

JUAN SEBASTIÁN MIRANDA PATIÑO - 201516821

ECONOMÍA URBANA

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

2021

SUBWAYS AND ROAD CONGESTION

1. SUMMARY.

El propósito de este documento es revisar el artículo de investigación seleccionado, así como el alcance del proyecto. El texto escogido es “*Subways and Road congestion*” publicado por los autores Yizhen Gu, Chang Jiang, Junfu Zhang y Ben Zou en el año 2021. El objetivo de este Paper es estimar si la creación de nuevas líneas de metro tiene efectos sobre la velocidad y tráfico en las carreteras para el caso de China.

La motivación de los autores parte del alto tráfico presente en la mayoría de las ciudades en vía de desarrollo gracias al crecimiento en la población y en el número de propietarios de automóviles (e.g., Reed & Kidd, 2009; TomTom, 2019). Diversas políticas han sido establecidas con el fin de reducir la congestión automovilística, así como la contaminación emitida. Por el lado de la demanda existen impuestos de rodamiento y de propiedad. Por otro lado, en el lado de la oferta a través de la construcción de transporte público como el metro (Gendron-Carrier et al., 2018). Sin embargo, la medición y el impacto es limitado por la data disponible ya que la apertura de líneas de metro es poco frecuente impidiendo la obtención de datos en unos varios periodos de tiempo. Sumado a lo anterior, la medición de velocidad en carreteras suele tener errores de medición y muestra reducida s (e.g., Couture et al., 2018).

China es un caso de estudio relevante ya que la tasa de urbanización del año 2000 al 2017 ha aumentado de 35% a 58% respectivamente, posicionando a China como uno de los países más congestionados y contaminados del mundo. Es por esto que, a finales de 2017, 30 ciudades ya contaban con este sistema de transporte, siendo un total de 4.476 kilómetros de líneas de metro aumentando de mil millones de usuarios en el año 2001 a 16 mil millones. En agosto de 2016 y diciembre de 2017 se dio la apertura de 45 nuevas líneas de metro en China, incluyendo 7 ampliaciones de líneas existentes.

Teniendo en cuenta lo anterior, los autores deciden aprovechar la implementación de estas nuevas rutas (periodo de agosto del 2016 a diciembre de 2017) de metro para estimar el efecto sobre el tráfico. Mediante la aplicación Baidu Maps, principal proveedor de servicios de mapas digitales de China, se obtiene información de tiempo real en términos de tráfico ya que, al tener instalada la aplicación y el servicio de ubicación activo, los dispositivos móviles envían bits de información de ubicación cada poco segundo a la empresa. Gracias a esto, se obtuvo la velocidad media en horas a nivel de tramos cercanos a las líneas de metro entre el 1 de agosto de 2016 y enero 31 de 2018. Los datos de velocidad también vienen con un índice de congestión que es el tiempo necesario para viajar a través del segmento de la carretera a

la velocidad actual en relación con el tiempo necesario a la velocidad sin tráfico (velocidad media en el mismo segmento de carretera entre la medianoche y las 5 de la mañana).

Teniendo en cuenta lo anterior, la metodología utilizada es Diferencias en Diferencias (DID) donde el grupo de tratados son las 25 ciudades donde se lanzaron las 45 nuevas líneas de metro entre agosto del 2016 y diciembre de 2017, y el grupo de control son las 17 ciudades restantes que tienen proyectos existentes o planificados, pero que no lanzaron una línea durante el periodo de interés. Mediante estadísticas descriptivas se demuestra que las ciudades tratadas son el doble de grande y aproximadamente 10% más rico que las ciudades de control. Sin embargo, en términos de composición de carreteras, velocidad media y congestión no tienen diferencias estadísticas.

DID permite comparar el cambio en el registro de velocidad residual del grupo de tratados antes y después del lanzamiento de la nueva línea de metro, con el cambio contemporáneo de la velocidad en los tramos de la carretera del grupo de control. Este último grupo, recibe fecha de aperturas falsa iguales al de la línea correspondiente a los tratados. Esto permite controlar por estacionalidad y tendencias similares entre todas las ciudades.

Uno de los mayores retos que presenta esta estimación es la estacionalidad en la velocidad del tráfico entre las ciudades tratadas y de control. Esto es explicado ya que el tráfico varía dependiendo de algunos meses. Por ejemplo, en año nuevo chino, las ciudades grandes (tratados) suelen recibir un flujo de personas mayor aumentando el tráfico, efecto contrario para las ciudades más pequeñas. Para esto, se estimó un modelo estándar de efectos fijos de dos vías usando observaciones solo de unidades tratadas, del mismo modo se restringió el análisis a un pequeño número de aperturas que se producen en otras épocas del año (obteniendo resultados similares).

