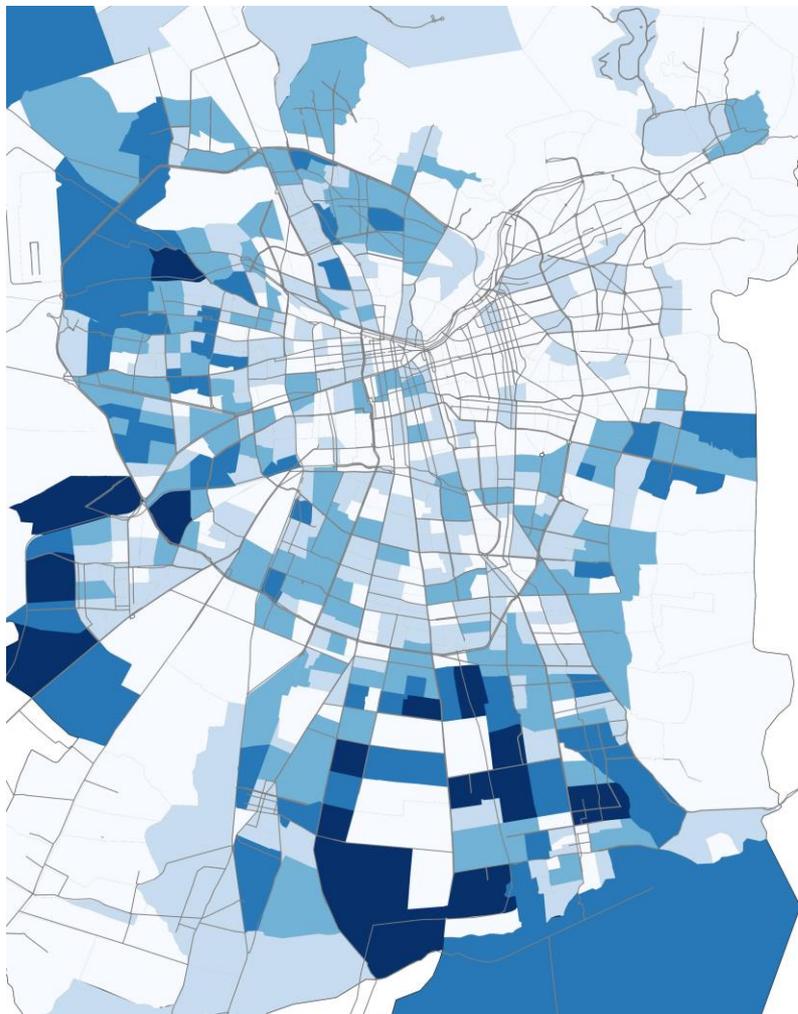


10mo decil

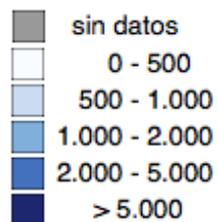
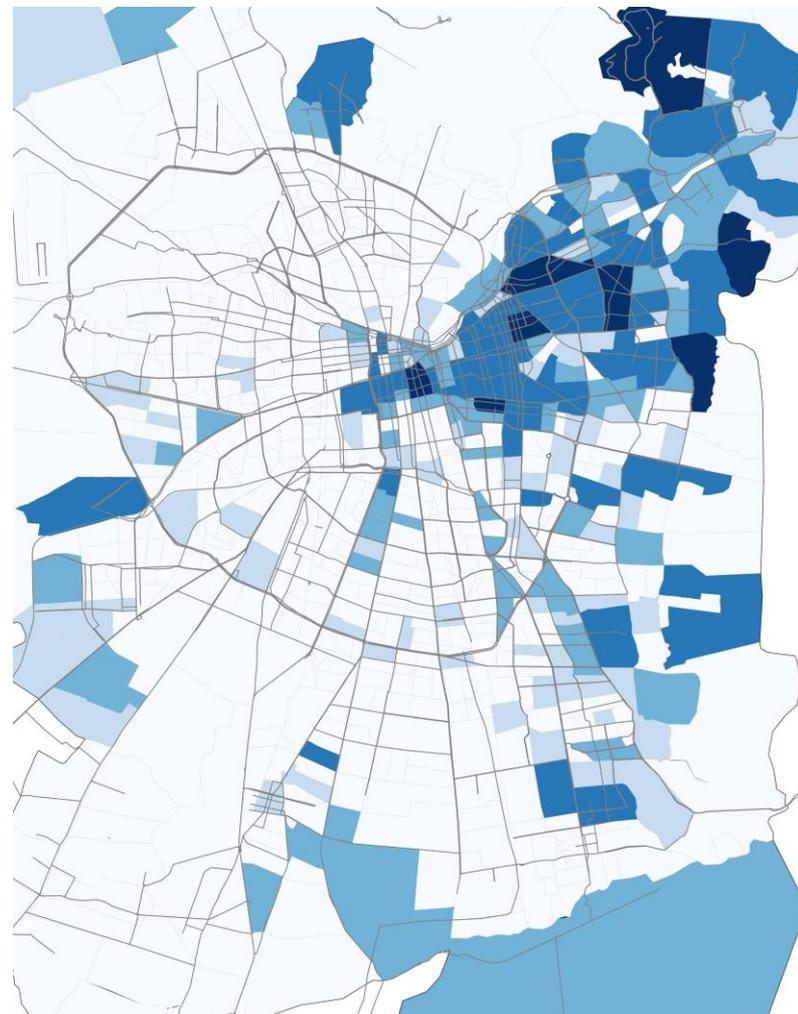


Resultados de población – habitantes por decil

4to decil



10mo decil



Aportes e innovaciones presentes en la tesis

- Respecto a la ingeniería de transporte chilena:
 - Reconocer relevancia de la equidad
 - Accesibilidad para escenarios *ex ante*
 - Poblaciones sintéticas para superar insuficiencia de desagregación en encuestas
 - ✓ **Visualización y análisis territorial para mejorar planificación, simulación y diseño**
 - ✓ **Indicadores de aporte a la equidad para complementar CBA**
- Aportes metodológicos específicos:
 - Discusión sobre sesgos de equidad
 - Reforzar problemas del modelo doblemente acotado
 - **Desarrollo de medida de accesibilidad potencial consistente y práctica**
 - Métodos de calibración y procesamiento de fuentes de datos
 - Accesibilidad + inferencia bayesiana de poblaciones
 - **EquiAccess**

Caminos de investigación

- Profundizaciones dentro de la misma línea:
 - **Promedio ponderado del valor subjetivo del tiempo**
 - Medidas de acceso que limite capacidad de oportunidades o diferencie su calidad
 - + tipos de oportunidades y agregación, interpolación territorial, otros
 - Δ Accesibilidad para proyectos urbanos que cambian las oportunidades
 - **Generación de población sintética con método multivariable**
- Extensiones para otros fines:
 - **Análisis territorial e indicadores AEA implementables en metodología tradicional**
 - CBA con ponderadores de equidad según utilidad marginal del consumo (Stewart 2014)
 - Visualización de accesibilidad facilitaría participación ciudadana
 - **WEI: uso de accesibilidad para incorporar impactos (aglomeración)**
 - MUSSA: estudiar reemplazo o mejora a la variable de accesibilidad

