

## ¿Por qué la gente no usa el Metro? Efectos del transporte en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México<sup>1</sup>

Recibido: 29 de julio de 2016. Aceptado en versión final: 27 de enero de 2017.

Publicado en línea (versión e-print): 5 de abril de 2017.

Masanori Murata\*

Javier Delgado Campos\*\*

Manuel Suárez Lastra\*\*\*

**Resumen.** Ese artículo aborda por qué el Metro de la Ciudad de México se usa menos que otros medios de transporte, según datos del 2007 y también de 2015. Explicamos esta baja movilidad por factores como la distancia de caminata a las estaciones, la cobertura del servicio, la densidad de estaciones así como la facilidad para el transbordo y los tiempos de espera. Los primeros resultados indican que los usuarios caminan hasta 800 metros desde y hacia las estaciones. El área de influencia de las estaciones es de 16.6% de la zona metropolitana y tenemos una estación cada tres km<sup>2</sup>, mientras Tokio tiene una y París tres cada km<sup>2</sup>. En contraste, 44% de los viajes como segundo y tercer modo, llega a siete estaciones terminales del Metro. Como aportación identificamos cuatro secuencias entre diversos medios de viaje lo que permite su-

perar la lectura simple como unimodal o multimodal. Esto se comprueba por medio de una regresión logística. Finalmente, demostramos que el sistema se elige menos para ir al trabajo que para las compras; que el mayor número de transbordos desalienta su uso; que la razón de momios (*odds ratio*) para el rango de 0 a 400 m de caminata disminuye de 8.3 a 5.1 entre los 401 y los 800 m. Estos resultados sugieren que para incrementar el uso del Metro, sin construir nuevas líneas, se deben mejorar las condiciones para el transbordo y adecuar los espacios exteriores a las estaciones.

**Palabras clave:** Metro, modo de transporte, transbordo, transporte multimodal, centro-periferia.

## Why the people don't use the Subway? The impact of the transportation system on Mexico City's structure

**Abstract.** According to available data (2007), the subway of Mexico City transports 13.5% of total passengers; less than any other means of transportation, such as collective taxis (44.9%) or private cars (22.1%) do. This tendency has not changed in 2015. To explain this low mobility, factors such as home-to-station walking distance, station location and density, socio-economic variables, (income, education, sex,

age, motive, automobile property), transshipment ability and waiting time were examined.

The analysis revealed: i) that subway users are willing to travel a distance of up to 800 meters in order to arrive to a train station, ii) the resultant buffer of the subway stations is considered an area of influence but it covers only 16.6% of the metropolitan surface area, iii) area known as "walkable"

<sup>1</sup> Este artículo forma parte de la tesis que Masanori Murata realizó en el Posgrado de Geografía de la UNAM para obtener el grado de Doctor en Geografía.

\* Posgrado en Geografía, UNAM

\*\* Departamento de Geoografía Social, Instituto de Geografía, UNAM

\*\*\* Departamento de Geoografía Económica, Instituto de Geografía, UNAM.

was also considered iv) density of stations is one third of the one at Tokyo and nine times less than at the municipality of Paris. These characteristics are a serious problem for a costly system that still influences the urban structure of the city. Mexico city's subway system register daily: 4.1 million trips as round trips and 2.2 millions one-way trips related to work, school, shopping or entertainment. This next step was to analyze the daily trips from the periphery of the city toward the center that reach up to 1.5 million users, and cause the saturation to seven of the available final stations. In this condition, we have the second hypothesis that there are different logics of decision for the subway use between the "walkable" and periphery citizens.

In the first place, citizens normally choose the subway over other means of transportation aforementioned, (collective taxi, private car, suburban bus or taxi) after taking travel time budget into consideration. In the second place, the amount of passengers who can finish their trips at the station was compared to the amount of passengers who cannot. The analysis showed how the deficient coordination of transportation added to the poor urban planning concentrating only shopping and study areas around the stations affect the population. Therefore, some subway passengers can finish their trips at the stations, while others have to, not just add another means of transportations, but also the walking distance and the waiting time. These issues are associated to the transfer times, "walkable" environment, urban planning and station facilities, such as moving walkway and elevators. Therefore, the users have four options: a) take the subway at least one time in the course of their trips b) choose another means of transportation; c) finish their journeys at the

subway stations or d) add another means of transportation after the subway use. Then the logistic regression is applied twice to test the probabilities.

