

El metro y los desafíos de la movilidad urbana



Congreso Anual y Asamblea General
14 - 18 de abril de 2024 · Quito, Ecuador

C. Erik Vergel-Tovar, Ph.D.

Profesor Asociado

Facultad de Arquitectura y Diseño

Centro de Estudios Interdisciplinarios para el Desarrollo CIDER

Universidad de los Andes

c.vergel@uniandes.edu.co

Alamy

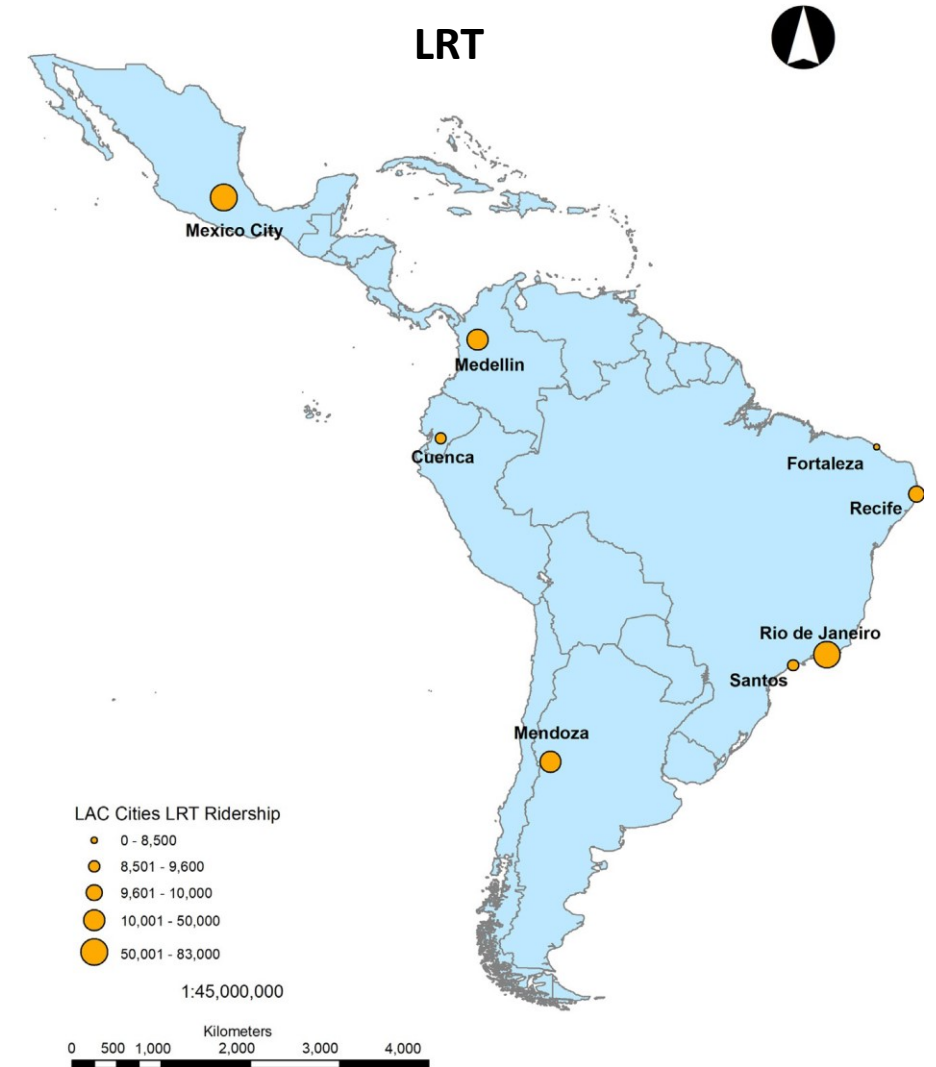
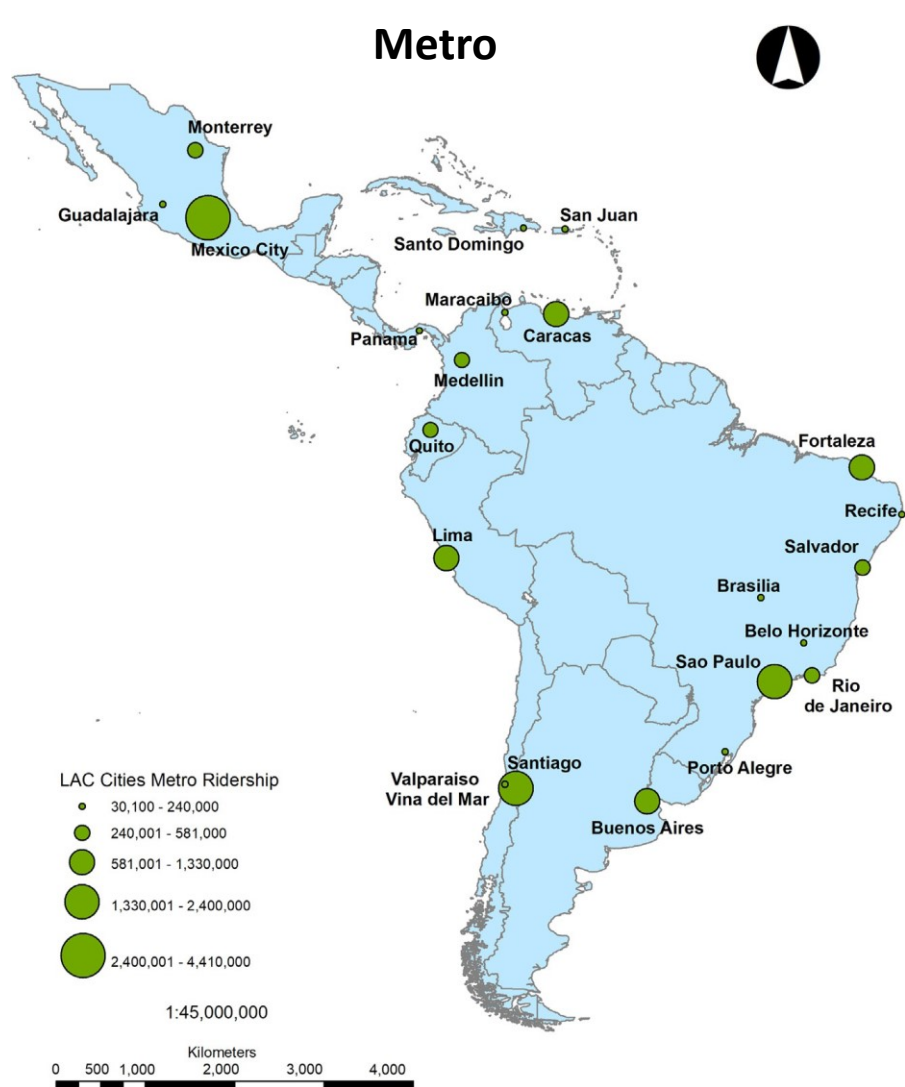
 **Universidad de
los Andes**

Contenido

1. Movilidad sostenible y usos del suelo en América Latina
2. Impactos de los sistemas de transporte masivo en la estructura espacial urbana
3. DOT y sostenibilidad urbana: cinco desafíos

Movilidad sostenible y uso del suelo en América Latina

Movilidad sostenible y uso del suelo en América Latina



Movilidad sostenible y uso del suelo en América Latina: sistemas de rieles

Metro



Metro en Ciudad de Panamá

Fuente: Uribe, 2021

Light Rail Transit LRT



Tranvía de Ayacucho en Medellín

Fuente: Vergel, 2021

Movilidad sostenible y uso del suelo en América Latina: sistemas de rieles

Metro



Metro en Quito

Fuente: <https://www.larepublica.ec/blog/2016/08/13/aseguran-que-tuneladora-que-usaran-para-metro-de-quito-no-danara-patrimonio/>

Light Rail Transit LRT



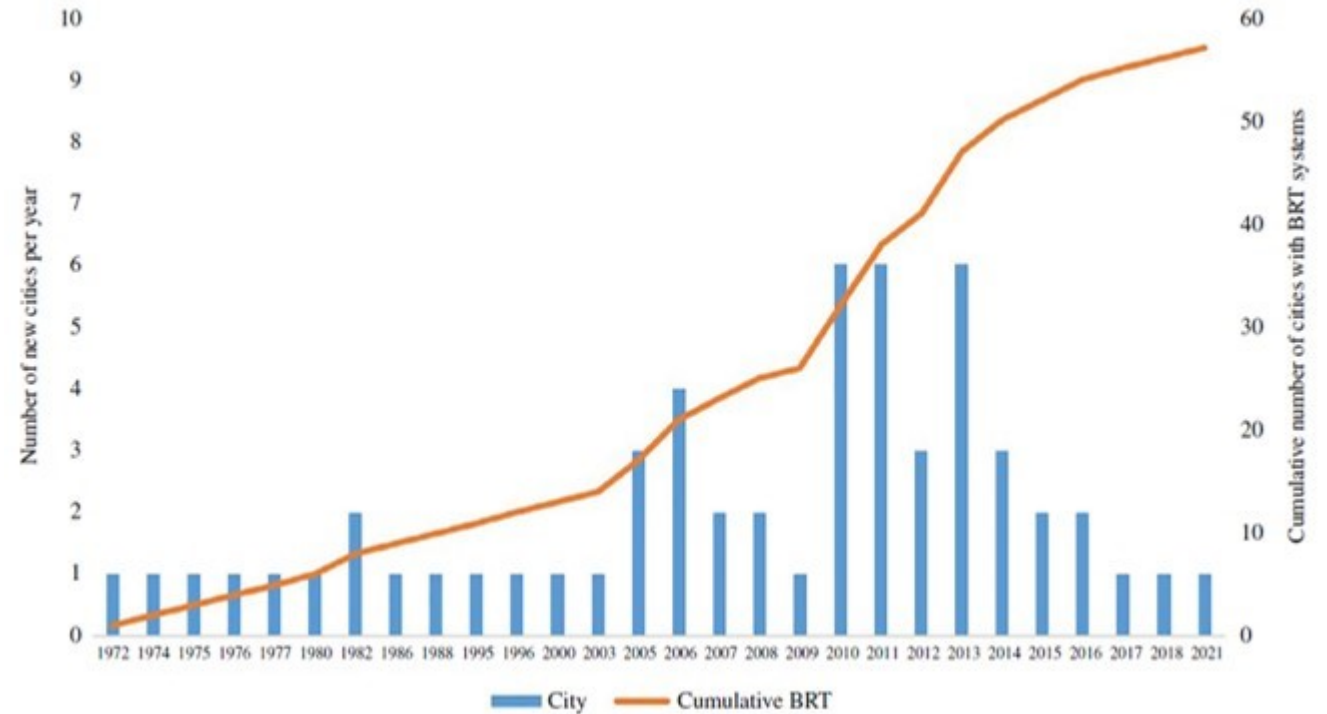
Tranvía en Cuenca

Fuente: Fernandez de Cordova & Pauta Pesantez, 2020

Movilidad sostenible y uso del suelo en América Latina: Bus Rapid Transit BRT



BRT networks in Latin America and the Caribbean over time

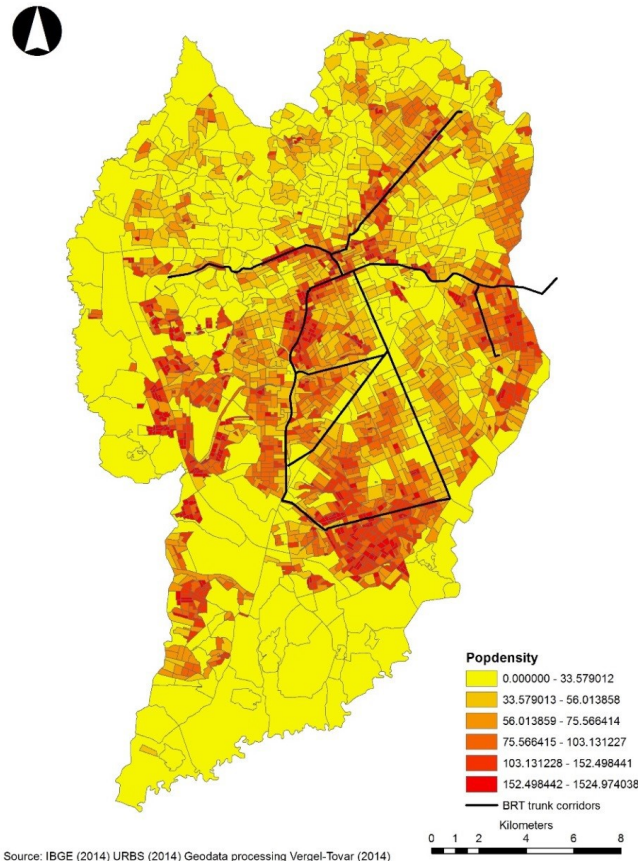


Source: Author (BRTDATA.ORG, 2020. Global BRT Data. Retrieved 10/20/2020, from https://brtdata.org/location/latin_america).

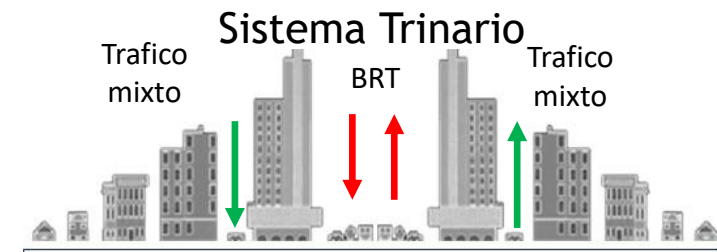
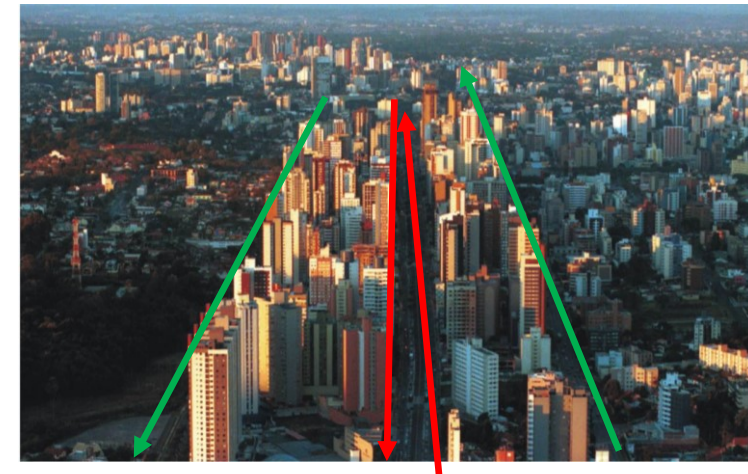
Movilidad sostenible y uso del suelo en América Latina: Bus Rapid Transit BRT

Bus Rapid Transit BRT

Curitiba, Brazil



Source: IBGE (2014) URBS (2014) Geodata processing Vergel-Tovar (2014)



Movilidad sostenible y uso del suelo en América Latina: Bus Rapid Transit BRT

Bus Rapid Transit BRT



Fuente: <http://www.metropolitano.com.pe/conocenos/>



Fuente: Vergel, 2019

Movilidad sostenible y uso del suelo en América Latina: Bus Rapid Transit BRT

Bus Rapid Transit BRT



Fuente: Vergel, 2011

<https://www.elheraldo.co/barranquilla/transmetro-anuncia-que-ruta-navidena-operara-hasta-el-12-de-enero-691644>

Movilidad sostenible y uso del suelo en América Latina: Cables Aéreos



Sistema de cables aéreos en Medellín, Colombia



Fuente: Vergel-Tovar, C.E., 2021

Movilidad sostenible y uso del suelo en América Latina: Cables Aéreos

Cables Aéreos



Cable Aéreo en Medellín

Fuente: Vergel, 2021

Movilidad sostenible y uso del suelo en América Latina: Cables Aéreos

Cables Aéreos



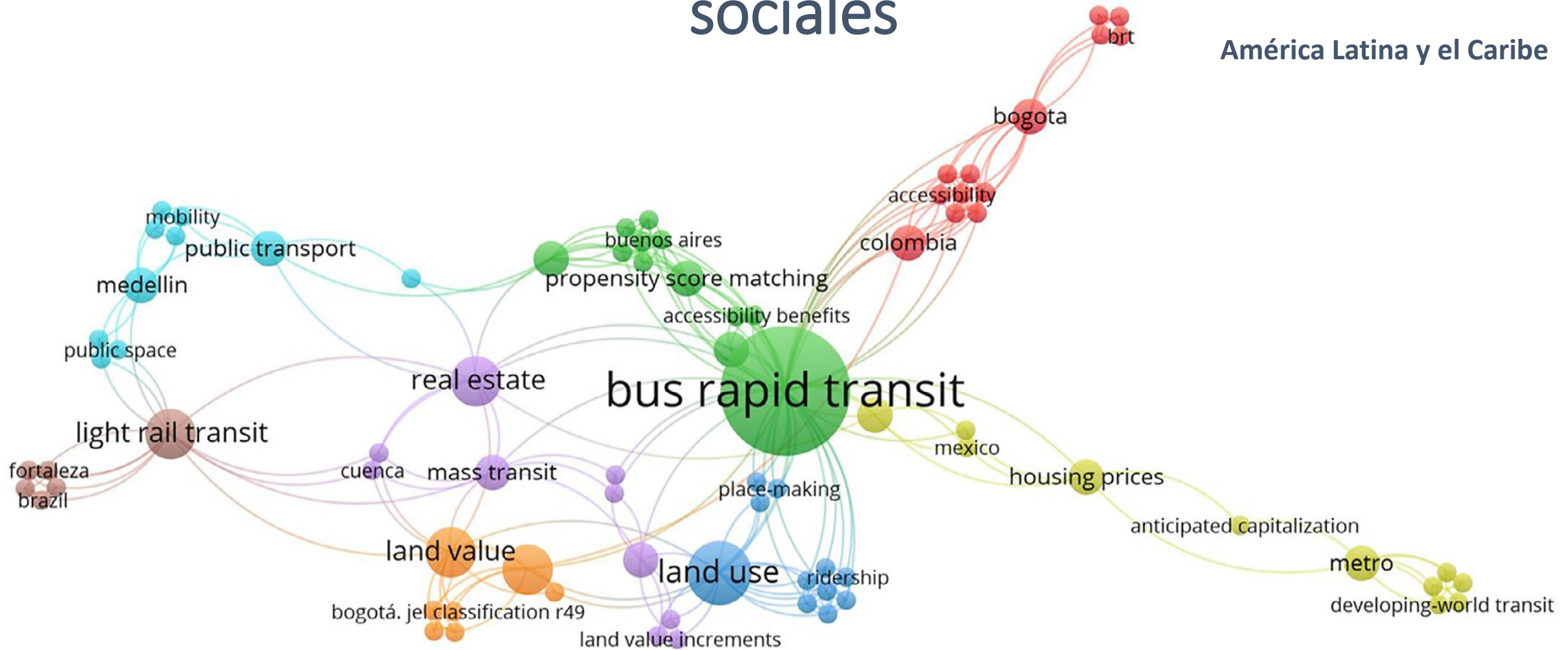
Fuente: <https://www.archdaily.co/co/758231/la-paz-y-el-teleferico-urbano-mas-alto-del-mundo>



Fuente: Vergel, 2021

Efectos de las inversiones en transporte público sobre el uso del suelo, el desarrollo económico y los cambios sociales

América Latina y el Caribe



Fuente: Vergel-Tovar, C. Erik, 2021, Sustainable transit and land use in Latin America and the Caribbean

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2543000921000226>

Resumen de los hallazgos en investigación: sistemas de rieles

Sistemas de rieles (metro)

- En algunos casos, el anuncio inicial de planes para expandir estos sistemas parece afectar los precios de la vivienda y el valor del suelo, mientras que en otros no tienen un impacto perceptible.
- Todos los estudios confirman que los sistemas de metro tienen un efecto positivo en los precios de la vivienda y el valor del suelo, especialmente al medir la accesibilidad a las estaciones.