Bibliografía

- Browne D. y Ryan L. (2011) Comparative analysis of evaluation techniques for transport policies. *Environmental Impact Assessment Review* 31, 226-233.
- Bruun E. y Givoni M. (2015) Six research routes to steer transport policy. *Nature*, 523, 29-31.
- Cervero R., Rood T., y Appleyard B. (1999) Tracking accessibility: Employment and housing opportunities in the San Francisco Bay Area. *Environment and Planning A*, 31(7), 1259-1278.
- Cowell F.A. y Gardiner K. (1999) Welfare Weights. STICERD, London School of Economics.
- De Cea J., Fernández E., Dekock V. y Soto, A. (2005) Solving network equilibrium problems on multimodal urban transportation networks with multiple user classes. *Transport Reviews*, 25(3), 293-317.
- Delbosc A. y Currie G. (2011) Using Lorenz curves to assess public transport equity. *Journal of Transport Geography*, 19, 1252–1259.
- Dix M. (2015) Transport for London and the Crossrail 2 project. *International Conference Series on Competition and Ownership in Land Passenger Transport (Thredbo)*. Santiago, Chile, August 29 – September 4, 2015.
- Farooq B., Bierlaire M., Hurtubia R., y Flötteröd G. (2013). Simulation based population synthesis. *Transportation Research Part B: Methodological*, 58, 243-263.
- Farooq B., Hurtubia, R. y Bierlaire, M. (2015). Simulation based generation of a synthetic population for Brussels, in M. Bierlaire, A. de Palma, R. Hurtubia and P. Waddell (Eds.), *Integrated Transport and Land Use Modeling for Sustainable Cities*, EPFL Press / Routledge.
- Gálvez T.E. y Jara-Díaz S.R. (1998) On the social valuation of travel time savings. *International Journal of Transport Economics*, 25(2), 205-219.
- Geurs K.T y van Wee, B. (2004) Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12, 127-140.
- Gini C.W. (1912) Variability and mutability, contribution to the study of statistical distributions and relations. *Studi Economico-Giuridici della R. Università de Cagliari*.
- Graham D.J. (2007) Agglomeration, productivity and transport investment. *Journal of Transport Economics and Policy*, 41(3), 317-343.
- Handy S.L. y Niemeier D.A. (1997) Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives. *Environment and Planning A*, 29, 1175–1194.
- Hansen W.G. (1959) How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of Planners*, 25(2), 73-76.
- Her Majesty Treasury (2011) *The Green Book: Appraisal and Evaluation in the Central Government*. TSO, Londres.
- Hurtubia R. (2014) Un indicador de accesibilidad para evaluar la localización de proyectos de vivienda social. *International Conference Uneven Mobilities Conference*. Santiago, Chile. October 13-15, 2014.
- Jara-Díaz S.R. (2001) *Transport economic theory*. Emerald Group, Bingley.
- Laird J. (2010) Transport welfare benefits in the presence of an income effect. En S. Hess y A.J. Daly (eds.) *Choice modelling: The state-of-the-art and the state-of-practice*. Emerald Group, Bingley.
- Lakshmanan T.R. (2011) The broader economic consequences of transport infrastructure investments. *Journal of Transport Geography*, 19, 1-12.

Bibliografía

- Litman T. (2007) Evaluating transportation equity: Guidance for incorporating distributional impacts in transportation planning. Victoria Transport Policy Institute.
- Lorenz M.O. (1905) Methods of measuring the concentration of wealth. Publications of the American Statistical Association, 9, 209-219.
- Macário R. (2014) Access as a social good and as an economic good: is there a need of paradigm shift? In Sclar, E.D., Lönnroth, M. and Wolmar, C. (Eds.), Urban Access for the 21st Century: Finance and Governance Models for Transport Infrastructure (87-115). Routledge, Taylor & Francis Group, New York.
- Mackie P.J., Jara-Díaz S. y Fowkes A.S. (2001) The value of travel time savings in evaluation. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 38(2), 91-106.
- Mackie P., Worsley T. y Eliasson, J. (2014) Transport appraisal revisited. Research in Transportation Economics, 47, 3-18.
- Martens K., Golub A. y Robinson G. (2012) A justice-theoretic approach to the distribution of transportation benefits: Implications for transportation planning practice in the United States. Transportation Research Part A, 46, 684-695.
- Martínez F. (1995) Access: The transportation land use economic link. Transportation Research Part B: Methodological, 29(6), 457-470.
- Martínez F. (1996) MUSSA: land use model for Santiago city. Transportation Research Record, 1552, 126-134.
- Martínez F. y Araya C. (2000) Transport and Land Use Benefits under Location Externalities. Environment and Planning A, 32(9), 1611-1624.
- MDS - Ministerio de Desarrollo Social (2016) Precios sociales vigentes. Gobierno de Chile, Santiago.
- MDS - Ministerio de Desarrollo Social (2015) Base de datos CASEN 2013. Gobierno de Chile, Santiago.
- Metz D. (2008) The myth of travel time savings. Transport Reviews, 28(3), 321-336.
- Mulley C. y Walters, J. (2014) Thredbo Workshop 7 Report: Innovative finance for innovative public transport. Research in Transportation Economics, 48, 389-392.
- Muñoz J.C. (2014) Congestión en el sector oriente. Cartas al Director, El Mercurio. Accedido el 3 de abril de 2016 en <http://www.elmercurio.com/blogs/2014/04/02/20746/Congestion-en-el-sector-oriente.aspx>
- Neuberger H. (1971) User benefits in the evaluation of transport and land-use plans. Journal of Transport Geography, 5(1), 52-75.
- Niehaus M., Galilea P. y Hurtubia, R. (en imprenta) Accessibility and equity: An approach for wider transport project assessment in Chile. Research in Transportation Economics.
- NIST (2012) Anderson-Darling Test. En e-Handbook of Statistical Methods, U.S. Department of Commerce. Accedido por última vez el 12 de febrero de 2016 en <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda35e.htm>
- OCDE (2014) Society at a Glance: OECD social indicators. Accedido por última vez el 20 de abril de 2016 en <http://www.oecd.org/els/soc/OECD2014-SocietyAtAGlance2014.pdf>
- Ortúzar J.d.D. y Willumsen, L.G. (2011) Modelling transport (4th edition). John Wiley & Sons, West Sussex.
- Pacheco J.F. y Contreras E. (2008) Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos. CEPAL – Serie Manuales N°58. Naciones Unidas, Santiago, Chile.