Through the first regression, the obtained value of pseudo R square of Negelkerke (0.38) shows that -contrary to other cities-, passengers use the subway in order to get to work (1.03) less than to go shopping (1.2). The high value of the transshipment variable (41.0) shows the importance of taking this factor into account. The low-income residents (2001 to 8000 pesos per month) use the subway more than the medium-income residents (8001 to 12000 pesos per month). Furthermore, the second regression with pseudo R square of Negelkerke (0.3) reveals that passengers tend to use this modality more to go shopping (0.8) or to their place of study (0.17) than to get to work (-0.2) because the main universities and the traditional market places (mercado) are located around the stations. It is possible to assume that a longer waiting time and a higher number of transshipment may discourage people to travel by subway. Once the odds ratio of walking a distance between 400m and 800m decreases from 8.3 to 5.1, it is possible to assume that a walking distance between 0m and 400m may be the strategic areas to increase its use.

Concluding, it is possible to increase the use of the subway system by improving the functionality at current stations as well as urban areas around them. Finally, some urban planning guidelines are suggested to achieve a more efficient system operation.

**Key words:** subway, mode, walking distance, transfer, center-periphery.

## INTRODUCCIÓN

No hay duda de que el Metro permite una mayor movilidad masiva de personas frente a cualquier otro medio de transporte gracias a su capacidad técnica, a las distancias que recorre y al tiempo que toma para realizar un viaje.

Además, el Metro tiene una cierta incidencia sobre la ubicación del empleo y la vivienda, sobre los usos del suelo a escala puntual alrededor de las estaciones y a lo largo de sus recorridos, así como en las estaciones terminales, que actúan como enlaces con otros sistemas de la periferia. Esta capacidad para incidir sobre la estructura territorial estimula un mayor uso del transporte público y subordina a otros modos secundarios de transporte.

Esta lógica territorial propia del sistema lo coloca al centro de una disyuntiva entre la búsqueda de rentabilidad del servicio en función del mercado o el beneficio público de pasajeros y una forma de

construir ciudad aun con subsidio del gobierno local. A pesar de la disyuntiva, su uso aumenta cada vez más a nivel mundial y de 173 sistemas de este tipo que había en 2016 se estima que para el año 2020 habrá unos 210 (Abe, 2016).

Ante esa capacidad técnica y lógica territorial únicas, sorprende que el Metro de la Ciudad de México no haya incrementado el número de tramos desde 1989 (4.1 millones diarios). En términos de participación relativa respecto a los otros modos de transporte, el sistema ocupaba un modesto tercer lugar, después de los taxis colectivos (peseros) y del automóvil (EOD, 2007), posición que mantenía en 2015, cuando ya operaba la línea 12. Menos comprensible resulta que la expansión de la periferia siga aumentando sin control, ni se haya alcanzado un uso más coherente, denso y diversificado en las áreas interiores.

En este trabajo se exploran las causas posibles de este bajo uso del Metro utilizando la infor-

mación proporcionada por la Encuesta Origen Destino (EOD) 2007.<sup>2</sup> La hipótesis principal es que los usuarios toman esta decisión con base en las distancias que hay que recorrer hacia y desde las estaciones, la densidad de estaciones del barrio, la facilidad para el transbordo entre el Metro y alguna otra modalidad disponible y los tiempos de espera entre esos posibles modos para llegar a tiempo al destino final. Los resultados apuntan a las dificultades que enfrentan los usuarios para distinguir la mejor opción para los itinerarios deseados y factores sociales, como nivel de ingreso, educación, género y edad, como causas probables para no usar el sistema, a pesar que se cuenta con una capacidad instalada que podría movilizar a más personas.

La metodología utilizada permite analizar por separado esos factores y comprobar su capacidad explicativa mediante una regresión logística. El resultado es un esquema básico para analizar esa interacción de factores, que puede ser útil en otros casos similares en ciudades mexicanas que aun no cuenta con Metro o es aún muy reciente. La primera parte de la metodología consiste en identificar, en las 149 estaciones del Metro, primero, cual es la estación que recibe mayor cantidad de pasajeros desde la periferia; segundo, en dónde se baja la mayoría de los usuarios y, en tercer lugar, en donde se realizan más cambios entre líneas del Metro.<sup>3</sup> La secuencia de combinaciones posibles entre los distintos modos es un resultado original de este ensayo y resulta clave para evaluar la eficiencia del sistema.