Sistemas de rieles (LRT)

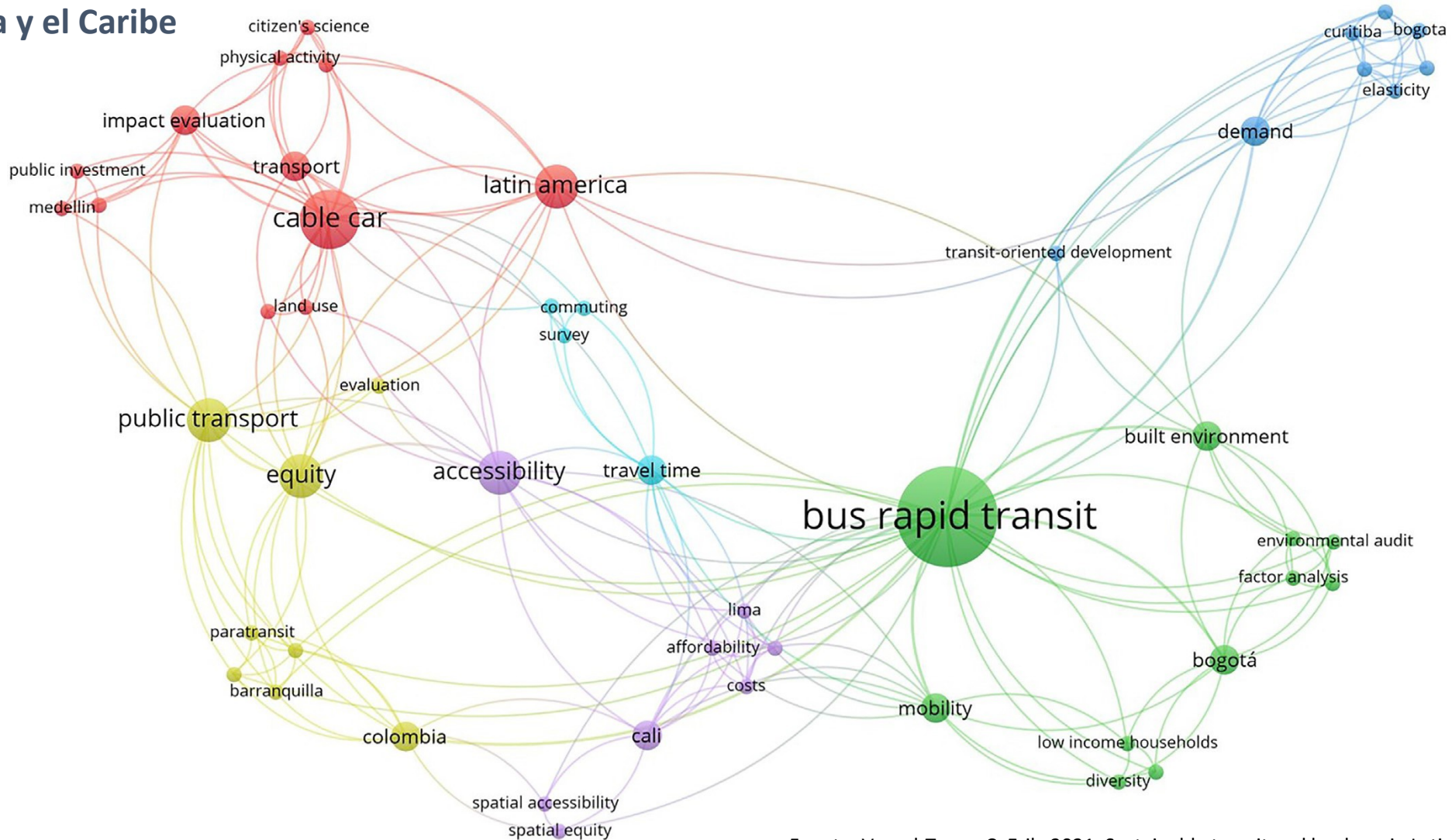
- Efectos positivos en usos comerciales y precios a lo largo de los corredores
- Procesos de adquisición de suelo que afectan a residentes lo cual lleva a la implementación de proyectos de reasentamiento o reubicación

Resumen de los hallazgos en investigación: sistemas tipo BRT

- Existen incrementos asociados con la proximidad a las estaciones debido a los beneficios de accesibilidad proporcionados por los sistemas BRT
- Algunos estudios sugieren que los incrementos en los precios de inmuebles y del suelo tienen variaciones en términos espaciales, lo que implica que los sistemas BRT tienen impactos heterogéneos incluyendo otros atributos del entorno construido influyendo en la asociación
- Los impactos de BRT en la densidad y las áreas construidas también son más intensos dentro del área de influencia de las terminales, en su mayoría ubicadas en las periferias urbanas

Estudios de inversión en transporte masivo, forma urbana y comportamiento de viaje

América Latina y el Caribe



Fuente: Vergel-Tovar, C. Erik, 2021, Sustainable transit and land use in Latin America and the Caribbean

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2543000921000226>

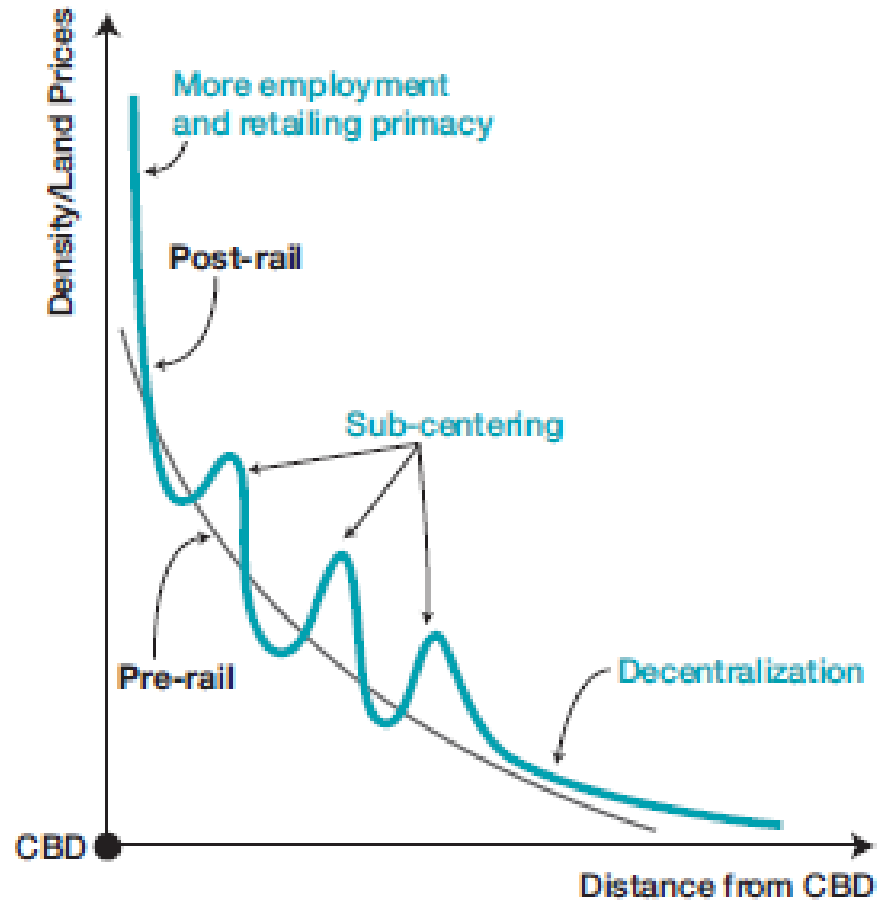
Resumen de los hallazgos en investigación

- El impacto más significativo está asociado a la reducción de los **tiempos de viaje** de los residentes en áreas servidas por **cables aéreos** mejorando la accesibilidad a centros de empleo
- Los **sistemas de transporte masivo** aún enfrentan el desafío de interactuar con la oferta de **transporte informal**, especialmente en las periferias urbanas
- Si bien las áreas con **formas urbanas caracterizadas por densidades más altas y una mejor oferta de transporte público** sugieren que es **menos probable que los pasajeros conduzcan**, se requiere más investigación para comprender las implicaciones de la coexistencia de los sistemas de transporte masivo y los **servicios de transporte informal** en la región
- Los estudios que abordan el tema del acceso a los servicios de transporte público, incluido el transporte masivo, sugieren que **los grupos de bajos ingresos siguen estando en desventaja** en términos de acceso a centros de empleo y nodos de actividad

Impactos de los sistemas de transporte masivo en la estructura espacial urbana

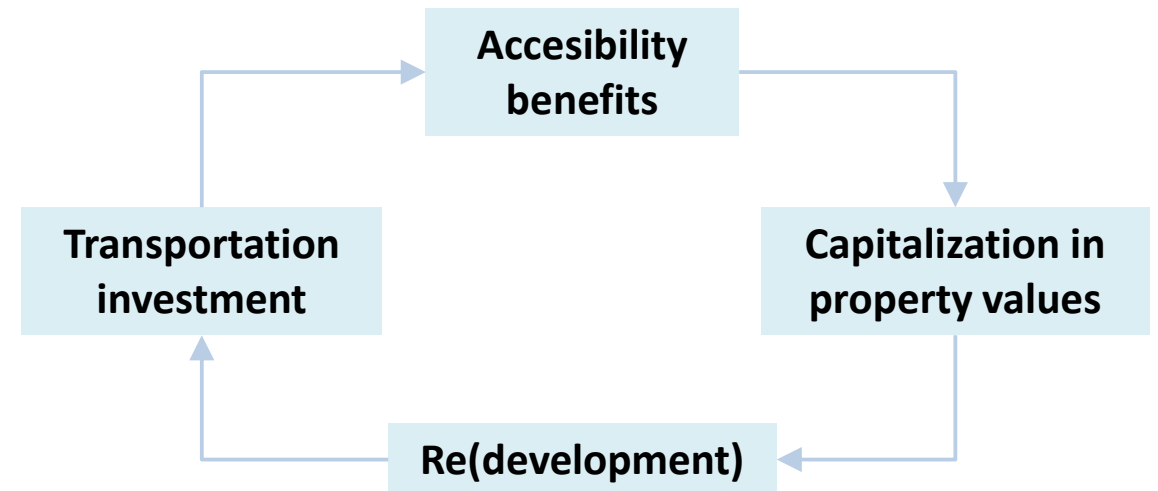
Marco conceptual

Teoría de la renta del suelo y efectos del transporte masivo



Source: Cervero (UN-Habitat & Programme, 2013)

Beneficio de accesibilidad y ciclo del redesarrollo urbano



Source: Adjusted from (D. Rodriguez, Vergel-Tovar, & Camargo, 2016)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0967070X15300615>

Sistemas de transporte masivo y sus efectos en precios de inmuebles y mercado inmobiliario

1980

1990

2000

2005



Washington, DC, US

- Distance to stations
- Retail sector
- Opening date on property values

OLS
Damm et.al.
(1980)

San Francisco, US

- Proximity to stations capitalized into home prices
Hedonic binomial logit
Landis et.al.
(1995)

Chicago, IL, US

- Increments residential values ½ mile transit stations
Before/after log
McDonald Osuji
(1995)

Washington DC, US

- Decrease of 2.50% for each one-tenth mile increase distance stations
Hedonic models
OLS
semi-log
Benjamin, Sirmans
(1995)

San Francisco Bay Area, CA, US

- Vacant land and land use changes
- Increase on residential land uses within BART stations
Binomial logit
OLS
Cervero, Landis(1995)

San Francisco, New York and Portland

- SF: property values lower further away from stations
- NYC: home prices decline further away subway stations
- Portland: property values increase closer to stations
Hedonic models
Log-linear
Lewis-Workman brod
(1997)

Atlanta, GA, US

- Properties within ¼ mile station selling prices 19% lower
- Houses beyond three miles transit station sell on average for 4.7% more if the transit station included a parking lot
Hedonic models
Bowes Ihlandfeldt
(2001)

Los Angeles, CA, US

- Multifamily housing units near subway stations experienced land value benefits
Hedonic models
Cervero, Duncan
(2002)

Seoul, South Korea

- Premium of 8.9% within 1 km. distance from transit stations before the opening of the Line 5
Hedonic models
Bae, Jun, Hyeon (2003)

Chicago, IL, US

- Appreciation of 6.89% points higher of home prices closer to transit stations
Hedonic models
McMillen Macdonald
(2004)

Sistemas de transporte masivo y sus efectos en precios de inmuebles y mercado inmobiliario

2005

2010

2020



Seoul, South Korea

- Premium 8.9% within 1 km from transit stations before the opening of the Line 5 Hedonic models *Bae, Jun, Hyeon (2003)*

Seoul, South Korea

- Premium US D\$7.54 commercial land values
- Premium US D\$5.88 Samsung Center area Hedonic models *Kim, Zhang (2005)*

London, UK

- Increase housing prices 9.3% within influence area
- Reduction 1.5% housing prices 1km further away stations Hedonic models *Gibbons, Machin (2005)*

Eastern Massachusetts US

- Premium properties in municipalities with access to the commuter rail between 9.6%-10.1%. Hedonic models *Armstrong, Rodriguez (2006)*

Sunderland, UK

- No evidence increase prices 2002-2003, when the system opened.
- Property attributes and urban environment had a significantly higher influence on property prices than access to mass transit ANOVA *Du, Mulley (2007)*

Santiago de Chile, Chile

- Increase prices of apartments by 3.1%-5.5% after the location of the stations were announced
- Price increased 4.2% - 7.9% after announcement construction Line 4 Hedonic models *Agustini, Palmucci (2008)*

Madrid, Spain

- Properties within 1km from METROSUR station showed lower prices by 2.2%-3.2% than properties closer to the railway station
- Properties 1km away from Cercanias Train stations showed prices lower by 3.4%-5.2% than properties next to railway stations Hedonic models *Mejia-Dorantes, Paez, Vassallo (2010)*

Guangzhou, China

- City-wide model: doubling distances from stations 4.7% price decrease
- Metro and BRT: stronger effects of metro on property values, areas with BRT also positively associated (close to amenities) OLS Spatial *Salon, Wu, Shewmake (2014)*

Buenos Aires, Argentina

- Housing prices changes of -5% (200m from station), changes of 3.6% (200m-600m from station) Hedonic models *Rosanovich et.al. (2019)*

Medellin, Colombia

- Premiums 3-14% on land parcels served Metro
- Premiums 3-4% on land parcels served by LRT Hedonic models Diff-diff *Vergel-Tovar, Suzuki, Martinez (2021)*

Bogota, Colombia

The metro has an important and positive impact on houses located within a radius of 500 m and 1, 1.5 and 2 km from a future metro station. -7.1% price increase in real estate located within 1 km -the impact is greater on flats than on houses *Cardenas, Gallego, Urrutia(2023)*

Impactos BRT en Bogotá

Los resultados de investigación sobre los impactos del BRT en precios:

- Los valores de los inmuebles (desarrollos multifamiliares) experimentaron incrementos del 6,8% al 9,3% (cada cinco minutos a las estaciones BRT de la fase uno) (Rodriguez, D.A. and F. Targa, 2004)
- La expansión de la red BRT con la segunda fase presentó asociaciones con precios de venta entre 13% y 14% más altos para los inmuebles en los corredores de la fase uno (Rodríguez, D.A. and Mojica, C., 2009)
- Se encontraron incrementos del 22% para propiedades con acceso al sistema BRT (Perdomo-Calvo, J.A., et al., 2007)
- Los precios de las nuevas propiedades atendidas por las rutas alimentadoras del sistema BRT también encontraron primas del 8,7% (Munoz Raskin, R., 2010)
- Precios de alquiler más altos para unidades de vivienda multifamiliares más cercanas al BRT (Cervero and Dai, 2014)
- Los usos del suelo residencial disminuyeron cerca de las estaciones de BRT de la fase uno, con una mayor concentración entre 200 y 500 metros de las estaciones (Vergel-Tovar, C.E. and Welch, P., 2019)
- Los vecindarios de bajos ingresos atendidos por la red BRT experimentaron valores de tierra más altos debido a los beneficios de proximidad (Guzman, L.A., H.D. Enríquez, H.D., and Hessel, P., 2021)

Land development impacts of BRT in Quito and Bogotá

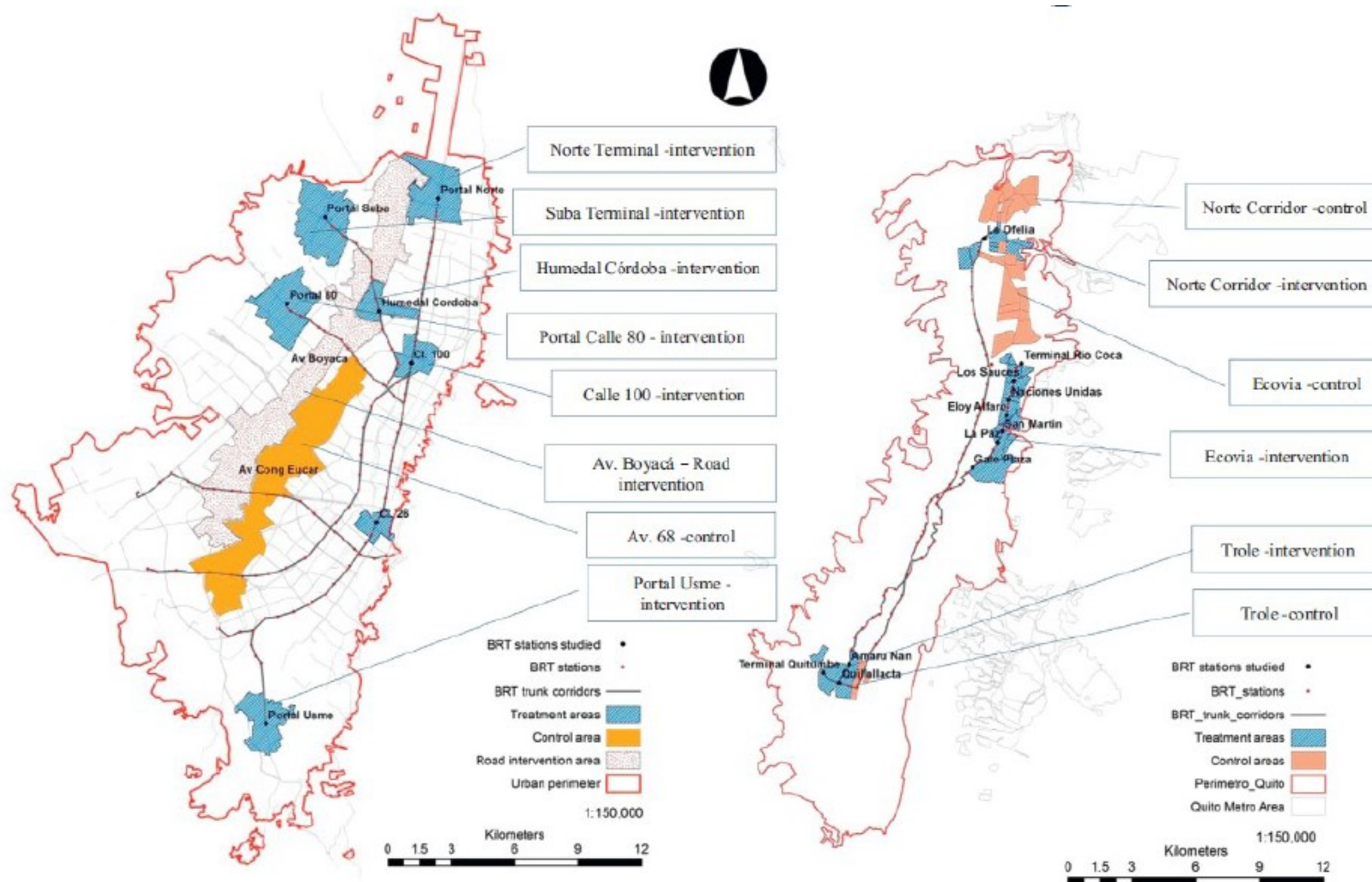


Fig. 2. Intervention and control zones for Bogotá (left) and Quito (right). (For interpretation of the references to color in this figure, the reader is referred to the web version of this article.)

