

Uso de Google Maps API para la evaluación de los efectos socio-espaciales de las autopistas urbanas en Santiago, Chile

Andrés Fielbaum*, Sergio Jara-Díaz

***Department of Cognitive Robotics, TU Delft**

**Ceremonia de Incorporación a la Sociedad Chilena de Ingeniería de
Transporte
18/06/2021**



0 La presentación en un tweet

| 1



El uso de GMaps permite calcular los tiempos de viaje ahorrados por las autopistas. Las zonas que son a la vez ricas y periféricas son las más beneficiadas.



Everyone can reply



Tweet



1 Estructura de la presentación

| 2

- ① Introducción
- ② Generación de la base de datos
- ③ Resultados
- ④ Conclusiones



1 Santiago y sus autopistas

| 3

- ▶ Cuatro autopistas inauguradas en 2005-2006, 150 km, 1400 millones de dólares.



1 Santiago y sus autopistas

| 3

- ▶ Cuatro autopistas inauguradas en 2005-2006, 150 km, 1400 millones de dólares.
- ▶ En paralelo, Transantiago se lanza en 2007, 200 millones de dólares.

1 Santiago y sus autopistas

| 3

- ▶ Cuatro autopistas inauguradas en 2005-2006, 150 km, 1400 millones de dólares.
- ▶ En paralelo, Transantiago se lanza en 2007, 200 millones de dólares.
- ▶ Las autopistas fueron cuestionadas por razones económicas, por su impacto urbanístico y por su influencia en el uso del automóvil (paradoja Down-Thomson).



1 Santiago y sus autopistas

| 3

- ▶ Cuatro autopistas inauguradas en 2005-2006, 150 km, 1400 millones de dólares.
- ▶ En paralelo, Transantiago se lanza en 2007, 200 millones de dólares.
- ▶ Las autopistas fueron cuestionadas por razones económicas, por su impacto urbanístico y por su influencia en el uso del automóvil (paradoja Down-Thomson).
- ▶ 15 años después, medir su impacto en los tiempos de viaje es difícil por la evolución de la ciudad y la falta de datos previos.



1 Mapa de las autopistas

| 4



Source: Figueroa, O. (2012). *Las autopistas, los desplazamientos y la movilidad: Santiago de Chile*. Revista Planeo (4).

2 Estructura de la presentación

| 5

① Introducción

② Generación de la base de datos

Uso de Google Maps API

Índices para evaluar el impacto de las autopistas

③ Resultados

④ Conclusiones



2 Tres medidas de tiempo de viaje

| 6

GoogleMaps entrega *online* los tiempos de viaje para ir de i a j usando distintos modos. Nosotros:

2 Tres medidas de tiempo de viaje

| 6

GoogleMaps entrega *online* los tiempos de viaje para ir de i a j usando distintos modos. Nosotros:

- ▶ Tomamos como orígenes y destinos los centroides de las zonas de la encuesta OD (866).



2 Tres medidas de tiempo de viaje

| 6

GoogleMaps entrega *online* los tiempos de viaje para ir de i a j usando distintos modos. Nosotros:

- ▶ Tomamos como orígenes y destinos los centroides de las zonas de la encuesta OD (866).
- ▶ Para cada i, j , calculamos $t_M(i, j)$ considerando tres modos: Transporte público (TP), Automóvil (H), y automóvil excluyendo autopistas (S).



2 Tres medidas de tiempo de viaje

| 6

GoogleMaps entrega *online* los tiempos de viaje para ir de i a j usando distintos modos. Nosotros:

- ▶ Tomamos como orígenes y destinos los centroides de las zonas de la encuesta OD (866).
- ▶ Para cada i, j , calculamos $t_M(i, j)$ considerando tres modos: Transporte público (TP), Automóvil (H), y automóvil excluyendo autopistas (S).
- ▶ Definimos los índices

$$\lambda_M(i, j) = \frac{t_M(i, j)}{t_S(i, j)}, \quad M = TP, H$$

Tiempo ahorrado (extra) por usar autopistas (transporte público).