En esta perspectiva analítica se ordena primero la literatura sobre el tema, después se presentan los datos sobre el comportamiento de los factores técnicos y sociales seleccionados. Con base en ello, se someten a comprobación estadística, con base en su interpretación final, se sugieren lineamientos para la planeación del sistema de transporte como un todo.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

El interés sobre los efectos principales del transporte en la estructura urbana responde a su predominio sobre la lógica centro-periferia prevaliente en las ciudades modernas. Las referencias sobre el tema se han dividido en cuatro grupos, únicamente para efectos de exposición. En el primero se estudian los efectos más previsibles del transporte sobre el uso del suelo; en el segundo, de forma similar pero más completa, interesa conocer los cambios territoriales asociados a distintos modos de transporte, y en el tercero, se expone la disyuntiva entre adoptar políticas públicas dirigidas a atenuar las desigualdades socioespaciales que genera el tránsito urbano o bien dejarlo a la lógica del mercado. Por último, se presenta una breve revisión del interés que ha despertado el Metro de la Ciudad de México y sus efectos territoriales.

### Efectos sobre usos del suelo

Desde los años 90 se acepta que la concentración del empleo en la ciudad interior incrementa los precios del suelo (Cervero, 1992, 1998; Boarnet y Compín, 1996). En particular, se admite que la circulación de trenes de superficie centro-periferia refuerza la centralidad (Bollinger y Ihlanfeldt, 1997; Bows y Ihlanfeldt, 2001).

Hay un consenso también sobre la influencia de la infraestructura del transporte en el uso del suelo cercano a sus estaciones (Stead y Marshall, 2001) y algo de sentido común pero que pocas veces se mide, es la distancia óptima a las estaciones del Metro para propiciar su uso. Por ello, algunos autores estiman necesario ordenar el uso del suelo aledaño, entre 70 y 500 m (Cervero, 1992; CPSR, 1999), sin que aumente, necesariamente, el precio de las viviendas cercanas (Landis *et al*, 1994; Cervero y Duncan, 2002).

<sup>2</sup> Para ello es necesario desglosar los datos por AGEB, disponibles sólo en la Encuesta Origen Destino (EOD) del 2007, pues la Muestra Intercensal del 2015 los presenta a nivel delegacional y municipal. La Intercensal 2015 es útil para estimar el total de viajes entre municipios y delegaciones, y confirman el tercer lugar del Metro entre las modalidades de transporte, algo que ya había mostrado la EOD 2007. Para subsanar esta insuficiencia es necesaria una nueva encuesta y no solo la muestra.

<sup>3</sup> Se habla de transbordo cuando antes o después de usar el Metro, el usuario cambia al pesero, al autobús o toma un taxi para seguir o terminar su viaje, es decir, sale de la estación. El cambio de línea significa que el usuario pasa de una línea a otra en las estaciones de transferencia para seguir su viaje.

### **Implicaciones territoriales de diferentes tecnologías**

Se han podido asociar cambios importantes en la estructura y morfología de la ciudad con ciertas innovaciones tecnológicas para circular en su interior y en el entorno regional. Si, por una parte, la multimodalidad es necesaria ante la complejidad urbana actual, el alto consumo de espacio urbano que se requiere para su funcionamiento obliga a considerar el impacto social del sistema sobre la estructura socio espacial preexistente.

Una buena forma de conseguirlo es acoplar el funcionamiento de modos convencionales entre sí, como el tren ligero (*Light Rail Transit*, LRT) y el Metrobús con el Metro y entre este y el tren suburbano; también cuenta mucho facilitar el acceso de autos y bicicletas a las estaciones del Metro. En todo ello se aprovechan, de una forma más ordenada, sus distintas capacidades de transportación y efectos espaciales (Cervero, 1985; Ewing y Cervero, 2010). La modalidad del LRT puede ser útil para reactivar la economía del centro de la ciudad siempre y cuando esté bien conectado y sea parte de un plan de desarrollo económico metropolitano (Cervero y Wu, 1997; Aguilera y Mignot, 2004). Por su parte, el tren ligero se recomienda para conectar espacios consolidados, antes que para orientar la expansión futura de la ciudad (Boarnet y Compín 1996).