Land development impacts of BRT in Quito and Bogotá

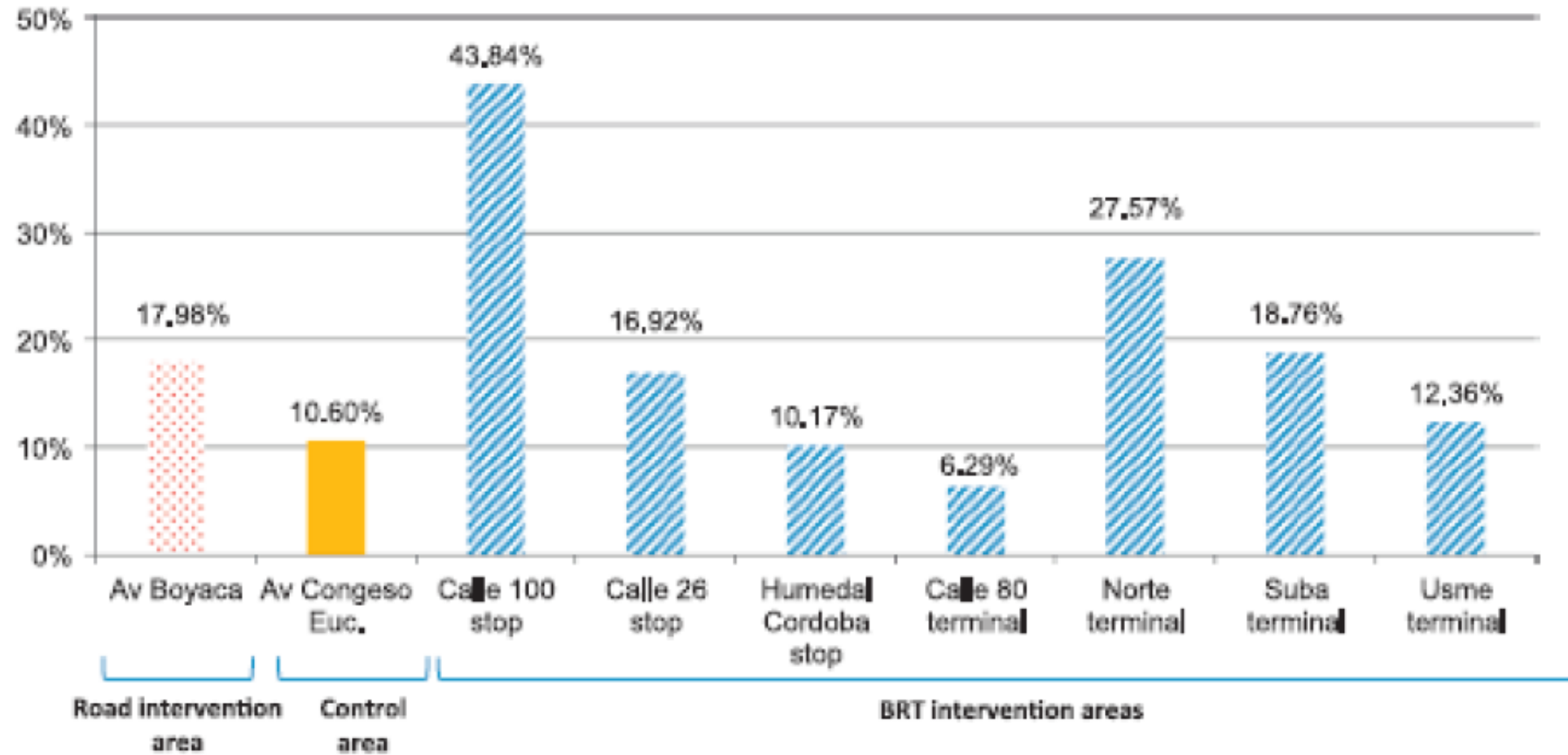


Fig. 3. Square meters built from 2001 to 2010 as percentage of zonal area, selected areas in Bogotá.

Land development impacts of BRT in Quito and Bogotá

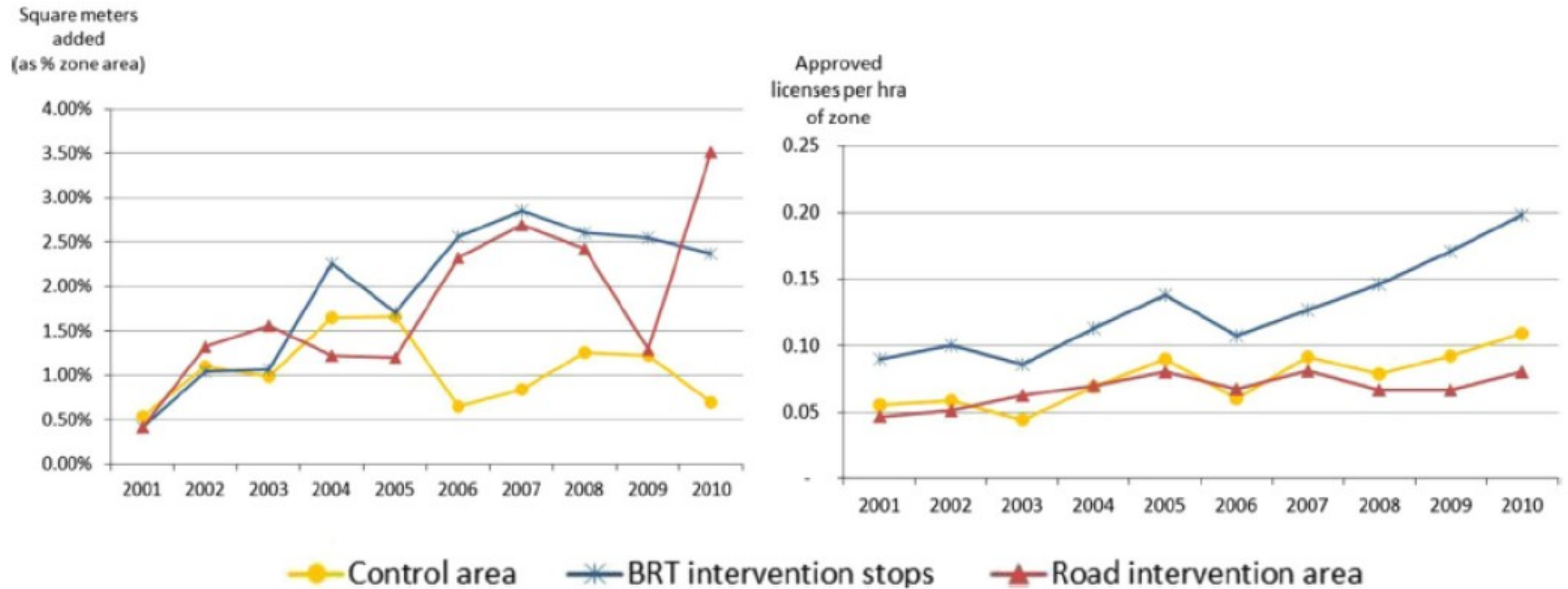


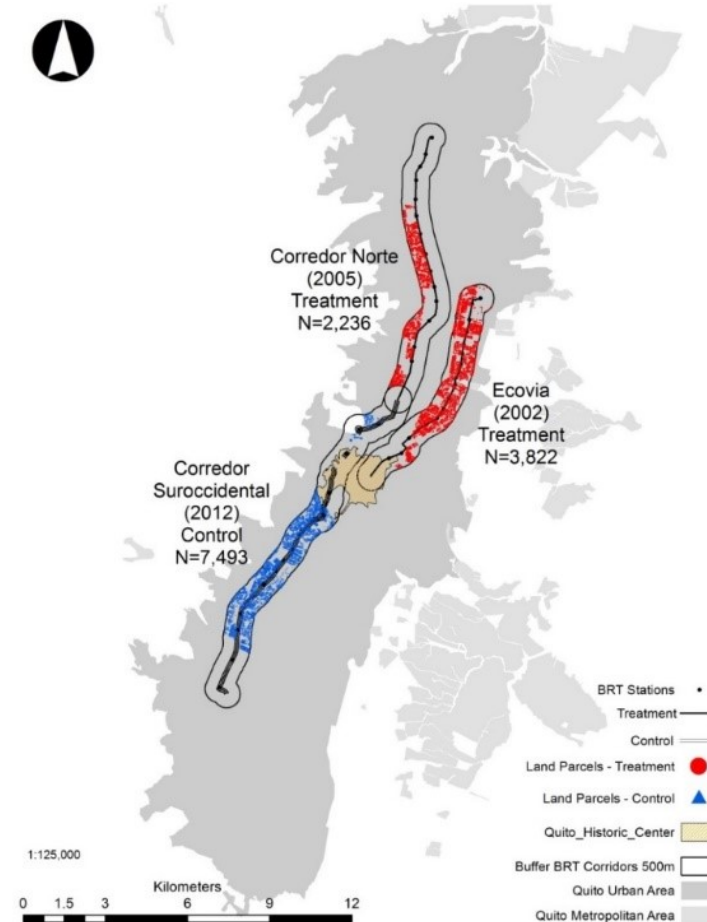
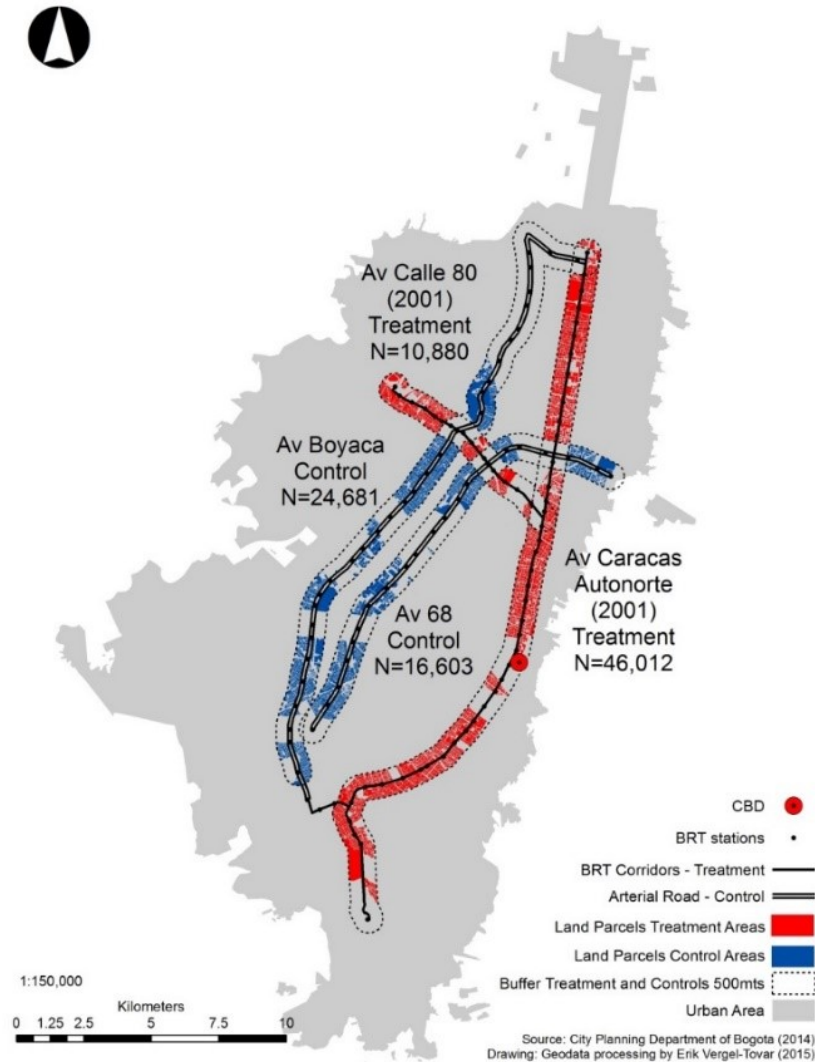
Fig. 4. Square meters built as percentage of zonal area and building licenses approved per hectare of zonal area, 2001–2010.

BRT impacts in Bogotá

Las investigaciones emergentes sobre los impactos del BRT en la densidad, los usos del suelo y el desarrollo en Bogotá muestran:

- Los impactos del sistema BRT en Bogotá encontraron incrementos en la densidad de población y el área edificada (Bocarejo, J.P., Portilla, I., and Pérez, M.A., 2013)
- Mayor concentración de metros cuadrados con licencia en áreas atendidas por estaciones BRT que en áreas de control (Rodriguez, D.A., Vergel-Tovar, C.E., and Camargo, W. 2016)
- Las parcelas ubicadas más cerca del sistema BRT tienen más probabilidades de cambiar hacia usos comerciales (Vergel-Tovar, C.E. and D.A. Rodriguez, 2022)

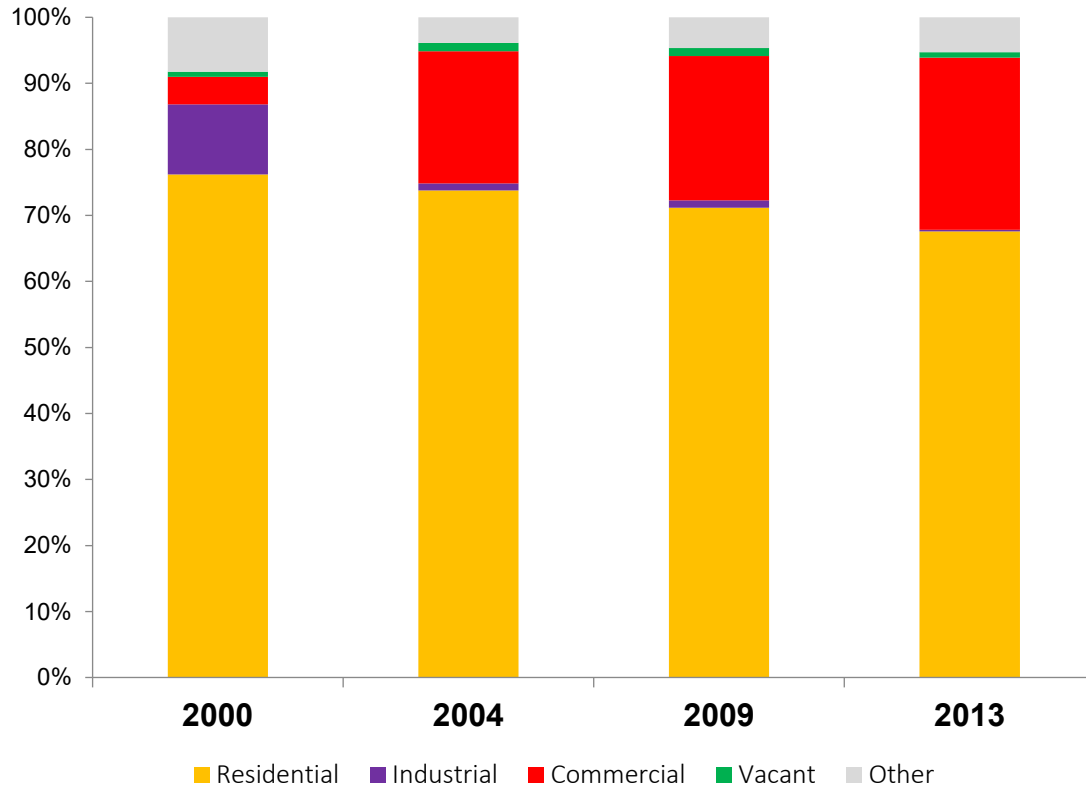
BRT impacts on land uses and development in Quito and Bogotá