Complementando el análisis anterior, se estudiaron patrones de sustitución entre diferentes modos de transporte y el aumento de los viajes en metro. Por último, a través del resultado principal de DID, datos sobre volúmenes de pasajeros, duración promedio de viajes al trabajo y salario promedio, calcularon el tiempo ahorrado por cada viaje en automóvil.

Concluyendo las estimaciones anteriores, encuentran que el lanzamiento de una nueva línea de metro aumenta la velocidad de las carreteras aledañas. En la primera semana luego de la apertura, la velocidad de las carreteras cercanas aumenta en 2.5% con respecto al grupo de control. En la sexta semana aumenta en un 5%. Luego de 48 semanas después de la apertura de la línea de metro, el efecto medio en el post tratamiento está entre 3.6% y 4.4%. Esto quiere decir que, la velocidad en las carreteras son sustitutos con la nueva línea de metro aumentando en 4% con respecto al primer año siguiente a la apertura de la línea.

Adicional, se encuentra que aumentar las líneas de metro aumentan la velocidad promedio en las carreteras en las horas pico en un 3%. Por lo que se estimó que el ahorro de tiempo para cada viaje en vehículo desde la velocidad más rápida es de 0.1 dólares. Por último, el documento da una mirada fuera del alcance del trabajo de investigación donde da indicios de que las líneas de metro reducen contaminación ambiental, auditiva y accidentes automovilísticos.

Concluyendo este texto, el objetivo del proyecto final es poder replicar los 7 gráficos que permiten plasmar los resultados, así como 5 tablas de estadísticas descriptivas y econométricas que de igual forma soportan el análisis. Sumado a esto, se considera replicar los resultados en otros casos además del de China. Si bien es difícil replicar los datos porque no es común la introducción de nuevas líneas de metro y tener datos de movilidad, se podría traslapar la información a por ejemplo el caso de Bogotá y ver el caso hipotético de si se introduce el metro (Esto depende de la información disponible).

2. INITIAL REPRODUCTION.

El modelo seleccionado para replicar tiene como propósito estimar el efecto del metro en la velocidad de la carretera cercana por medio de la metodología DID. Cada uno de los 45 componentes del modelo DID compara el cambio en registro de velocidad residual de carreteras tratadas antes y después del lanzamiento de una nueva línea de metro con el cambio contemporáneo de velocidad en los tramos de carreteras de control.

Con el objetivo de controlar por el problema de estacionalidad diferencial dada por el diferente comportamiento de carreteras en cada mes del año, se estima un modelo estándar de efectos fijos de dos vías usando observaciones solo de unidades tratadas. Por último, se agregan segmentos teniendo en cuentas distintas características de las carreteras como ubicación geográfica del segmento en relación con la línea del metro, su nivel de congestión inicial y su posición en la zona urbana más amplia, entre otras.

El modelo seleccionado para replicar es el siguiente:

$$\ln \tilde{speed}_{lgw} = \sum_{k \in K} \beta_k \cdot T_{lg} \cdot Post_{gw} \cdot z_{lk} + \lambda_l + \lambda_{kgw} + \gamma_t \cdot d_t \cdot \mathbf{X}_c + \varepsilon_{lgw}.$$

Se encuentran los siguientes resultados:

Table 1: Heterogeneous Effects: Réplica Juan S. Miranda

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	lnspd_res	lnspd_res	lnspd_res	lnspd_res	lnspd_res	lnspd_res	lnspd_res_WithAgainstTraffic	lnspd_res	lnspd_res
Dp	0.031 (0.007)								
Dp_NonMostAffectedLinks		0.029 (0.007)							
Dp_MostAffectedLinks		0.047 (0.011)							
Dp_dist2line_0to1			0.048 (0.009)						
Dp_dist2line_1to2p5			0.022 (0.007)						
Dp_same_direct				0.034 (0.008)					
Dp_diff_direct				0.029 (0.007)					
Dp_MoreCongested					0.040 (0.011)				
Dp_LessCongested					0.019 (0.005)				
Dp_Roadtype12						0.031 (0.011)			
Dp_Roadtype3						0.037 (0.008)			
Dp_Roadtype4						0.025 (0.007)			
Dp_WithTraffic							0.033 (0.007)		
Dp_AgainstTraffic							0.028 (0.006)		
Dp_Rush								0.030 (0.006)	
Dp_NoRush								0.014 (0.005)	
Dp_DistCat1									0.040 (0.008)
Dp_DistCat2									0.023 (0.007)
Dp_DistCat3									0.021 (0.007)
Dp_DistCat4									0.016 (0.006)
N	1925901	1915883	1866224	1915883	1925901	1925901	3851802	3829844	3508817
Standard errors in parentheses									

La tabla de resultados muestra como los tramos de carreteras que se encuentran más cerca de las líneas del metro (2.5km). Inicialmente evidenciamos como una nueva línea de metro aumenta la velocidad de las carreteras más cercanas en un 3.1 por ciento. Sumado a lo anterior, también se puede ver que cuando se divide los segmentos de carretera cercana en aquellos que son directamente afectados por las líneas de metro tratadas y aquellos que no, vemos que los afectados es superior que el segundo grupo (1.8 puntos mayor).