Sin embargo, planear la interacción entre modos no es suficiente para volver más eficiente su funcionamiento o atenuar sus efectos espaciales menos deseados. La disminución del exceso de traslado diario (*excess commuting*) tiene efectos no deseados si se hace, única o principalmente, por medio de autopistas o vías férreas (Cervero, 2002): las autovías o autopistas urbanas, como también se les llama, estimulan el uso del auto; los trenes, si no consideran la movilidad a una escala metropolitana, propician la construcción de nuevos y más lejanos suburbios. Desde un punto de vista económico, las grandes tiendas de autoservicio alejadas del centro son viables si cuentan con autopistas urbanas (pagadas con recursos públicos) y una considerable extensión de suelo privado sólo para estacionarse (Cervero y Duncan, 2002). Si lo que interesa es disminuir el uso del auto, se debe tomar en cuenta el balance entre empleos y viviendas, la densidad

residencial y del empleo, así como el uso mixto del suelo (Cervero y Duncan, 2006; Sarzynski *et al.*, 2006).

### **La controversia entre planeación pública y el mercado**

El debate entre planeación y mercado lleva ya varias décadas. En términos formales, compaginar el transporte y los usos del suelo es un factor clave para la planeación del suelo urbano a escala metropolitana. Una política pública de descentralización del empleo que no considere los traslados, se traduce en viajes más largos y mayor consumo de suelo (Cervero y Wu, 1997; Aguilera y Mignot, 2004), aunque se acepta que podría disminuir el exceso del traslado diario, aún en ciudades con una estructura urbana *poli céntrica* (Cervero, 2002).

Para disminuir el uso del auto es imprescindible contar con calles peatonales (Cervero y Duncan, 2006; Sarzynski *et al.*, 2006), así como incentivar el uso mixto del suelo. En ambos casos, si no se complementan con un buen transporte público, podría aumentar la frecuencia de viajes en coche para ir de compras, como sucedió en San Francisco (Handy, 1993; Cameron *et al.*, 2004). Por otra parte, y en términos de planeación urbana, en una economía de mercado es posible contener la expansión urbana y densificar las áreas interiores, en especial alrededor de nodos de tránsito intenso. Es lo que sugiere el “desarrollo orientado por el tránsito” al conjugar barrios densos, compactos y con mezcla de usos, con calles más seguras y disponer de espacio público para la interacción social (CPSR, 2007). Estas disyuntivas, presentes en cualquier gran ciudad, difícilmente se pueden resolver sin un plan metropolitano e incluso regional o limitarse a prever el impacto en el suelo cercano a las estaciones (Cervero, 1985; Knight y Trygg, 1977).

### **Estructura urbana y transporte en la Ciudad de México**

En principio, la construcción de un sistema de transporte colectivo en los países en vía de desarrollo es polémico y aun no se cuenta con una discusión teórica de consideración. Existen preferencias fácilmente reconocibles, por ejemplo, el Metro en los países asiáticos, el tren ligero en las

naciones europeas y el popularizado autobús rápido en América Latina (UN-Habitat, 2013). En las ciudades de Norteamérica se considera costosa más la construcción del Metro que las autovías (Gonzalez y Turner, 2016; Hadaad E. *et al.* 2013).

En el caso del Metrobús de la Ciudad de México, se advierte la falta de vinculación entre su capacidad técnica y las políticas públicas y de gestión en distintas experiencias latinoamericanas (Salazar, 2008). Es claro que se ha desaprovechado su capacidad para la densificación y revitalización económica del centro al concebirlo sólo como una modalidad de transporte (Paquete, 2008). Como resultado de una revisión amplia de la literatura sobre la relación entre transporte y estructura urbana, Graizbord (2008) ha propuesto seguir dos perspectivas –la cuantitativa y la conductista–, a varias escalas y con un enfoque multidisciplinario, escasamente adoptado. La estrecha relación entre lugar de residencia y empleo es un factor clave para explicar la concentración del empleo más allá de las cuatro delegaciones centrales (Suárez, 2007). En el caso específico del Metro ha habido un mayor interés en sus implicaciones en la cultura urbana y sobre el comportamiento de los usuarios más que sobre sus impactos en el espacio capitalino (CDMX, 2016).

### **Estructura urbana de la Ciudad de México y la red del Metro**

Hasta ahora, en la planeación del Metro no se ha considerado su potencial para el control de los usos del suelo internos o de la expansión de la periferia. El principal objetivo al construir el Metro a fines de los años 60, además de aliviar la congestión central del tráfico, fue conectar el centro con zonas con denso poblamiento en el poniente, norte y oriente de la ciudad (Navarro y González, 1989). Era una política pública loable pero que se tomó tarde, cuando la expansión hacia la periferia ya había comenzado.