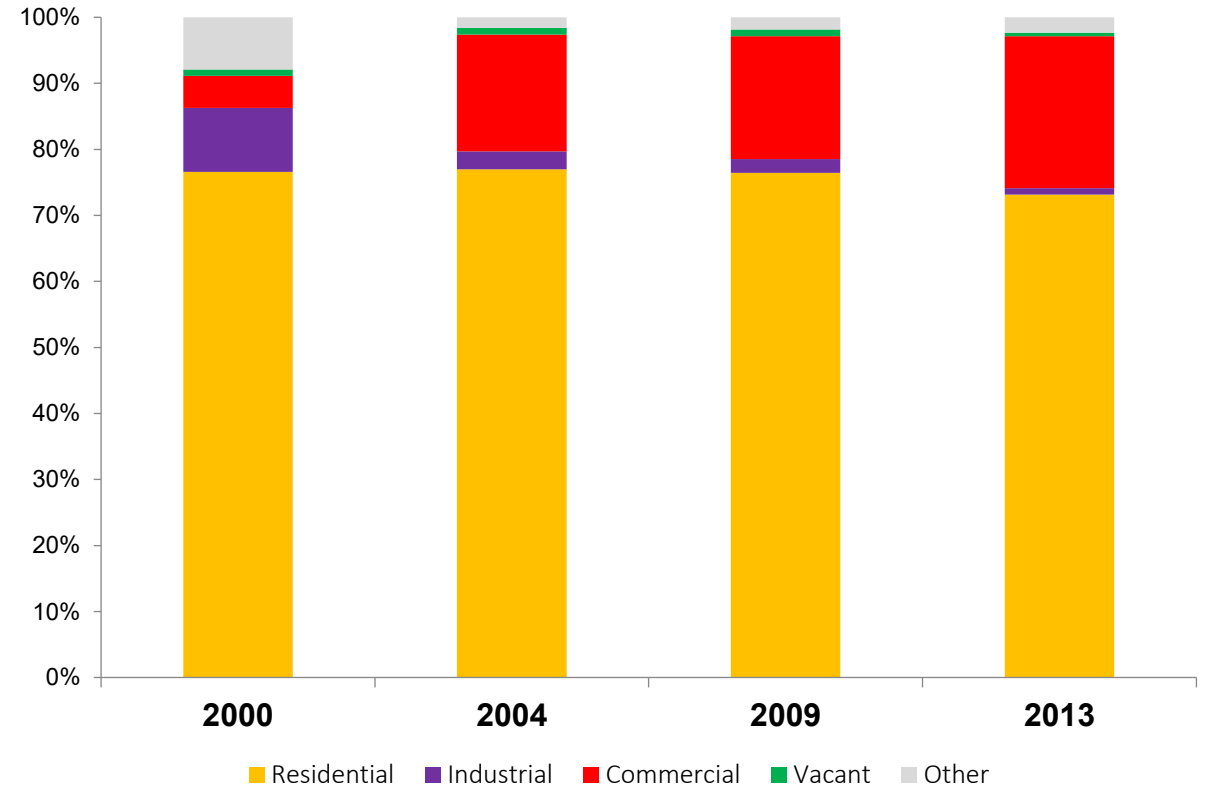
BRT impacts on land uses Quito and Bogotá

Distribution of land uses
(weighted values)

Tratamiento

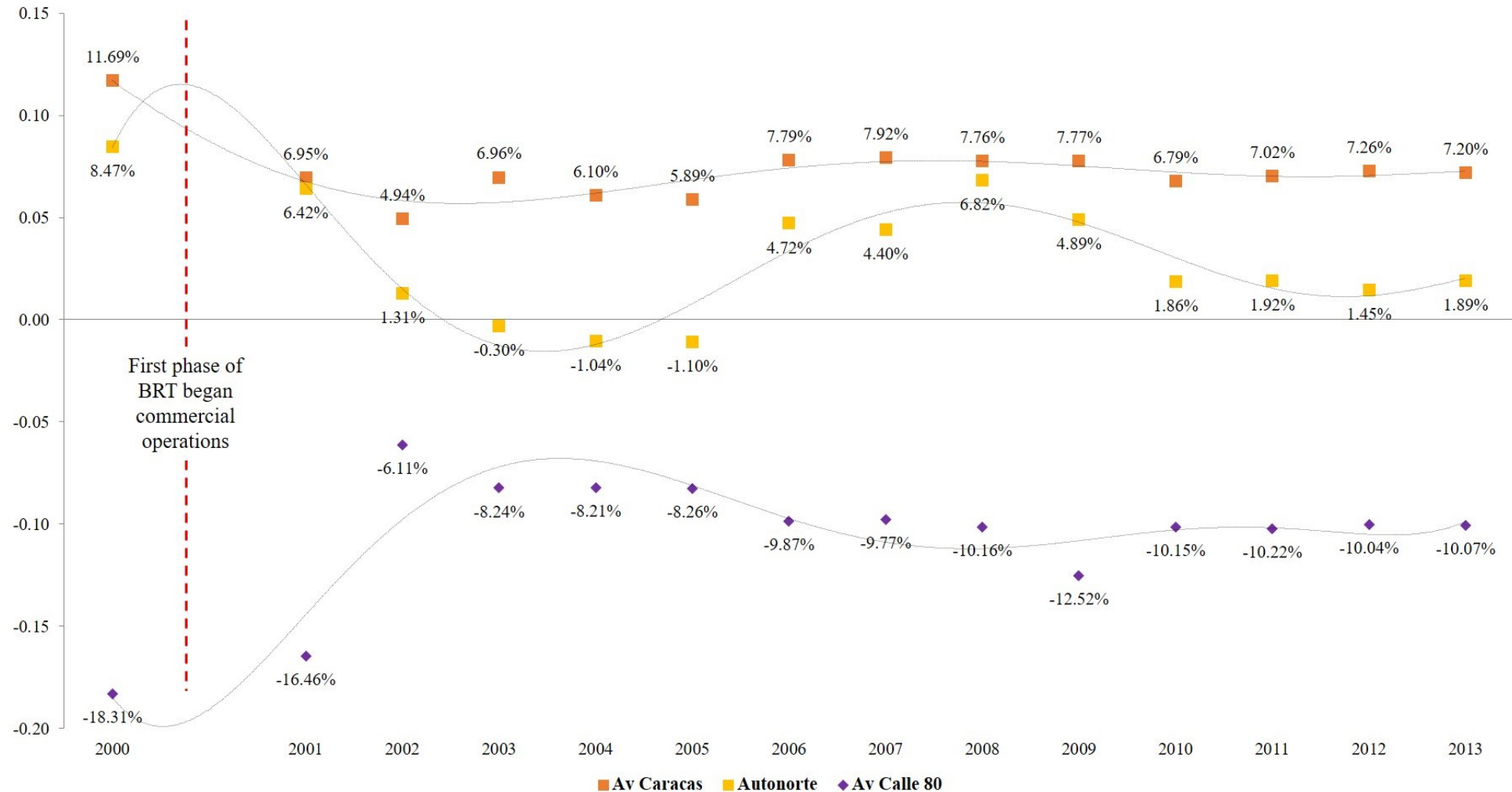


Control



BRT impacts on land uses Quito and Bogotá

Estimated average effect of BRT on built-up area change (percentages) over time by BRT corridor, Bogotá, Colombia



BRT impacts on land uses Quito and Bogotá

Average predicted probability of residential land use over time per BRT corridor, Bogotá, Colombia



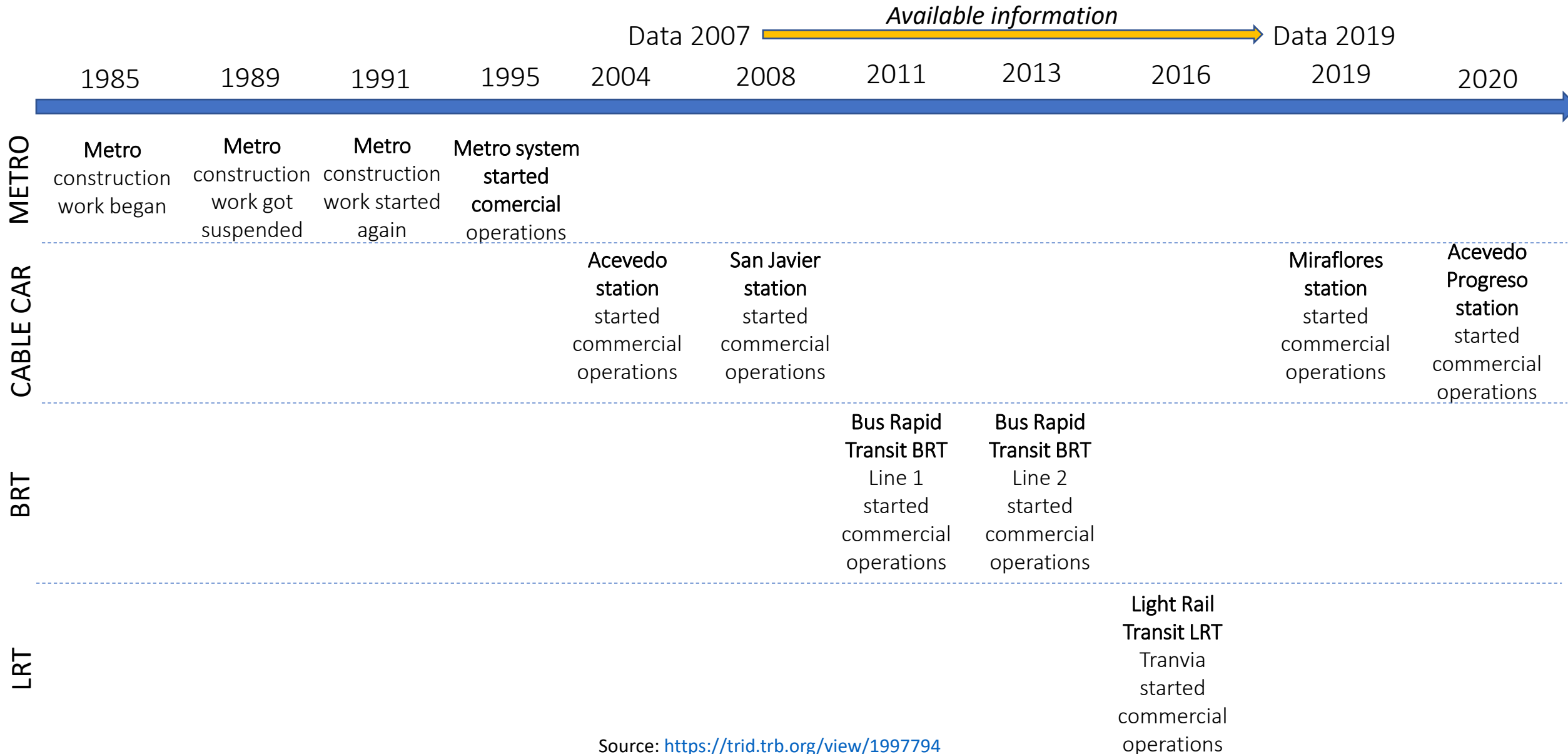
BRT impacts on land uses Quito and Bogotá

Average predicted probability of commercial land uses over time by BRT corridor, Bogotá, Colombia

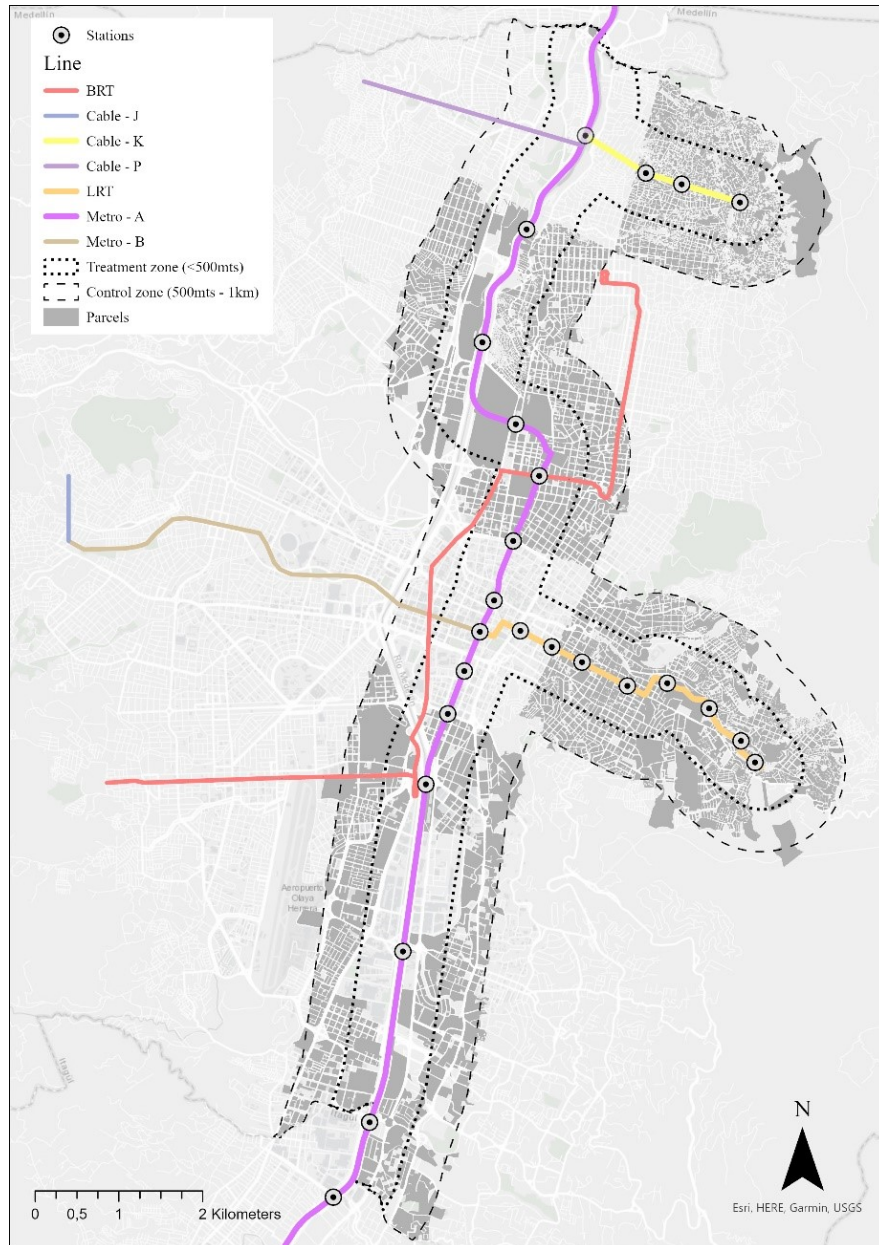


Mass transit investments in Medellín

Research focus: Metro Line A; Cable Car Acevedo & LRT line Ayacucho



Mass transit investments in Medellín



Metro



LRT

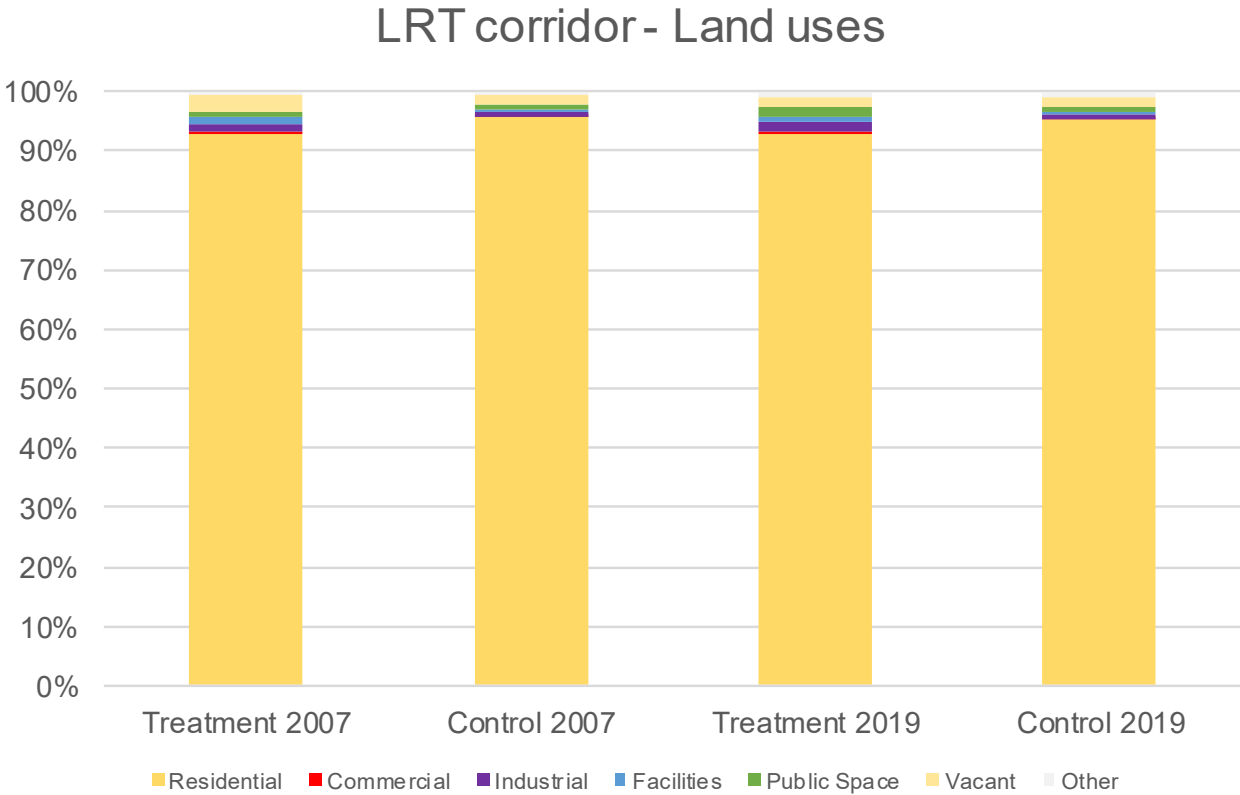
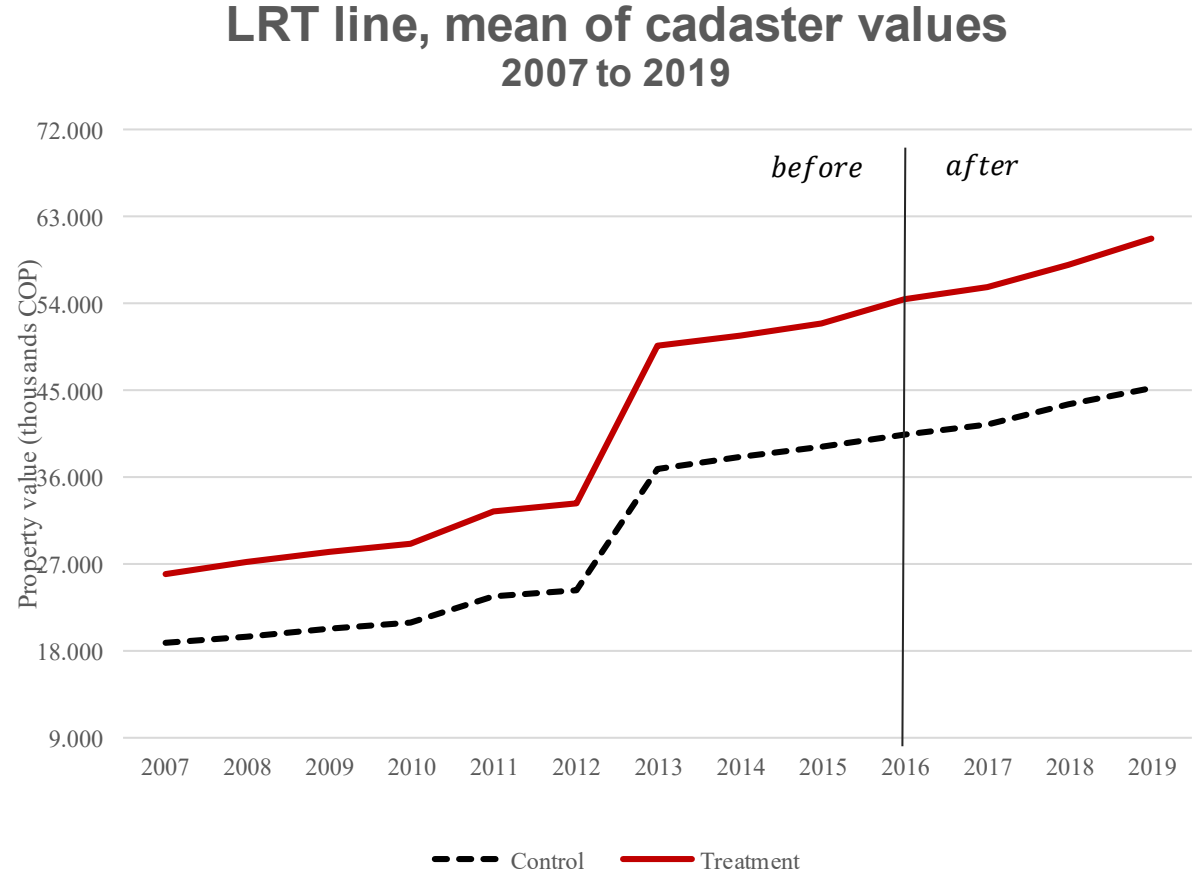