2 Tres medidas de tiempo de viaje

| 6

GoogleMaps entrega *online* los tiempos de viaje para ir de i a j usando distintos modos. Nosotros:

- ▶ Tomamos como orígenes y destinos los centroides de las zonas de la encuesta OD (866).
- ▶ Para cada i, j , calculamos $t_M(i, j)$ considerando tres modos: Transporte público (TP), Automóvil (H), y automóvil excluyendo autopistas (S).
- ▶ Definimos los índices

$$\lambda_M(i, j) = \frac{t_M(i, j)}{t_S(i, j)}, \quad M = TP, H$$

Tiempo ahorrado (extra) por usar autopistas (transporte público).

- ▶ Excluyendo zonas fuera de Transantiago, quedamos con 720. Aprox. 2 millones de cálculos fueron hechos en 2018, simulando día de semana fuera de punta.



2 Ventajas y desventajas

| 7

El uso de GoogleMaps permite tener información desagregada, exógena y en distintos modos. Puede usarse en distintas ciudades.

2 Ventajas y desventajas

| 7

El uso de GoogleMaps permite tener información desagregada, exógena y en distintos modos. Puede usarse en distintas ciudades.

Es costoso en tiempo y dinero. La información de TP depende de la autoridad local. Información exógena. Se conocen tiempos totales, pero no su descomposición (espera, caminata, viajando).

2 Índices por zona

| 8

Para cada zona i creamos dos índices sintéticos:

- ▶ Índices centrales: Tomando c la zona que contiene el Palacio de La Moneda, $\lambda_{c,M}(i) = \lambda_M(i, c)$
- ▶ Índices multizonales: $\lambda_{mz,M} \sum_j \frac{\lambda_M(i,j)}{719}$



2 Índices por zona

| 8

Para cada zona i creamos dos índices sintéticos:

- ▶ Índices centrales: Tomando c la zona que contiene el Palacio de La Moneda, $\lambda_{c,M}(i) = \lambda_M(i, c)$
- ▶ Índices multizonales: $\lambda_{mz,M} \sum_j \frac{\lambda_M(i,j)}{719}$

Estos índices son *potenciales*: ¿Cuánto tiempo podría ahorrar una persona que viaja desde i según el modo que escoja?

2 Índices considerando la partición modal

| 9

Sea α_{ij} el porcentaje de usuarios (motorizados), del total que sale de i , que viajan a j y en TP, β_{ij} que viajan a j y en automóvil. El *tiempo efectivamente ahorrado por las autopistas* $\Delta T(i)$ es:

$$\Delta T(i) = \sum_j \beta_{ij}(t_S(i,j) - t_H(i,j))$$

2 Índices considerando la partición modal

| 9

Sea α_{ij} el porcentaje de usuarios (motorizados), del total que sale de i , que viajan a j y en TP, β_{ij} que viajan a j y en automóvil. El *tiempo efectivamente ahorrado por las autopistas* $\Delta T(i)$ es:

$$\Delta T(i) = \sum_j \beta_{ij}(t_S(i,j) - t_H(i,j)) + \sum_j \alpha_{i,j} \cdot 0$$



2 Índices considerando la partición modal

| 9

Sea α_{ij} el porcentaje de usuarios (motorizados), del total que sale de i , que viajan a j y en TP, β_{ij} que viajan a j y en automóvil. El *tiempo efectivamente ahorrado por las autopistas* $\Delta T(i)$ es:

$$\Delta T(i) = \sum_j \beta_{ij}(t_S(i,j) - t_H(i,j)) + \sum_j \alpha_{ij} \cdot 0$$

La ventaja de cambiarse a auto, para $K = S, H$ es:

$$W_K(i) = \sum_j \alpha_{ij}(t_{TP}(i,j) - t_K(i,j))$$

2 Índices considerando la partición modal

| 9

Sea α_{ij} el porcentaje de usuarios (motorizados), del total que sale de i , que viajan a j y en TP, β_{ij} que viajan a j y en automóvil. El *tiempo efectivamente ahorrado por las autopistas* $\Delta T(i)$ es:

$$\Delta T(i) = \sum_j \beta_{ij}(t_S(i,j) - t_H(i,j)) + \sum_j \alpha_{i,j} \cdot 0$$

La ventaja de cambiarse a auto, para $K = S, H$ es:

$$W_K(i) = \sum_j \alpha_{ij}(t_{TP}(i,j) - t_K(i,j)) + \sum_j \beta_{i,j} \cdot 0$$