Desde un principio, el trazo de las líneas 1 (1969), línea 2 (1970) y línea 3 (1970) siguió un patrón radial a partir del centro, como en la mayoría de las ciudades. En la segunda etapa (1980-1988), la construcción en retícula de las cinco nuevas líneas (4, 5, 6, 7 y 9) llegó al primer contorno de la ciudad, lo que contribuyó a formar una ciudad interior, más extensa que el propio Centro Histórico. En la tercera etapa, se ha vuelto al trazo radial original con la construcción de cuatro líneas: la 8 (1994) que conectó Iztapalapa con el centro, la línea A (1991) con el sureste, la B (1999) que se dirigió al noreste, el Tren Suburbano (2008) hacia el noroeste de la ciudad. La línea 12 tiene un trazo combinado reticular entre Mixcoac y Atlalilco y el controvertido tramo radial a partir de ahí a Tlahuac.

Después de casi 50 años de haberse iniciado, el sistema STC-Metro tiene 12 líneas que suman 201 kilómetros con un costo de cinco pesos por viaje. En el año 2016, el Metro transportó 4.3 millones de pasajeros por día, casi la mitad de ellos en las tres primeras líneas en ser construidas, lo que las tiene a punto de saturación, mientras que el resto se distribuyó entre las otras nueve líneas, algunas subutilizadas (INEGI, 2016). Comparado con otros modos menos eficientes, un solo convoy del Metro de la Ciudad de México mueve 1 530 pasajeros (360 sentados y 1 170 parados) lo que representa un flujo de 45 900 pasajeros, en lo que se conoce como hora-línea.<sup>4</sup> En cuanto a su costo, actualmente, los cinco pesos que se pagan por un viaje no cubren ni la mitad del costo real de servicio.

Mientras tanto, y siguiendo con una estricta lógica económica, a partir de los años 90 el empleo se concentró en la ciudad interior, desplazando a las viviendas hacia el primer contorno<sup>5</sup> (Suárez, 2007; Suárez y Delgado, 2009, 2010). El trazo radial original de la red siguió así las principales vialidades, también radiales, y la ubicación de estaciones respondió a los aforos preexistentes no planeados y

<sup>4</sup> En comparación, el autobús rápido mueve 240 pasajeros por unidad de servicio y se necesitan 60 automóviles particulares. La capacidad de los pasajeros del Metro es seis veces mayor que el autobús rápido y 24 veces más que el auto particular en una hora-línea.

<sup>5</sup> Se entiende por el primer contorno a las delegaciones Coyoacán, Iztacalco, Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Azcapotzalco y Álvaro Obregón (véase Delgado, 1988)

Cuadro 1. Distribución de los viajes por tramo y modo, ZMCM, 2007 (miles de tramos)

Rango	Modalidad	Tramos de ida	%	Total de Tramos (ida y vuelta)
1	Taxi colectivo	7,495.7	44.9	14,122.10
2	Automóvil	3,700.80	22.1	6,343.70
3	SCT Metro	2,255.90	13.5	4,174.70
4	Autobús suburbano	1,172.20	7	2,203.40
5	Taxi	1,011.10	6.1	1,796.10
6	Otro	1,076.30	6.5	1,841.30
	Total de viajes	16,711.90	100	30,595.7

que respondían a exigencias de movilidad menos complejas. Se ha desdeñado la capacidad del Metro para un mayor control de usos, para la densificación del empleo y servicios en nodos estratégicos y para condicionar la construcción de vivienda –sobre todo de las recientes mega torres–, a fin de no afectar las condiciones locales de accesibilidad. Por su parte, aunque estaban previstos en el Plan Maestro de 1969 (GODF, 2011), para articular otros modos –autobuses, taxis y, sobre todo, colectivos–, al propio sistema, la puesta en marcha de los Centros de Transferencia Modal (CETRAM) fue también tardía y con muy pobres resultados, cuando la baja eficiencia del servicio provocaba ya una presión social y económica considerable.