Bibliografía

- QGIS Development Team (2015) Quantum Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>
- Rawls, J. (1971) A Theory of Justice. Harvard University Press, Cambridge.
- Razmilic S. (2015) Subsidio al arriendo: primeros resultados y pasos a seguir. Propuestas de Política Pública 6 marzo. Centro de Estudios Públicos, Santiago.
- Reyes S. y Figueroa I.M (2010) Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. EURE 36(109), pp. 89-110.
- Rizzi L.I. y Steimetz S.S.C. (2014) On using standard values of time in project appraisal: Income equity vs. preference equity. Documento de Trabajo, Departamento de Ingeniería de Transporte y Logística, Pontificia universidad Católica de Chile.
- Sabatini F., Wormald G., Sierralta C. y Peters P.A. (2009) Residential Segregation in Santiago: Scale-related effects and trends, 1992-2002. En B.R. Roberts y R.H. Wilson (eds.), Urban segregation and governance in the Americas (pp. 121-143). Palgrave Macmillan, Londres.
- SECTRA (2003) Actualización de encuestas origen y destino de viajes, V Etapa. Reporte por Departamento de Ingeniería de Transporte UC. Santiago: Biblioteca de SECTRA.
- SECTRA (2005) Análisis y modernización transporte público, VII etapa, orden de trabajo 3. Reporte por Fernández y De Cea Ingenieros. Santiago: Biblioteca de SECTRA.
- SECTRA (2008) Anexo 5: Metodología de cálculo de las medidas de acceso. Análisis, desarrollo y evaluación de proyectos urbanos, III Etapa. Efectos urbanos futuros en Santiago EFFUS. Reporte por Labtus, Universidad de Chile.
- SECTRA (2011) Evaluación social programa nº3 del Plan Maestro de Infraestructura 2010-2015. Resumen ejecutivo en SECTRA.
- SECTRA (2013) Estudio de tarificación vial por congestión II etapa. Reporte por Steer Davies Gleave. Santiago: Biblioteca de SECTRA.
- SECTRA (2014) Corridos base, Estación Mapocho y Quinta Normal de trenes de cercanía. Modelado por EFE.
- SECTRA (2015) Actualización y recolección de información del sistema de transporte urbano, IX Etapa: Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Reporte por Observatorio Social, Universidad Alberto Hurtado. Santiago: Biblioteca de SECTRA.
- Seremi del Medio Ambiente (2016) Depósitos clandestinos de la Región Metropolitana. En noticia de La Tercera, accedido el 12 de abril de 2016 en <http://papeldigital.info/lt/2016/04/12/01/paginas/020.pdf>
- SII (2014) Base de datos: Catastro de roles de Santiago 2013. Santiago: Transparencia del Servicio de Impuestos Internos.
- Stan Development Team (2015) The R interface to Stan. Accedido por última vez el 15 de diciembre de 2015 en <http://mc-stan.org/interfaces/rstan>
- Stanley J.K., Hensher D.A., Stanley J.R. y Vella-Brodrick (2011) Mobility, social exclusion and well-being: Exploring the links. Transport Research Part A, 45, 789-801.
- StataCorp (2011) Stata Statistical Software: Release 12. College Station, TX: StataCorp LP.