2 Índices considerando la partición modal

| 9

Sea α_{ij} el porcentaje de usuarios (motorizados), del total que sale de i , que viajan a j y en TP, β_{ij} que viajan a j y en automóvil. El *tiempo efectivamente ahorrado por las autopistas* $\Delta T(i)$ es:

$$\Delta T(i) = \sum_j \beta_{ij}(t_S(i,j) - t_H(i,j)) + \sum_j \alpha_{i,j} \cdot 0$$

La ventaja de cambiarse a auto, para $K = S, H$ es:

$$W_K(i) = \sum_j \alpha_{ij}(t_{TP}(i,j) - t_K(i,j)) + \sum_j \beta_{i,j} \cdot 0$$

El *aumento efectivo de la ventaja de cambiarse a auto* es $W_H - W_S$:

$$\Delta W(i) = \sum_j \alpha_{ij}(t_S(i,j) - t_H(i,j))$$

3 Estructura de la presentación

| 10

① Introducción

② Generación de la base de datos

③ Resultados

Resultados agregados

Resultados espaciales

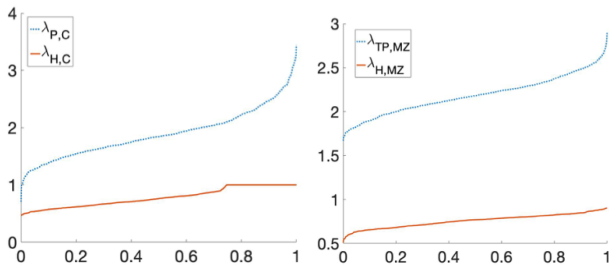
Correlación con nivel socioeconómico

④ Conclusiones



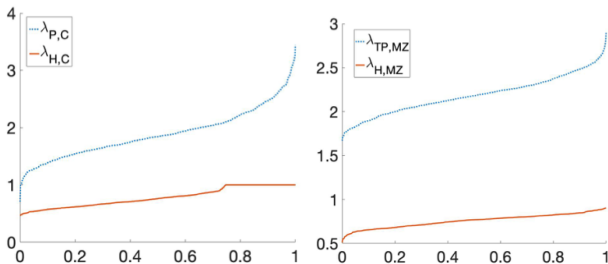
3 Índices λ

| 11



3 Índices λ

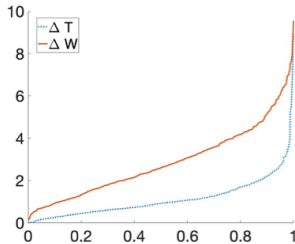
| 11



- ▶ Usar autopistas puede ser muy conveniente. TP en desventaja.
- ▶ $\lambda_{TP,C}$ puede llegar a 3,4. Cerca del centro es menor a 1.
- ▶ Por definición $\lambda_{H,\cdot} \leq 1$. La igualdad se alcanza cuando las autopistas no se usan.
- ▶ Unas pocas zonas están particularmente mal servidas por TP.

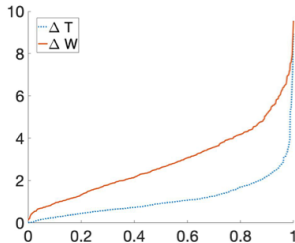
3 Índices $\Delta T, \Delta W$

| 12



3 Índices ΔT , ΔW

| 12

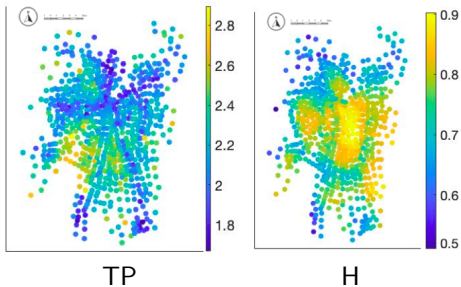


- ▶ ΔT está concentrado en pocas zonas: en la mayoría, o bien los viajeros no usan auto, o las autopistas no sirven mucho.
- ▶ ΔW alcanza valores más altos: el impacto en la partición modal puede ser lo más importante.