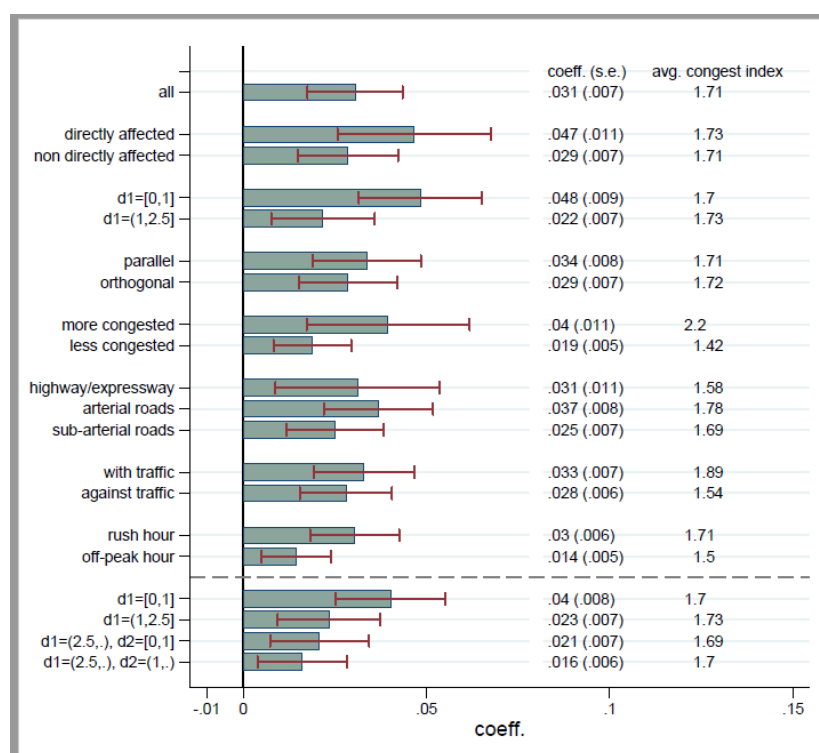
La tercera regresión nos da evidencia de que a medida que la distancia entre el metro y el segmento es menor, la velocidad es mayor, lo que quiere decir que hay una relación positiva. Más específico, si la carretera se encuentra a menos de un kilómetro o entre 1 y 2.5km, la velocidad va a aumentar en 4.8 por ciento y 2.2 por ciento respectivamente.

Siguiendo el análisis de la tabla, se dividió en dos grupos, el primero si el índice de congestión antes del tratamiento está por debajo de la mediana y el otro por encima. Lo que la regresión nos da como evidencia es que, los que antes eran mayormente congestionados sentirán un alivio mayor en términos de velocidad aumentándola en 4 por ciento.

Otro análisis interesante que tiene la regresión es la comparación entre las carreteras que suelen tener trancón y las carreteras que van en contravía de este. Hay evidencia estadística para afirmar que el efecto frente a la velocidad de las carreteras es mayor (1.89) para los tramos que tienen tráfico, frente a los que están en contra del tráfico (1.54).

Los autores concluyen esta regresión diciendo que el alivio en velocidad de las carreteras es mucho mayor en las carreteras más congestionadas, basándose como hipótesis que las personas que suelen estar expuestos a altos niveles de congestión suelen cambiarse al transporte público. Por el otro lado, la distancia entre el metro y las carreteras tiene un efecto inverso. Entre más cerca una carretera esté a una línea de metro, en promedio habrá un aumento de su velocidad.

3. ANEXOS



4. REFERENCIAS.

Couture, V., Duranton, G., & Turner, M. A. (2018). *Speed. Review of Economics and Statistics*, 100(4), 725-739.

Gu, Yizhen, Chang Jiang, Junfu Zhang, and Ben Zou. 2021. "Subways and Road Congestion." *American Economic Journal: Applied Economics*, 13 (2): 83-115.

Gendron-Carrier, N., Gonzalez-Navarro, M., Polloni, S., & Turner, M. A. (2018). *Subways and urban air pollution (Tech. Rep.)*. National Bureau of Economic Research

Reed, T., & Kidd, J. (2009). *Global Traffic Scorecard (Tech. Rep.)*. INRIX Research.

TomTom. (2019). TomTom Traffic Index 2019 (Tech. Rep.). TomTom Inc