Cable Car

Source:
<https://trid.trb.org/view/1997794>

Mass transit impacts in Medellín

Light-rail impacts on cadaster values in Medellin, Colombia

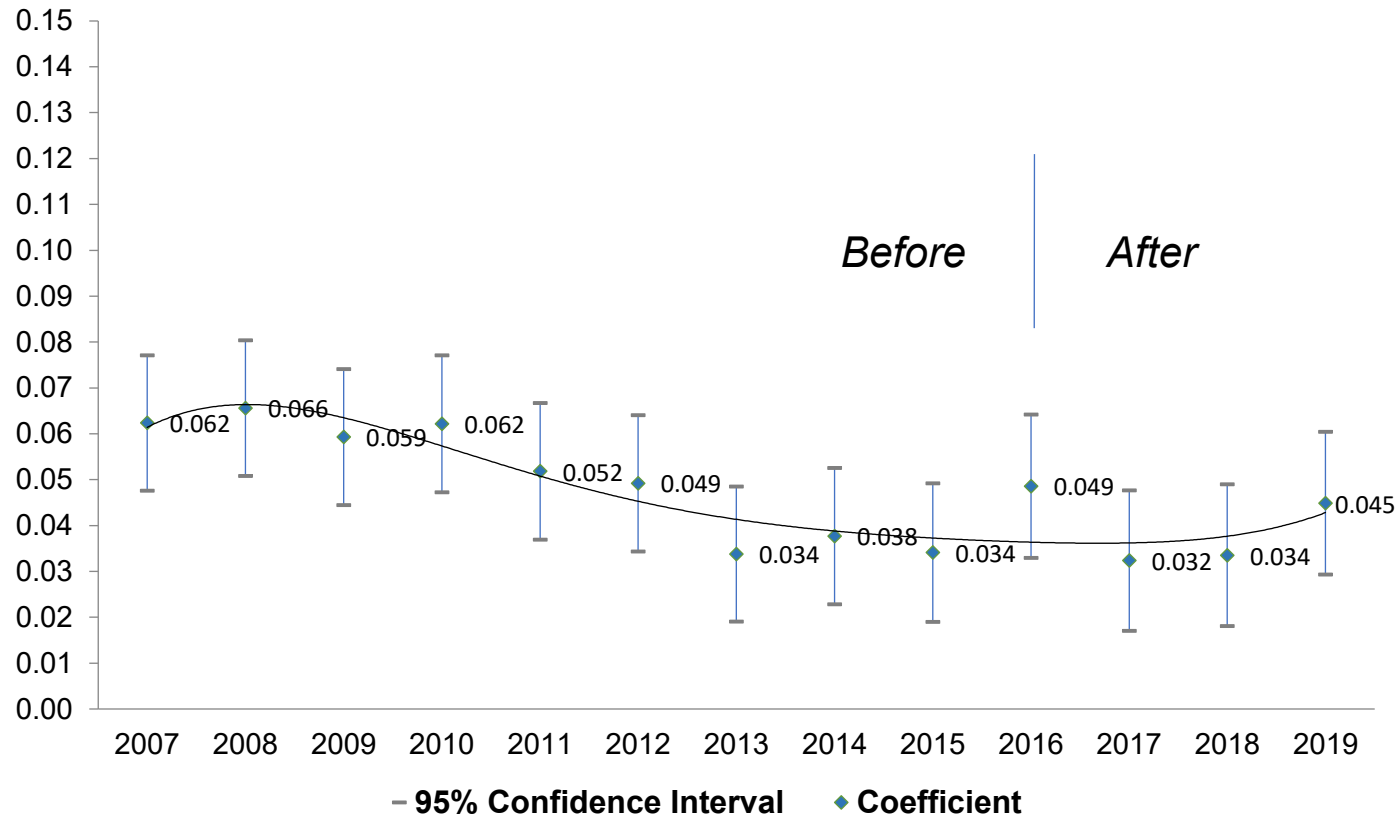


Source: TRB paper (Vergel-Tovar, Suzuki, Martinez, 2022)

Mass transit impacts in Medellín

Light-rail impacts on cadaster values in Medellín, Colombia

Coefficients Land Parcels within the LRT buffer area



Redevelopments in the LRT buffer area



Análisis Efectos Anticipación Metro de Bogotá



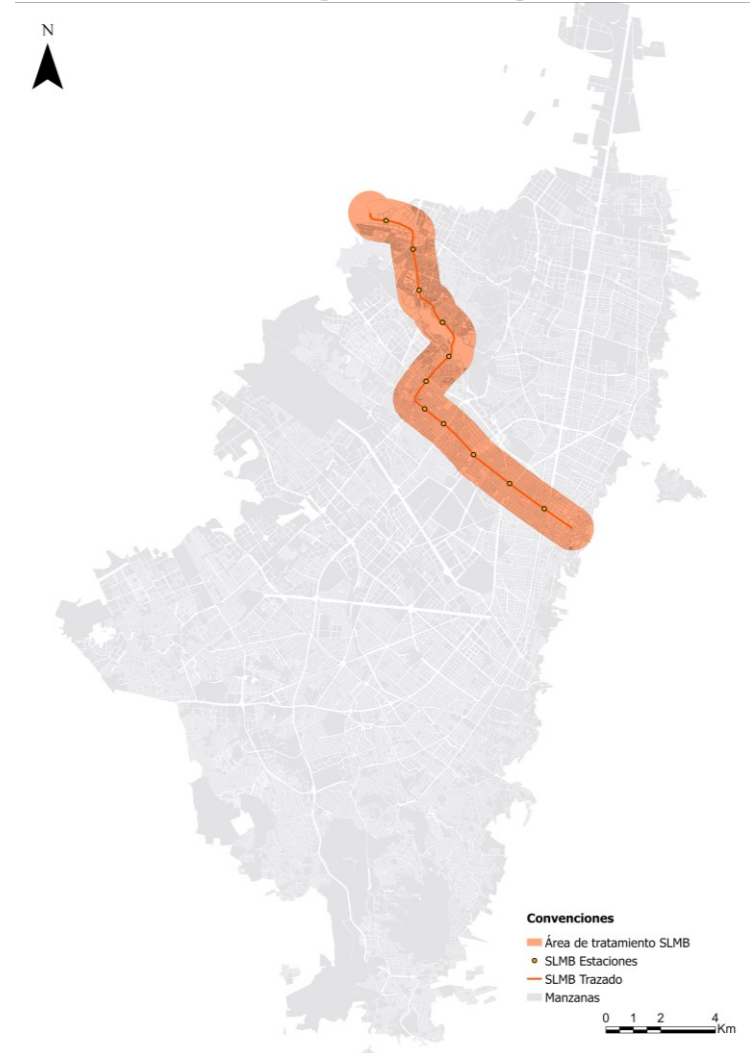
Source: Metro de Bogota, 2022

Análisis Efectos Anticipación Metro de Bogotá

First Line of the Metro Project of Bogota (Colombia)



Second Line of the Metro Project of Bogota (Colombia)



Source: Metro Agency of Bogota, City Planning Department of Bogota, Geoprocessing by Alvarez, 2023

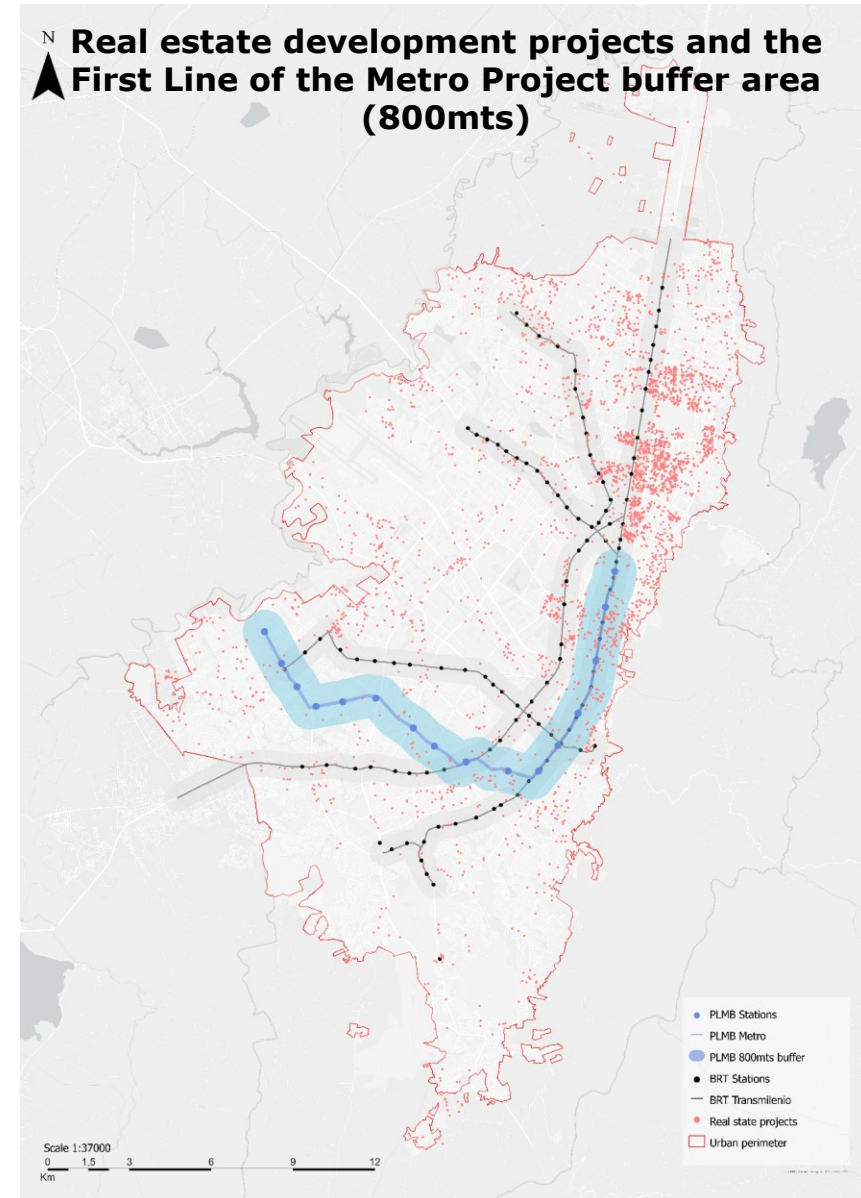
Análisis Efectos Anticipación Metro de Bogotá

Metodología

Datos

- La agencia privada Galería Inmobiliaria GI proporcionó datos de proyectos inmobiliarios en Bogotá del 2002 al 2021 (fecha de inicio de construcción, número de viviendas, características de cada vivienda incluyendo número de dormitorios, baños, estacionamiento, área construida)
- Utilizando software SIG identificamos los proyectos dentro del área de amortiguamiento de 800 metros de la Primera Línea del Proyecto Metro de Bogotá

Source: City Planning Department of Bogotá , Galería Inmobiliaria, 2021, Geoprocessing Alvarez, 2023

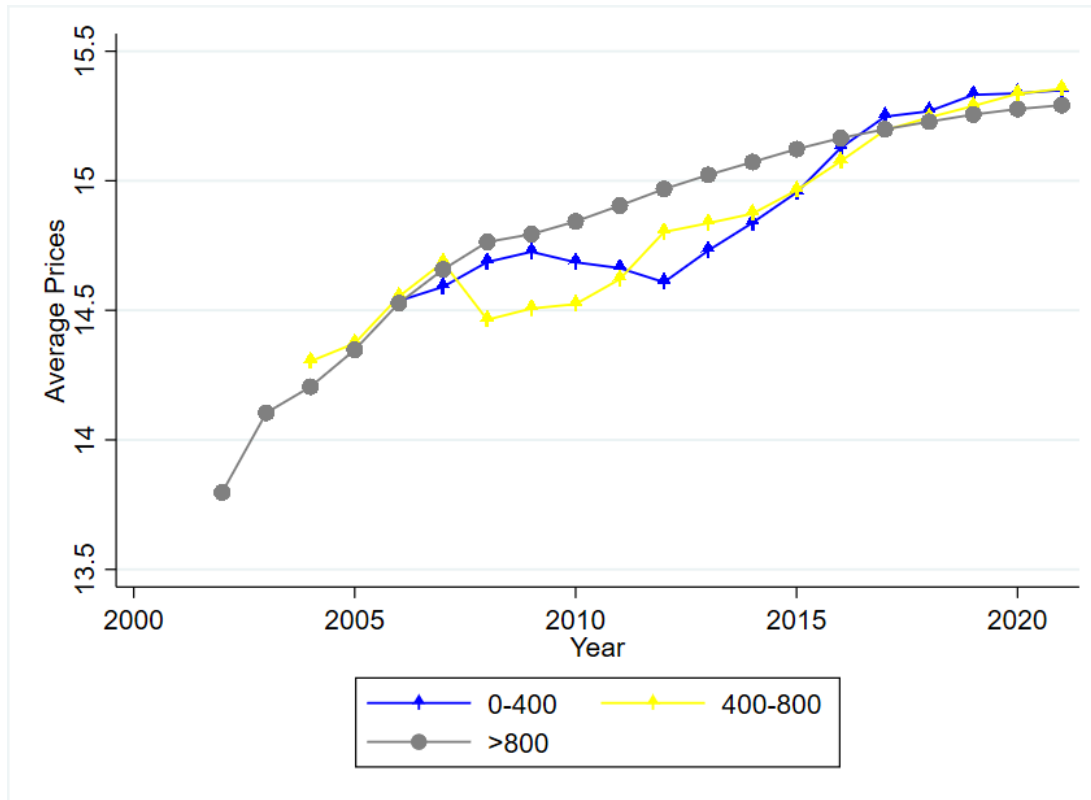


Análisis Efectos Anticipación Metro de Bogotá

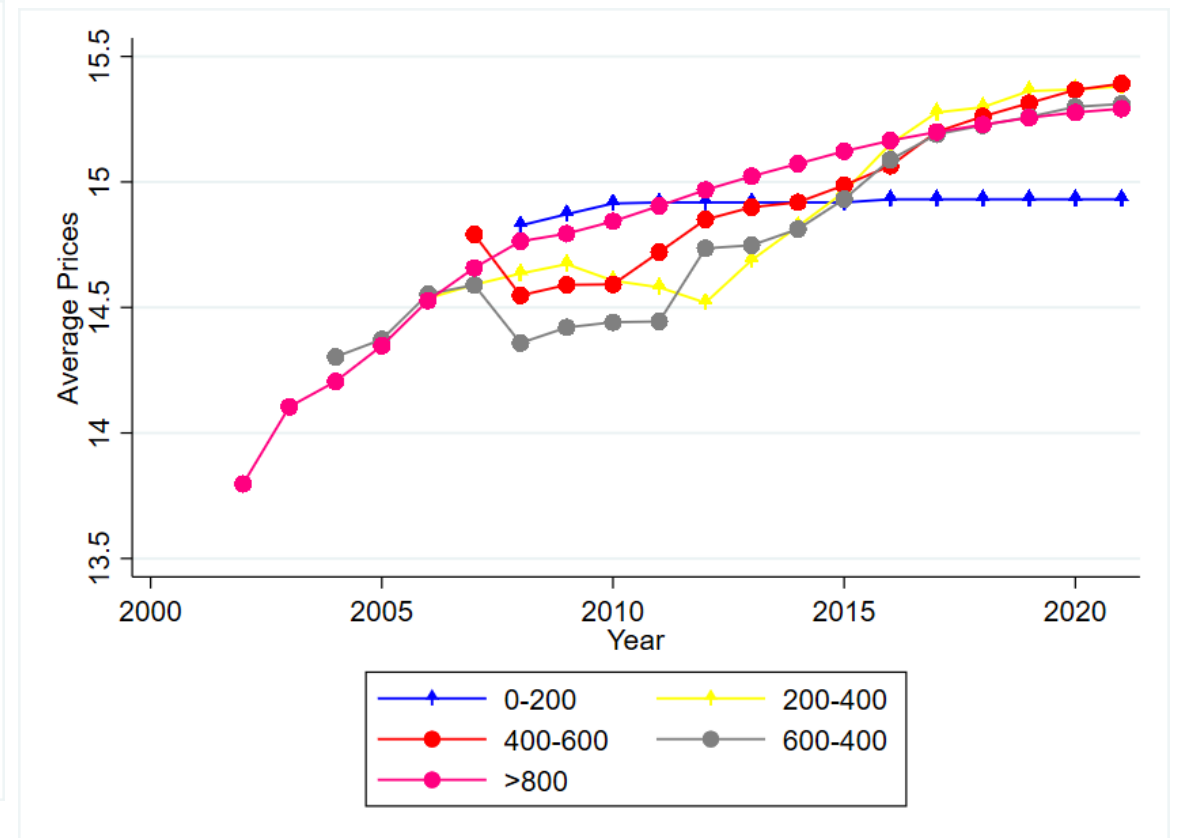
Hallazgos

Estadísticas Descriptivas

Log. Price per sqmt
(3 buffer areas)