3 Índices λ_{mz} en el espacio

| 13

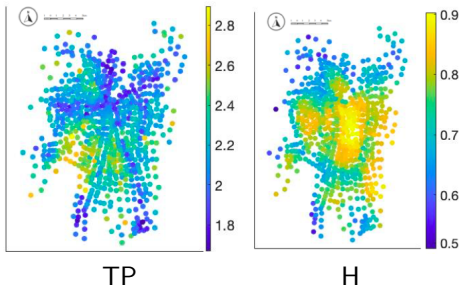
Mostramos solamente los índices multizonales



3 Índices λ_{mz} en el espacio

| 13

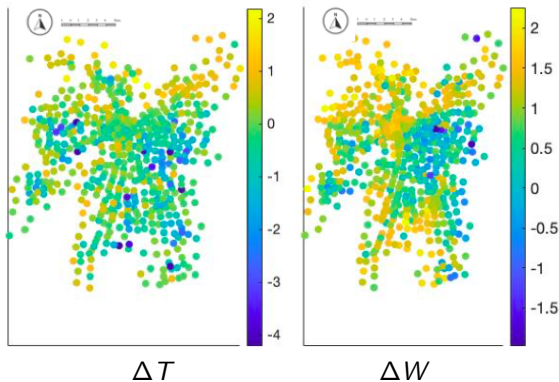
Mostramos solamente los índices multizonales



- ▶ Las zonas alrededor del metro presentan los mejores índices de transporte público. La zona surponiente, los peores.
- ▶ Los orígenes del centro de la ciudad aprovechan poco las autopistas. Unas pocas zonas (principalmente al norte) son las más beneficiadas.

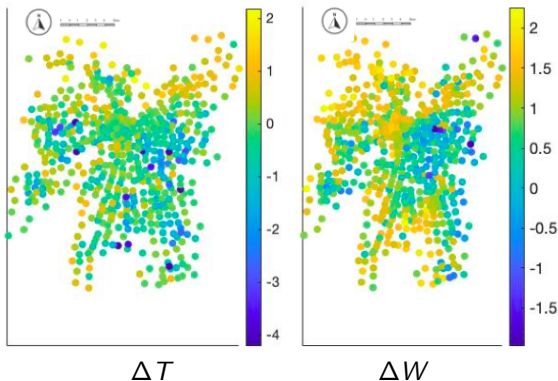
3 Índices ΔT , ΔW en el espacio

| 14



3 Índices ΔT , ΔW en el espacio

| 14



- ▶ Las zonas ricas se benefician de las autopistas: la gente viaja en automóvil, y las autopistas llegan allí. Hay otras pocas zonas donde las autopistas han reducido los tiempos de viaje.
- ▶ El incremento en ΔW es más homogéneo.

3 Correlación con SEL

| 15

A cada zona se le asigna el SEL promedio de sus hogares (Censo 2012, OCUC), fuertemente correlacionado con posesión de automóvil y partición modal.

Index\coeff	β_{SEL}	$\beta_{Distance\ Center}$	$\beta_{Distance\ Center-SEL}$
$\lambda_{P, C}$	-0.061	-0.013*	0.0035
$\lambda_{P, MZ}$	-0.13	-0.15	0.031
$\lambda_{H, C}$	0.1	0.26	-0.051
$\lambda_{H, MZ}$	0.048	0.052	-0.015
ΔT	-0.33	-0.98	0.21
ΔW	-0.36	0.23	-0.067*

* Not significant at a 5% level.

- ▶ El tiempo ahorrado por las autopistas es mayor en zonas que sean ricas y periféricas. λ_H se comporta similar y λ_{TP} de manera opuesta.
- ▶ El incremento en el atractivo del auto es mayor en zonas pobres y periféricas.

4 Estructura de la presentación

| 16

- ① Introducción
- ② Generación de la base de datos
- ③ Resultados
- ④ Conclusiones



4 Conclusiones

| 17

- ▶ Identificamos que zonas tienen mayores ventajas potenciales con las autopistas.
- ▶ Unas pocas zonas, ricas y periféricas, son las que efectivamente han ahorrado tiempo con las autopistas.
- ▶ Las autopistas han hecho que los autos sean más atractivos en todo Santiago, especialmente para zonas pobres y periféricas.
- ▶ GMA puede ser una herramienta efectiva para estudiar el impacto de las autopistas. Otros posibles usos como identificar zonas con mal TP.

Fielbaum, A., & Jara-Diaz, S. (2021). *Assessment of the socio-spatial effects of urban transport investment using Google Maps API. Journal of Transport Geography, 91*, 102993.