En efecto, la demanda generada desde extensas áreas de urbanización irregular de la periferia al centro hizo patente la insuficiente cobertura de la red y la baja frecuencia de circulación de los trenes. Ello favoreció la irrupción de una red informal de taxis colectivos o “peseros” y autobuses suburbanos (Legorreta, 1989; Navarro y González, 1989), en la práctica menos eficientes que el Metro pero que captan, todavía hoy, la mayoría de los viajes. Se puede decir que la expansión urbana ha rebasado ya la capacidad instalada del Metro, por lo que es necesario, al menos, la coordinación de un sistema de enlace metropolitano de largo alcance.

En efecto, de acuerdo con cifras de la Encuesta de Origen Destino (EOD) de 2007, se realizaban 30.6 millones de tramos de ida y vuelta por día, en diversos modos disponibles. Considerando únicamente los viajes de ida, el Metro cubría sólo

13.5% de la demanda (2.3 millones de viajes) y, en segundo lugar, el automóvil con 3.7 millones, el 22.1%, mientras que los taxis colectivos captaban casi la mitad (44.9%, 7.5 millones diarios). Un quinto de los viajes restantes se repartía entre el autobús suburbano (1.2 millones, 7.0%) y el taxi (poco más de un millón, 6.1%). Todos las otras modalidades –autobús RTP, bicicleta, Metrobús, trolebús, tren ligero y motocicleta–, absorbían el restante 6.5%. Esos 16.7 millones de tramos de ida serán nuestro objeto de estudio (Cuadro 1).

Esta coexistencia del STC-Metro con otras modalidades, la mayoría informales, obliga a los usuarios a transbordar al menos una vez, para llegar al centro y a pagar doble tarifa en cada conexión intermedia. Ese desfase –ir atrás del proceso en lugar de anticiparlo–, somete al STC-Metro a operar flujos de la periferia metropolitana hacia y desde el centro. Es por ello que la duda razonable que da pie a este ensayo es si por esa baja eficiencia intraurbana se recurre poco al Metro en los traslados cotidianos.

### Eficiencia del sistema STC-Metro

La EOD, principal fuente de datos, está desactualizada y con la información disponible es difícil tener una idea consistente sobre la intermodalidad del tren. Bajo el supuesto de que el funcionamiento estructural del sistema no cambia, y para superar por ahora estos escollos, proponemos tres indicadores de dicha eficiencia: a) distancia por caminar a las estaciones, b) baja densidad de es-

taciones por km<sup>2</sup> y c) dificultad para realizar el transbordo.<sup>6</sup>

a) *Distancia por caminar hacia o desde las estaciones*

Esta es la primera pregunta que nos hacemos para decidir usar o no el Metro y se basa en nuestra percepción de lo que es caminar una distancia razonable. En países desarrollados esta distancia es de 300–400 m (Ewing y Cervero, 2010), en la ZMCM es de 800 m y la moda de 400 a 450 m.

Esa es la distancia que se camina en promedio entre la vivienda y la estación de subida o al bajar y el destino final. Para obtener esta información, primero se localizan los centroides por área geoestadística básica (AGEB) y se cruzan con los ascensos y descensos de las 149 estaciones, previamente georeferenciadas en un ambiente SIG. Al estratificar la frecuencia de esos viajes cada 50 m, el histograma resultante muestra una disminución a partir de los 400 m y otro descenso después de los 800 (Figura 1).<sup>7</sup>

Esta distancia coincide con el promedio de 400 m citados en la literatura, y el hecho de que la frecuencia disminuya más allá de ese umbral significa que los usuarios están menos dispuestos a caminar más lejos. Este es ya un primer indicio de la baja movilidad del sistema y, a la vez, sugiere que un recorrido más confortable y seguro podría alentar su uso. Al trazar un *buffer* de 800 m desde las 149 estaciones existentes se obtiene, además, el “área caminable”, otro indicador de esa baja movilidad. Ante la falta de datos, podemos considerar esa superficie como cobertura del sistema dentro del área total de la ciudad. Incluyendo los *buffers* de las líneas suburbanas A y B en territorio mexiquense, el área caminable es de 38 134 ha o 76.4% de la superficie conjunta de la ciudad interior y el primer contorno en donde se concentra la red, pero abarcaba únicamente 16.6% a escala metropolitana en el 2000. Dicho de otra forma, el Metro se usa poco porque el grueso de la demanda está fuera del área caminable o el transbordo con autobuses es escaso.