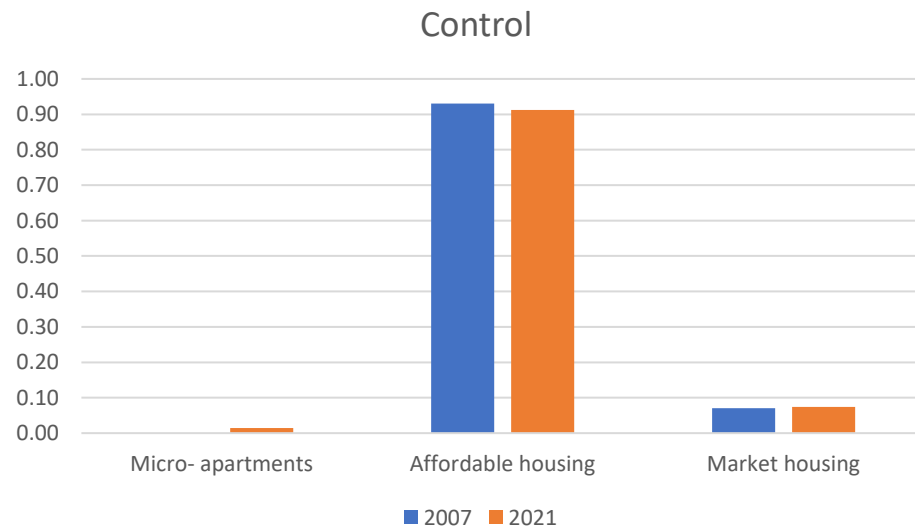
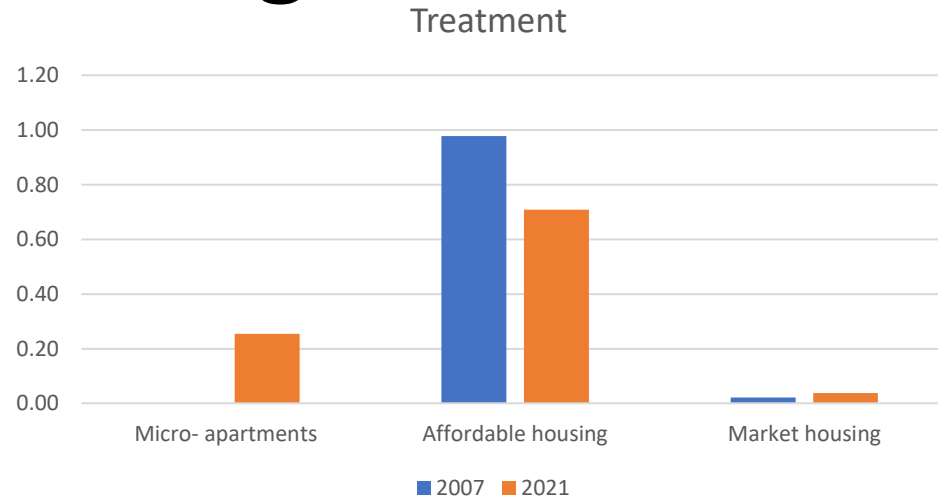


Log. Price per sqmt
(5 buffer areas)



Análisis Efectos Anticipación Metro de Bogotá

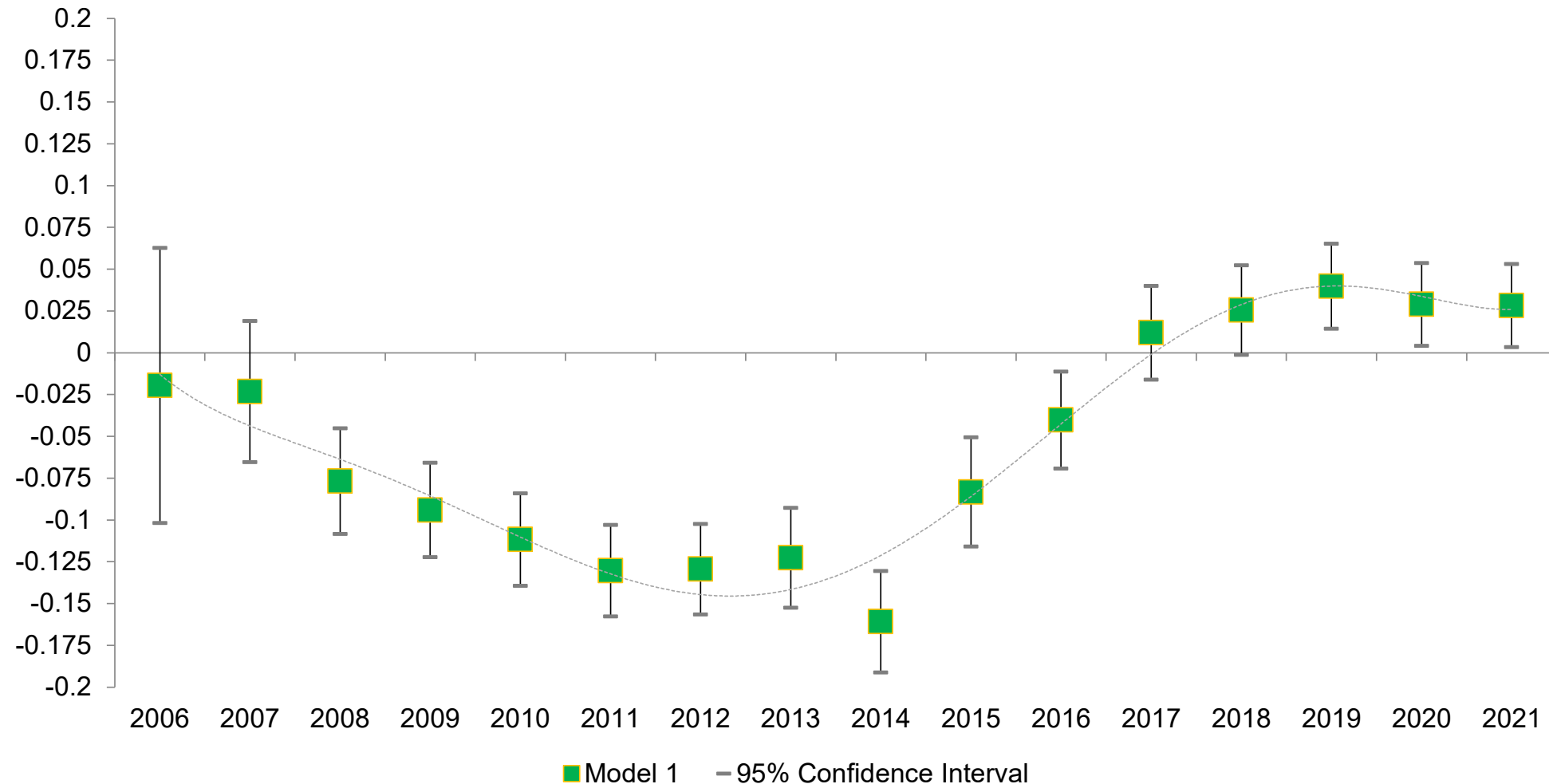
Hallazgos Estadísticas Descriptivas



Source: Google, 2019

Análisis Efectos Anticipación Metro de Bogotá

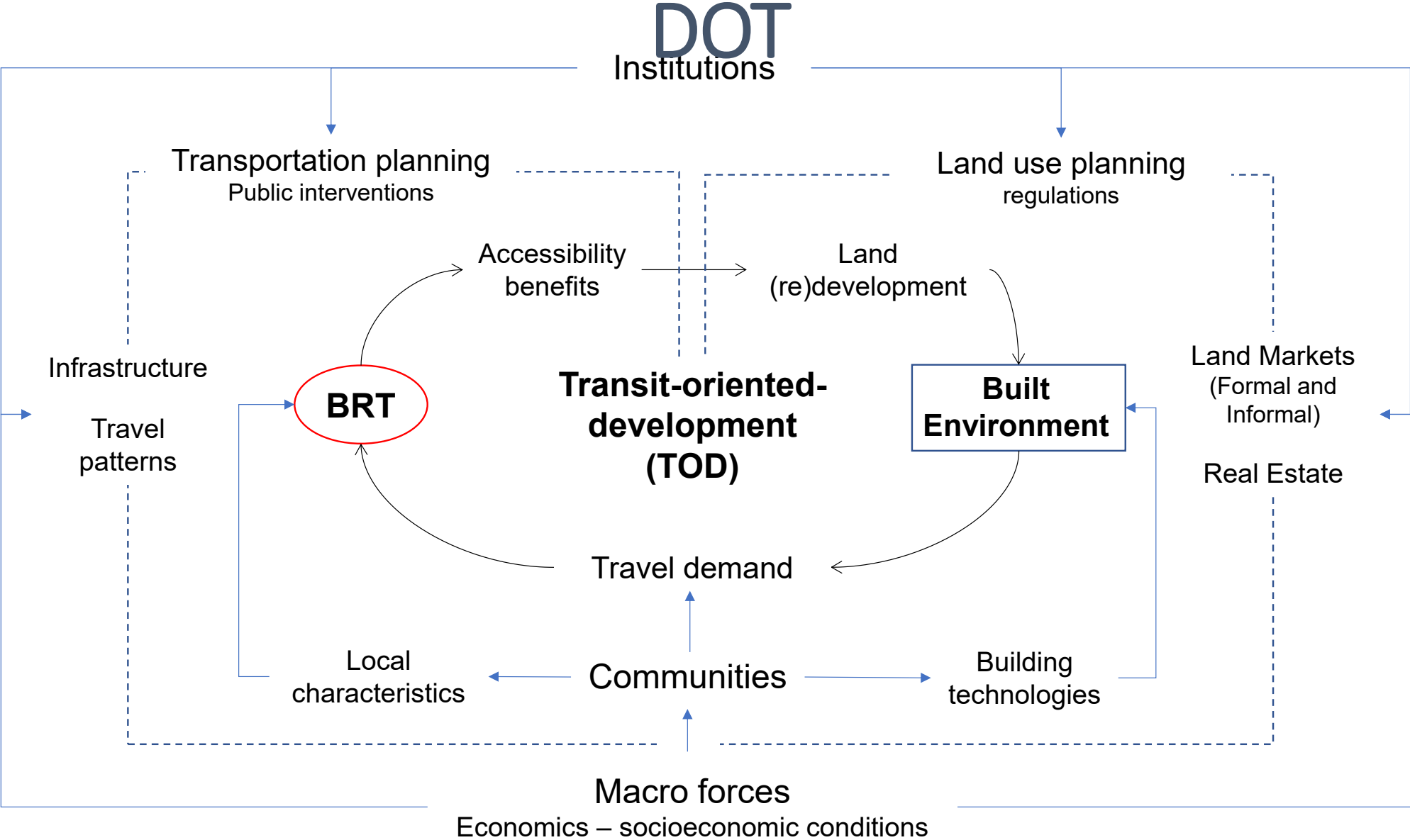
Effects of the projected first line of the metro project of Bogotá on real estate prices per square meter (2006-2021). Urban renewal partial plans BRT buffer 500mts



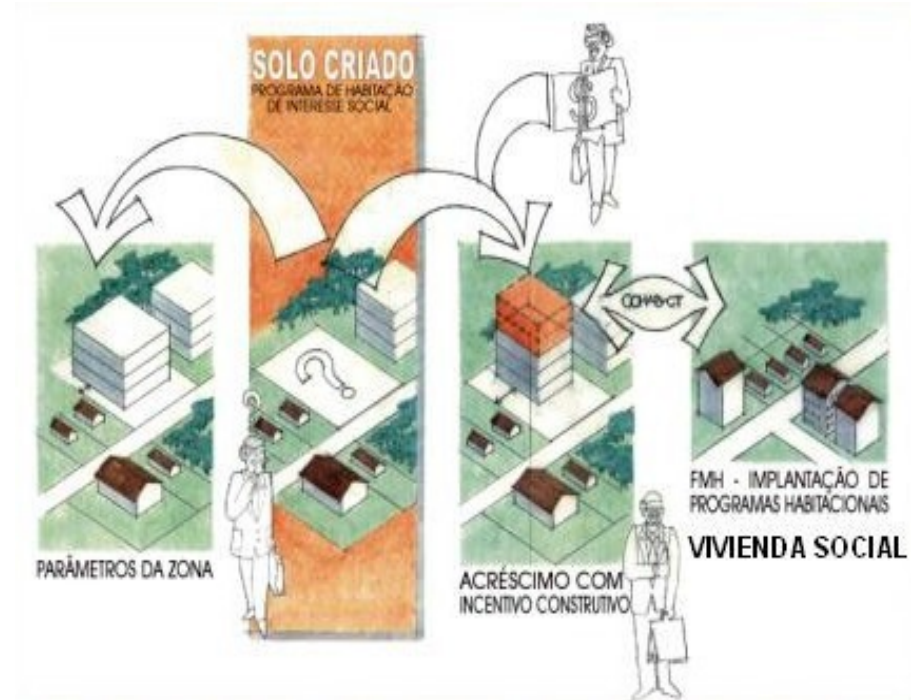
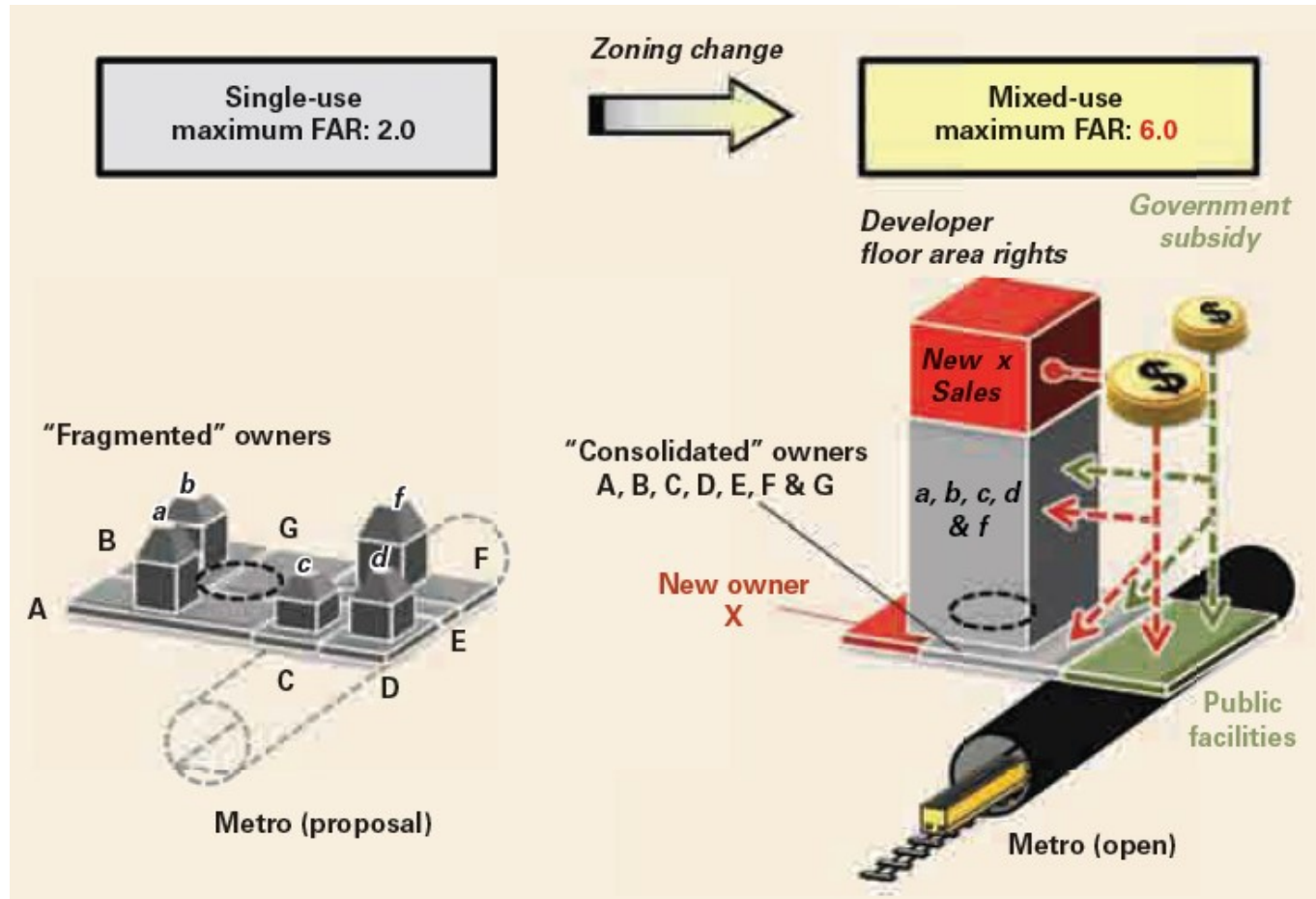
*small area plans (requiring minimum of affordable housing units)