Bibliografía

- Stephens M.A. (1974). EDF Statistics for Goodness of Fit and Some Comparisons, *Journal of the American Statistical Association*, 69, pp. 730-737.
- Stewart A.F. (2014) Visualizing urban accessibility metrics for incremental Bus Rapid Transit projects. Thesis for the Master of Science in Transportation and Master in City Planning at Massachusetts Institute of Technology.
- Stewart A.F. y Zegras C. (2015) CoAXs: interactive mapping for measuring and communicating transit's accessibility impacts to support co-creative planning. *International Conference Series on Competition and Ownership in Land Passenger Transport (Thredbo)*. Santiago, Chile, August 29 – September 4, 2015.
- Shirahige, M., Correa, J. (2015) La desigualdad en el acceso al transporte público en el área metropolitana de Santiago: Análisis mediante la aplicación del modelo PTAL en campamentos y villas de blocks. *Revista CIS*, 18, 55-88.
- Tanzi V. (2005) Building regional infrastructure in Latin America. *Inter-American Development Bank, INTAL-ITD, working paper SITI nr 10*.
- Tressidier J.O., Meyers D.A., Burrell J.E. y Powell T.J. (1968) *The London transportation study: Methods and techniques*. *Proceedings of the Institute of Civil Engineers* 39, 357-379.
- World Bank (2011) Datos: Índice de Gini. Accedido por última vez el 20 de abril de 2016 en <http://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.GINI>
- Thomopoulos N., Grant-Muller S. y Tight, M.R. (2009) Incorporating equity considerations in transport infrastructure evaluation: Current practice and a proposed methodology. *Evaluation and Program Planning*, 32, 351-359.
- Tudela A., Akiki N. y Cisternas R. (2006) Comparing the output of cost-benefit and multi-criteria analyses: an application to urban transport investments. *Transportation Research Part A*, 40(5), 414-423.
- Van Wee B. y Geurs K. (2011) Discussing equity and social exclusion in accessibility evaluations. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 11(4).
- Vasconcellos E.A. (2011) Equity evaluation of urban transport. En Dimitriou, T. and Gakenheimer, R. (eds.) *Urban Transport in the Developing World: A Handbook of Policy and Practice* (Capítulo 12). Edward Elgar Publishing, London.
- Wallace C.S. (2004) *Inductive Inference*. In C.S. Wallace (ed.) *Statistical and inductive inference by minimum message length* (Capítulo 1). Springer, New York.
- Weisbrod G., Mulley C. y Hensher D. (2015) Recognising the complementary contributions of cost benefit analysis and economic impact analysis to an understanding of the worth of public transport investment: A case study of bus rapid transit in Sydney, Australia. *International Conference Series on Competition and Ownership in Land Passenger Transport (Thredbo)*. Santiago, Chile, August 29 – September 4, 2015.
- Williams H.C.W.L. (1976) Travel demand models, duality relations and user benefit analysis. *Journal of Regional Science*, 16(2), 147-165.
- Williams H.C.W.L y Senior M.L. (1978) Accessibility, spatial interaction and the spatial benefit analysis of land use – transportation plans. In A. Karlqvist, L. Lundqvist, F. Snickars, J.W. Weibull (Eds.) *Spatial interaction theory and planning models*. Elsevier North-Holland, Amsterdam, 253-287.
- Wilson A.G. (1967) A statistical theory of spatial distribution models. *Transportation Research* 1, 253-269.