Source: statistical analysis

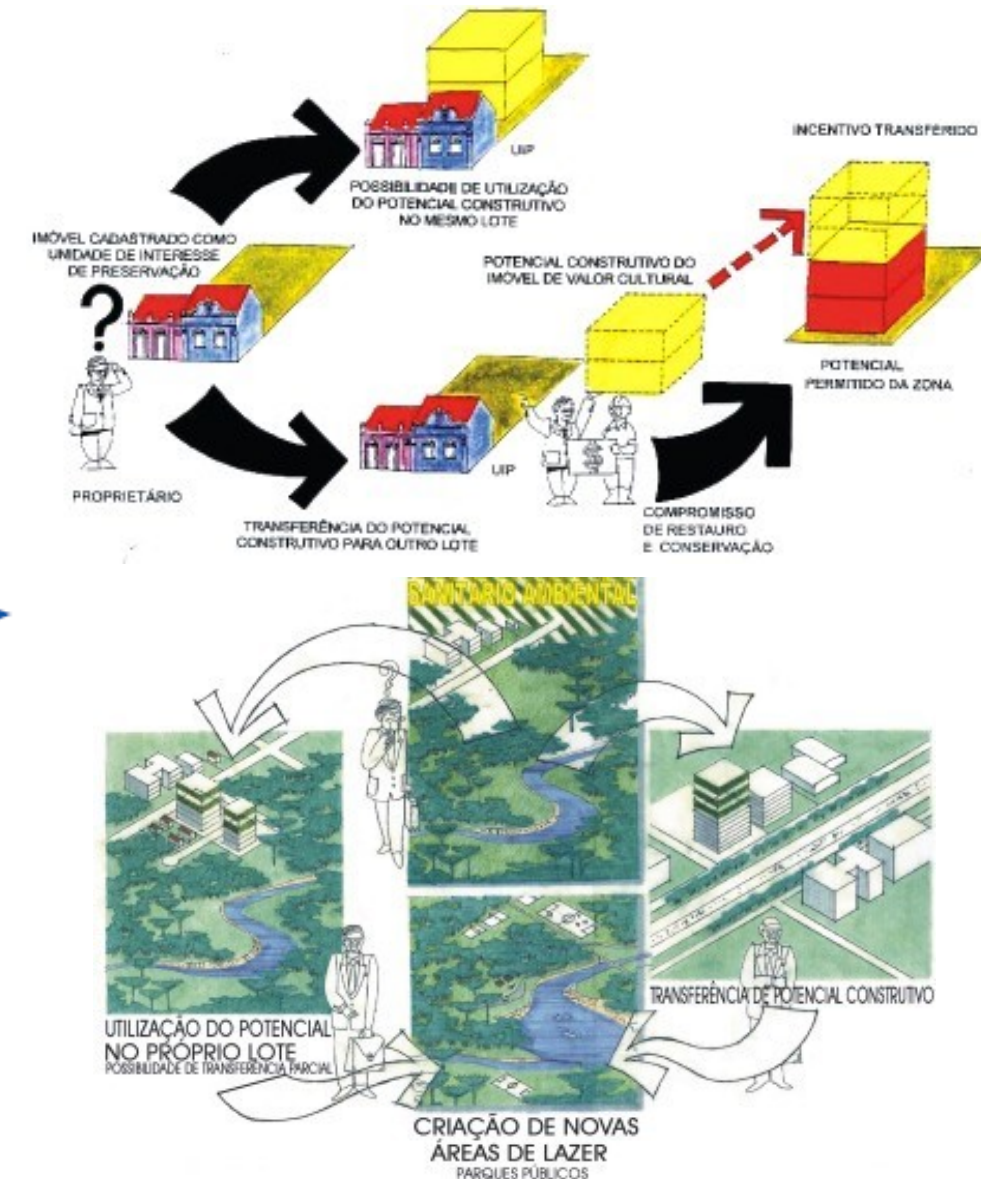
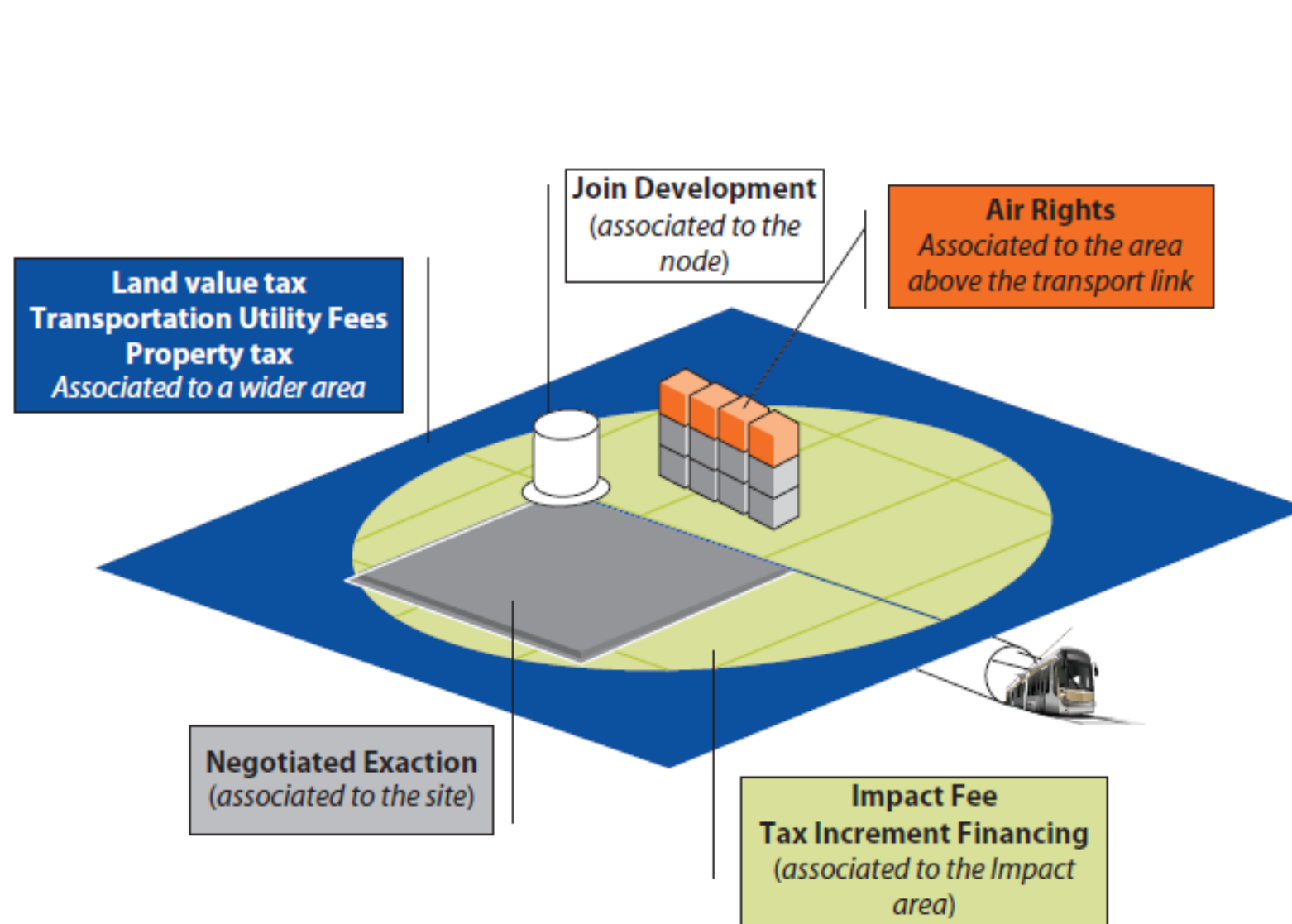
Desarrollo Urbano Orientado al Transporte Sostenible



DOT e instrumentos

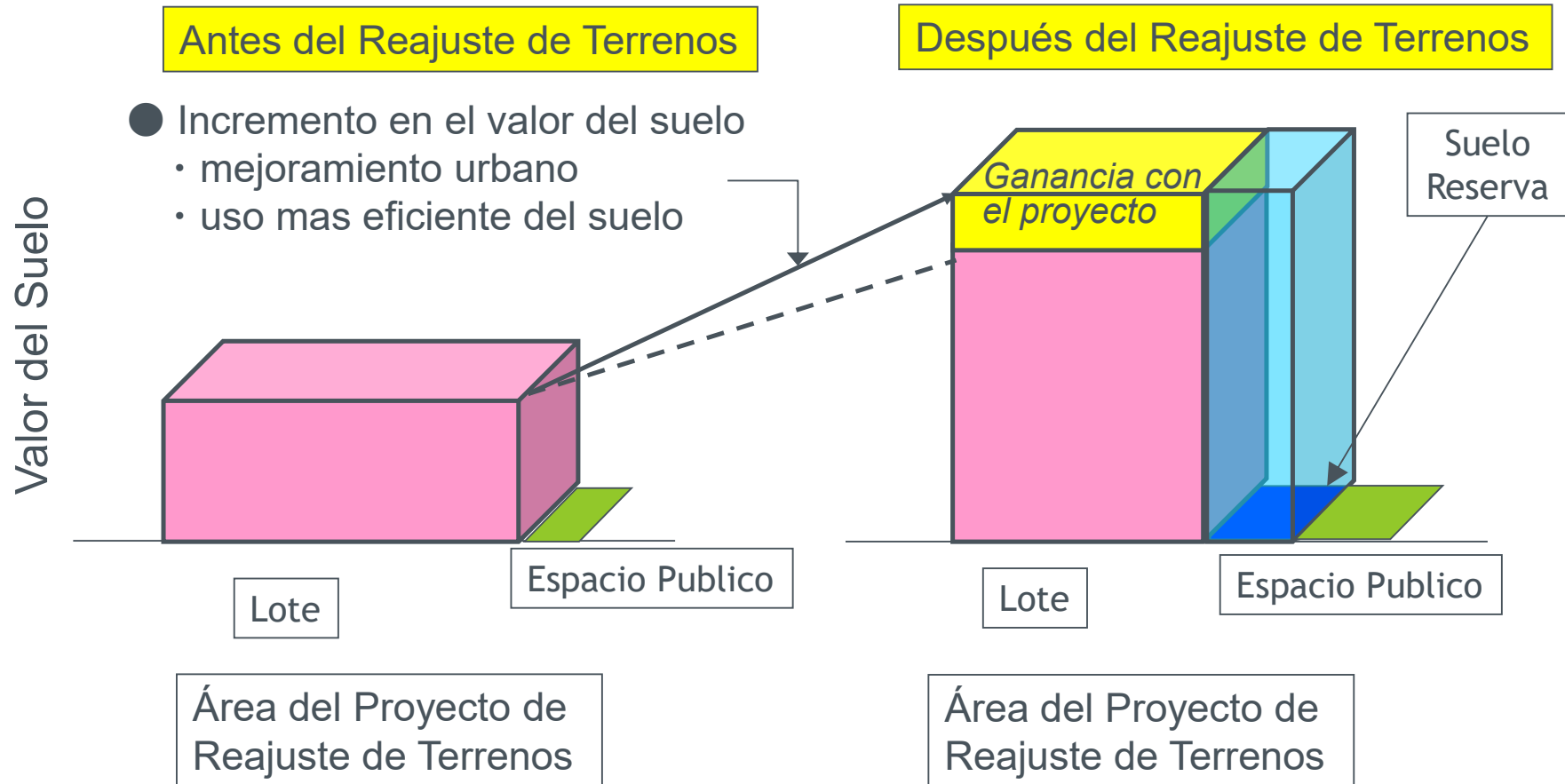


DOT e instrumentos

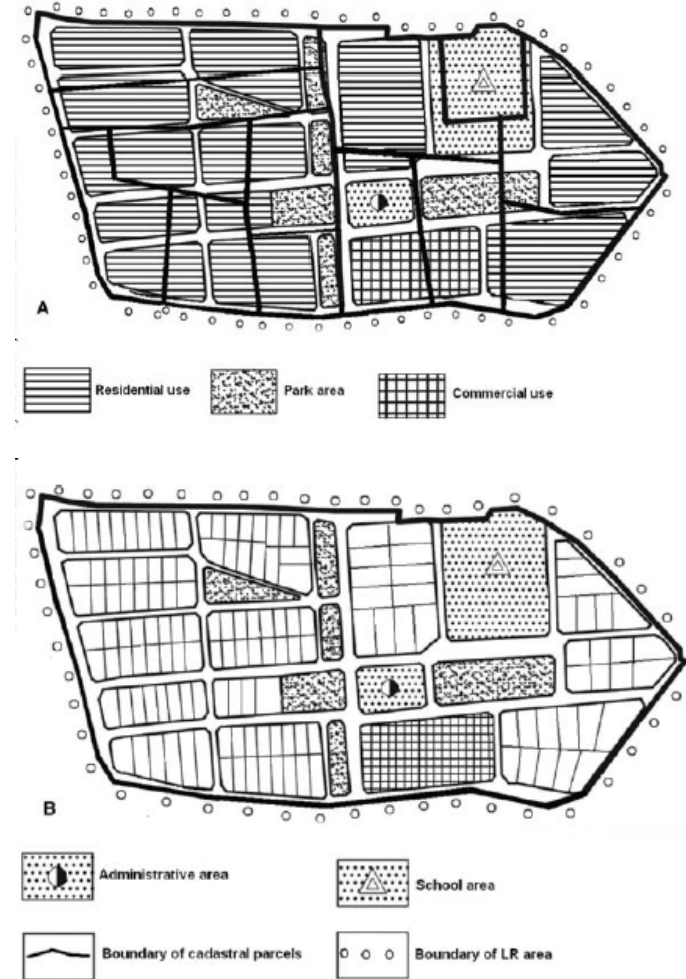


DOT e instrumentos

(1) Estructura del reajuste de terrenos en Japón



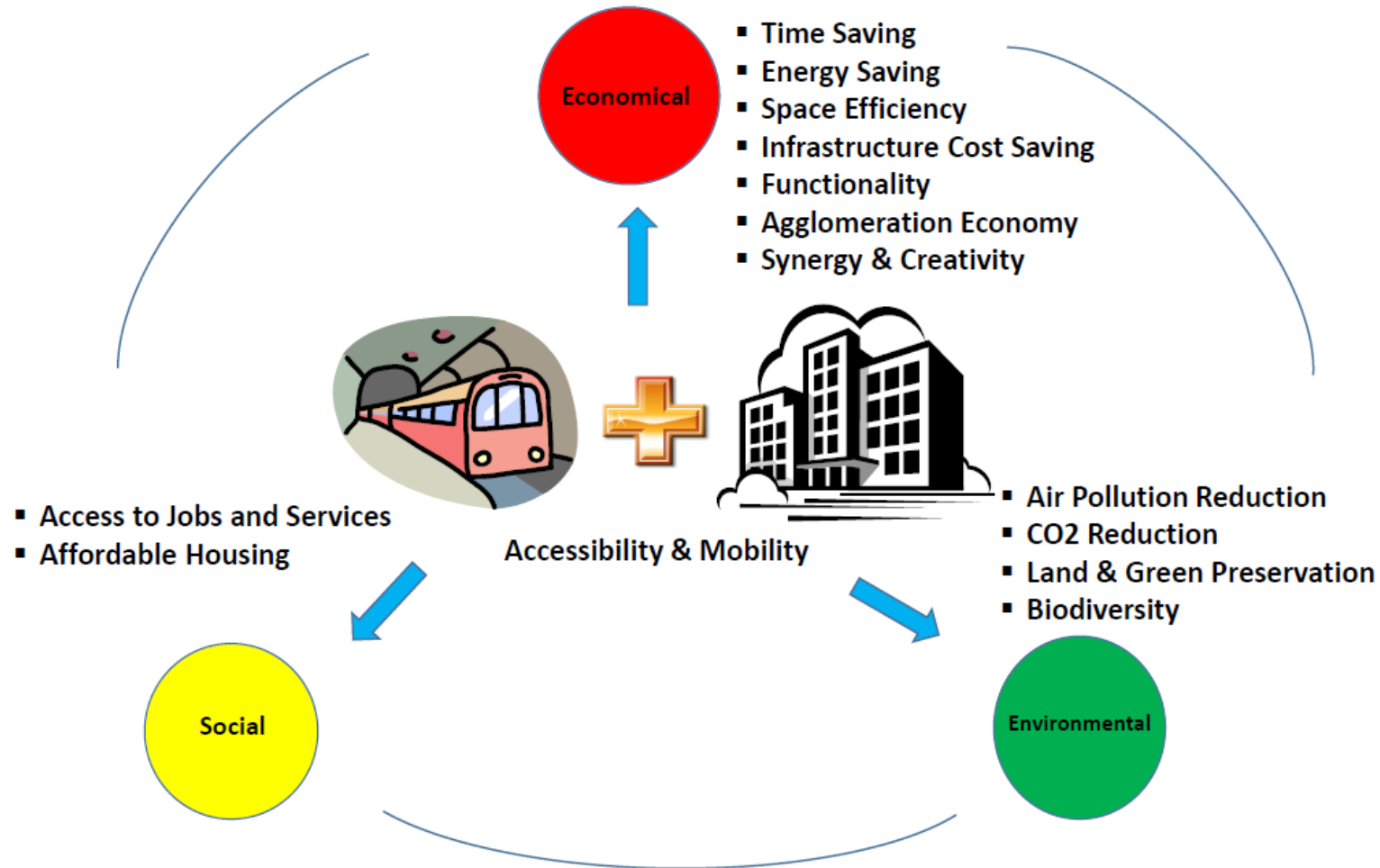
Fuente: JICA, 2008



Fuente: Turk, 2008

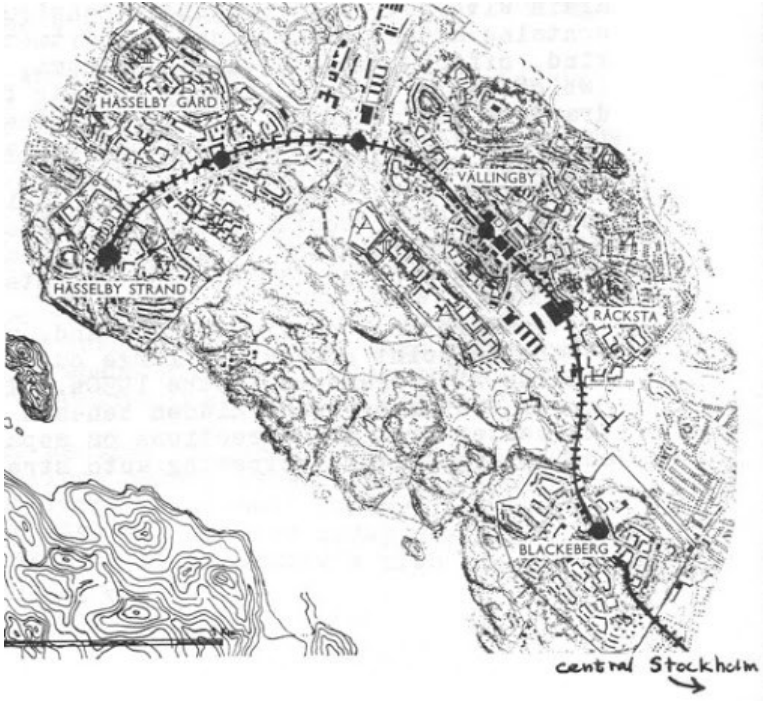
DOT y sostenibilidad urbana: cinco desafíos

DOT y sostenibilidad urbana



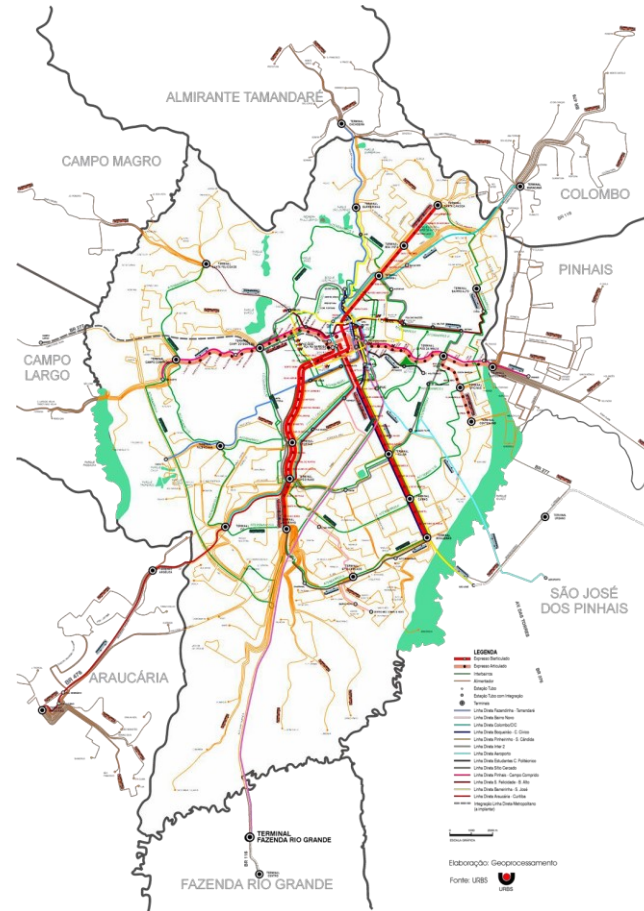
Desafío # 1: la articulación regional

Estocolmo (Ciudades satellite)



Fuente: Transit Metropolis, IPPUC

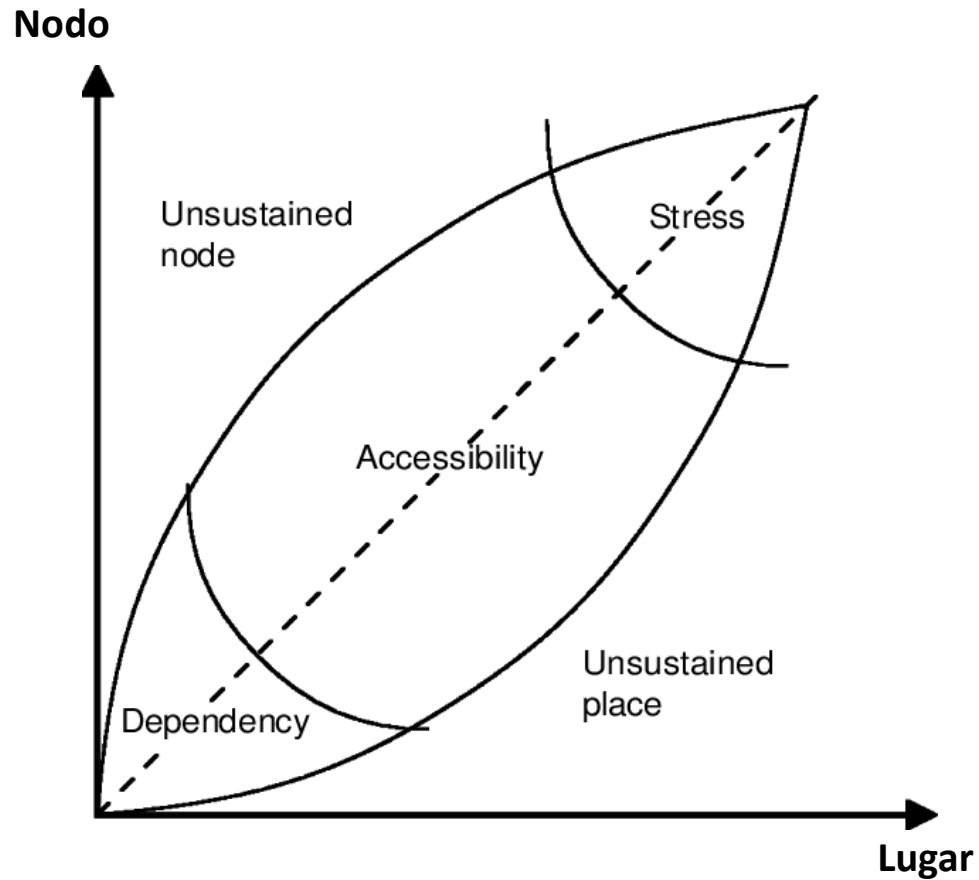
Curitiba



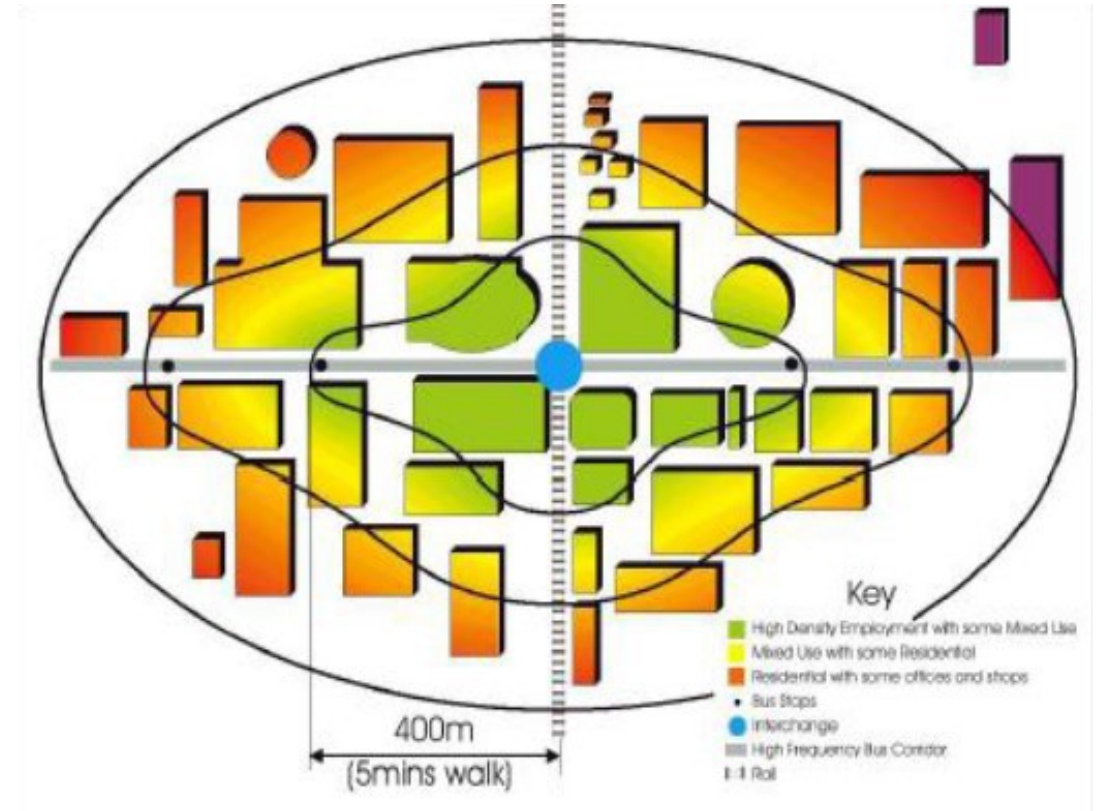
Copenhague



Desafío # 2: Resolver la tensión entre nodo y lugar



Fuente: Bertollini 1999

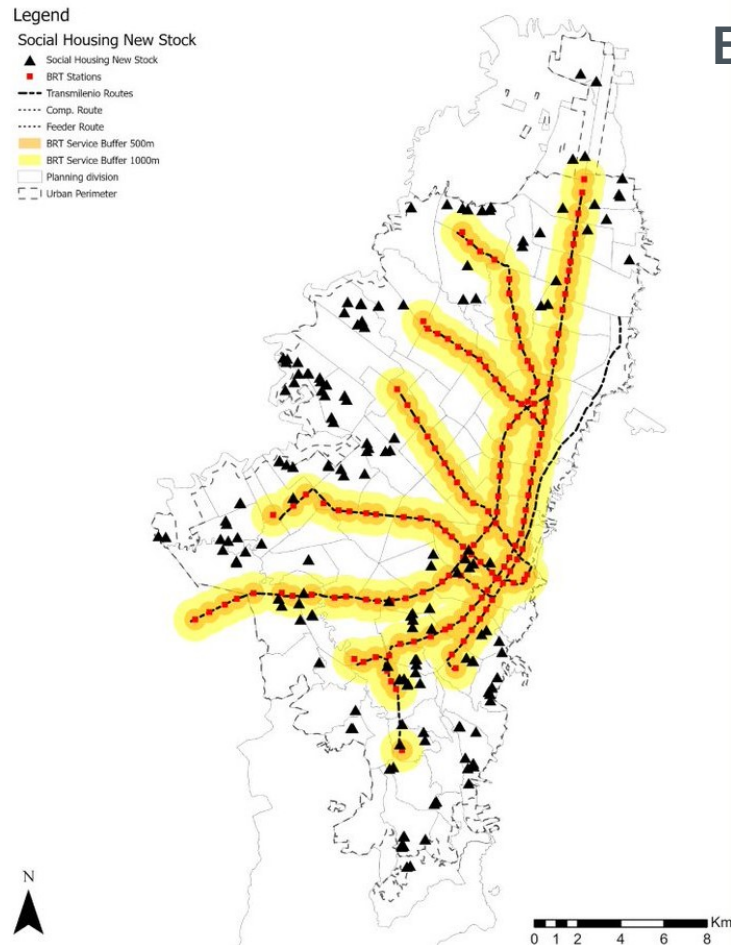


Source: Transforming Cities with Transit, Suzuki, Cervero, Luchi (2015)

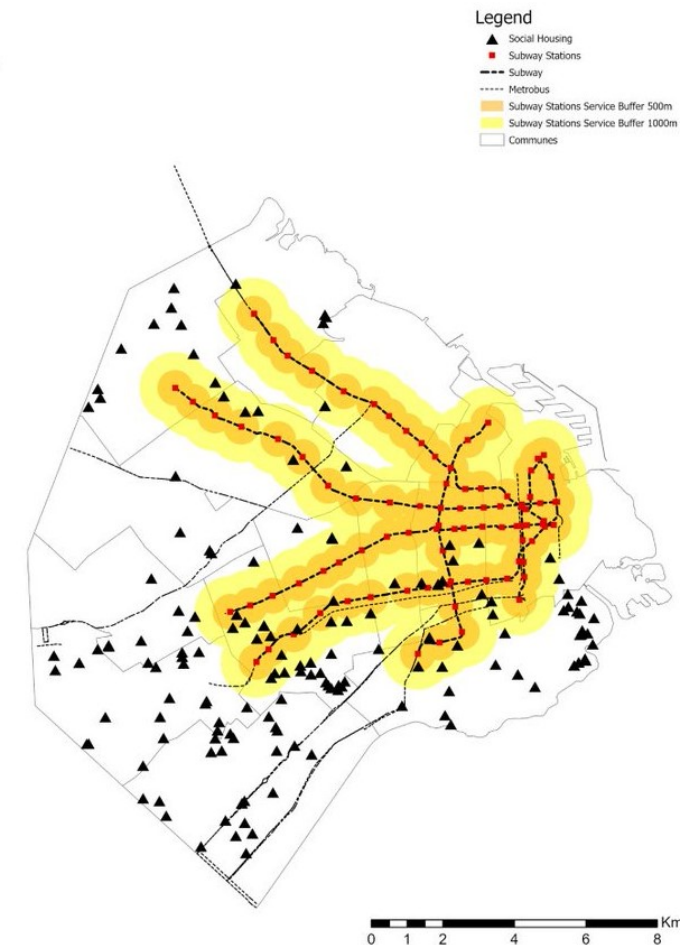
Desafío # 3: Desplazamiento y potencial gentrificación

Urban Spatial Structure, Accessibility, and Social Inclusion

Experiences and Challenges with the Integration between Transportation and Land Use through Affordable Housing Projects

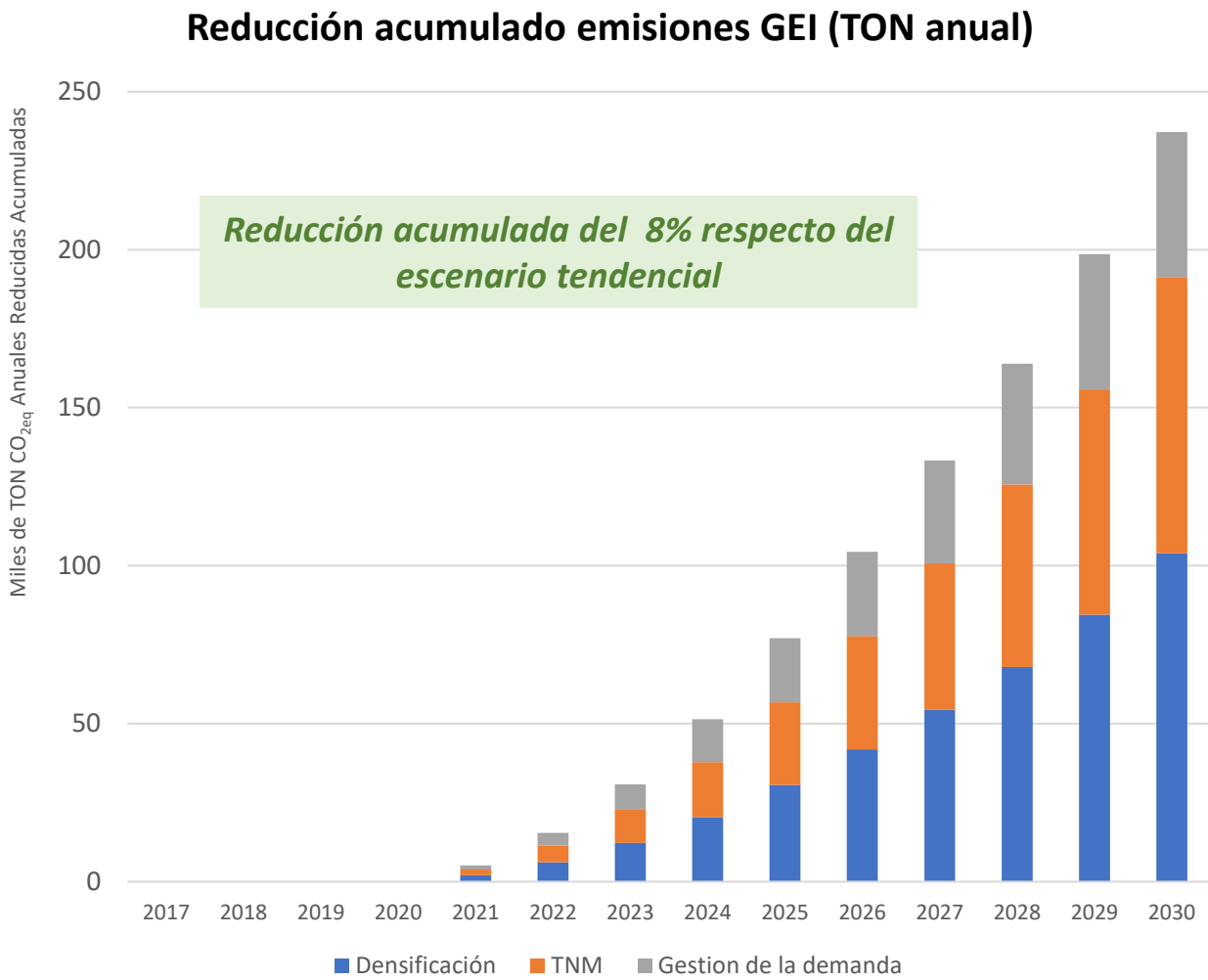


Bogotá



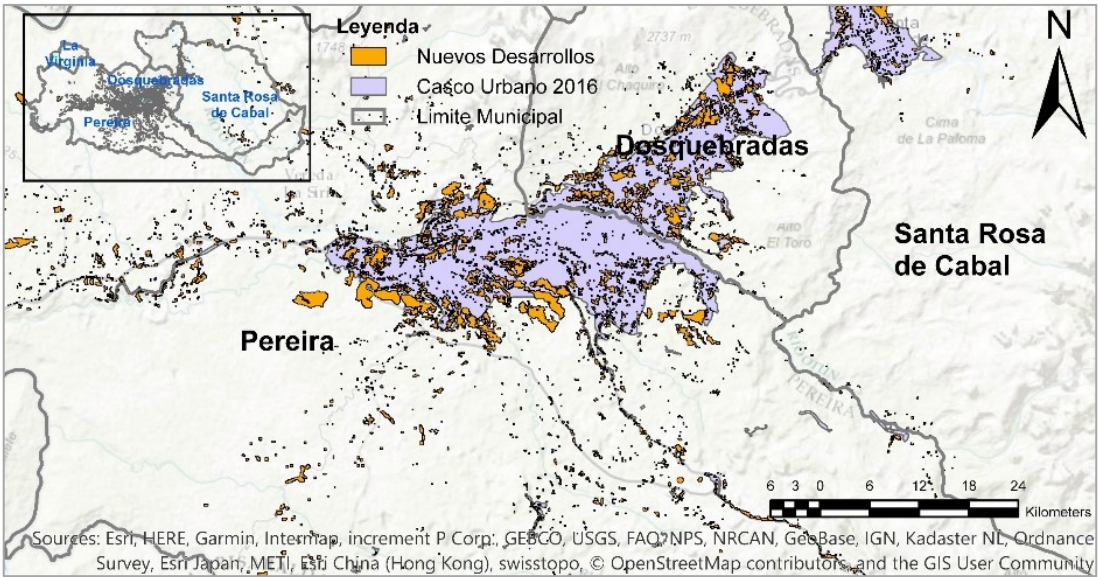
Buenos Aires

Desafío # 4: Cambio climático



Fuente: CAF, GSD, 2019

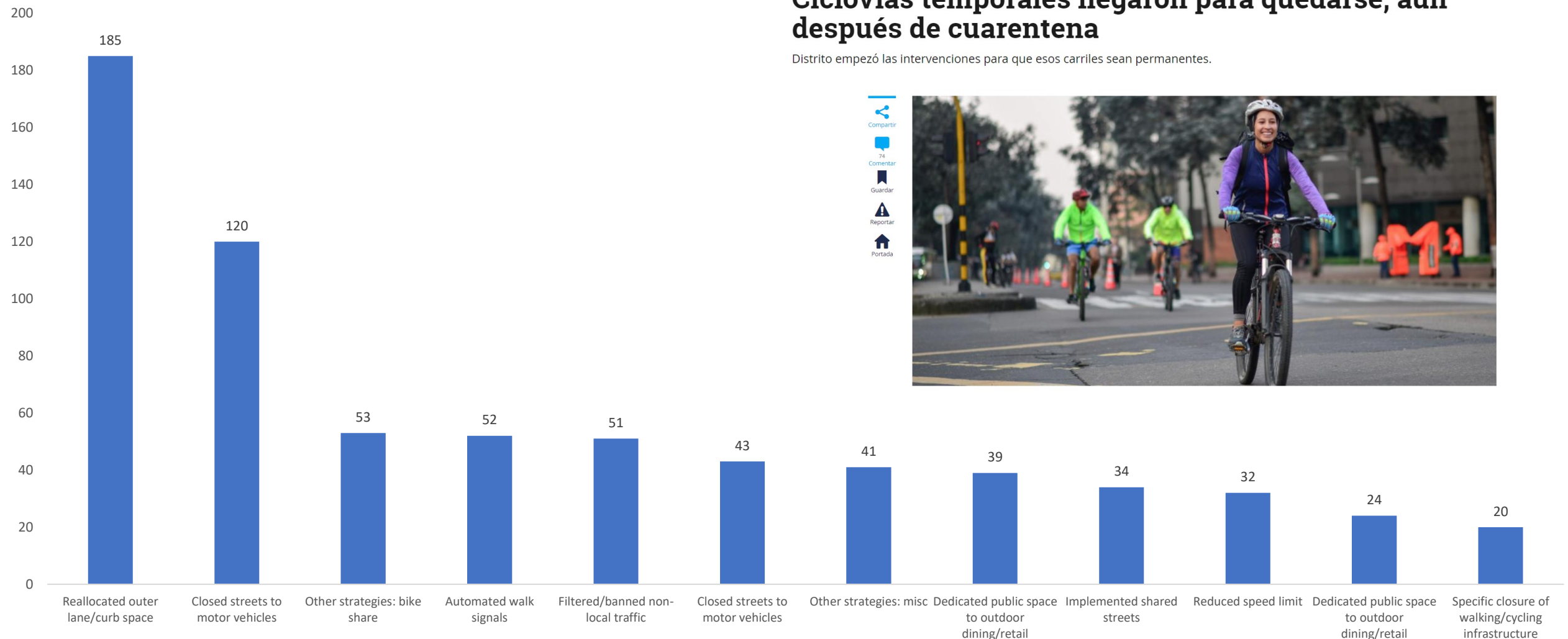
Área Metropolitana de Centro Occidente



Desafío # 5: Redistribución del espacio urbano

Ciclovías temporales llegaron para quedarse, aún después de cuarentena

Distrito empezó las intervenciones para que esos carriles sean permanentes.



- Compartir
- 74 Comentar
- Guardar
- Reportar
- Portada



Fuente: http://pedbikeinfo.org/resources/resources_details.cfm?id=5209 Professor Tab Combs, Ph.D., UNC, North Carolina, Chapel Hill, US

¡Gracias!

C. Erik Vergel-Tovar, Ph.D.

Profesor Asociado

Facultad de Arquitectura y Diseño

Centro de Estudios Interdisciplinarios para el Desarrollo CIDER

Universidad de los Andes

c.vergel@uniandes.edu.co