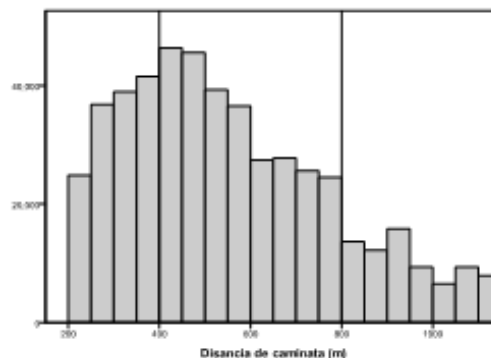


Figura 1. Distribución de frecuencias de caminata hacia las estaciones del STC Metro, 2007.

A los posibles usuarios sólo le queda subirse a un pesero o caminar otra vez.

De esta forma, dentro del área caminable se inician sólo tres de los 16.7 millones de tramos que se recorren en todos los modos y quienes usan aquí el Metro son casi el doble (0.74 millones, 24.0%) del promedio total metropolitano (13.5%, Cuadro 1), pero aun así se usa más el taxi colectivo (33.3%) y una cuarta parte de quienes viven ahí, usa su propio auto. La importancia de las restantes modalidades es muy baja y en el caso del autobús, mínima (Cuadro 2).

En resumen, se puede decir que los capitalinos caminamos el doble de la distancia promedio para llegar a una estación y que quienes habitan en la ciudad interior y el primer contorno prefieren recurrir a otras modalidades antes que al Metro. A partir de estos primeros indicios de la baja utilización del servicio, una conjetura razonable es preguntarse si aumentaría su uso de contar con más estaciones intermedias, sobre todo en las líneas subutilizadas del área central.

b) *Densidad de estaciones en el área caminable*

La densidad de estaciones por km<sup>2</sup> es un indicador que permite estimar que tan certera es esa disyuntiva, pero es poco utilizada en México y solo tiene sentido compararla con la de otras gran-

<sup>6</sup> Se habla de transbordo cuando el cambio es de un modo a otro, cuando el cambio se realiza dentro de la propia red del metro, se denomina cambio de línea.

<sup>7</sup> Volumen de usuarios que caminan para llegar a una estación del Metro cada 50 m. El número aumenta hasta los 400 m luego desciende paulatinamente hasta los 800 m.

Cuadro 2. Distribución de tramos por modalidad en el área caminable (a) y no caminable (b), 2007 (en miles).

Número de tramos recorridos por modalidad y tipo de área, 2007					
Modalidad	Caminable (a) ciudad interior y 1er contorno	(%)	No caminable (b)	(%)	Total
Colectivo	1029.2	33.3	6466.5	47.5	7495.7
Automóvil	772.9	25	2928	21.5	3700.9
Metro	740	24	1515.9	11.1	2255.9
Autobús suburbano	84.2	2.7	1087.9	8	1172.2
Taxi	242.8	7.9	768.4	5.6	1011.1
Otro	217.5	7	858.7	6.3	1076.2
Total	3086.5	100	13625.4	100	16711.9

des ciudades, como París o Tokio por ejemplo, y no con otras que, aunque cuenten con Metro no tienen el tamaño de la nuestra.

La estructura urbana de ambas ciudades –París y Tokio–, es más compacta y con mayor número de líneas y estaciones que la nuestra, pero en cambio es factible comparar las ciudades interiores de las tres ciudades ya que en ellas se concentra también el empleo y cuentan con servicio de Metro. En el primer caso, su ciudad interior coincide con la municipalidad de París y en Tokio ocupa 23 delegaciones; ambas son comparables funcionalmente con la ciudad interior de la Ciudad de México (cuatro delegaciones) más el primer contorno (seis delegaciones).

Bajo este enfoque, la densidad de estaciones por km<sup>2</sup> de la Ciudad de México es muy baja (0.3), tres

veces menos que en Tokio, en donde se tiene una estación por cada km<sup>2</sup> y nueve veces menos que en París, que está equipada con 3.1 (Cuadro 3).<sup>8,9</sup>

Como hay pocas estaciones intermedias es necesario entonces transbordar de un sistema a otro para complementar el viaje en Metro. Estimar el número de trasbordos entre las distintas modalidades es otro indicador clave para decidirse a usar o no el tren subterráneo.

### c) Número de transbordos entre modos de transporte

El transbordo en sí mismo no es un síntoma de ineficiencia en una ciudad tan extensa como la Ciudad de México, es difícil suponer que todos los viajes deban cubrirse en un solo modo. Pero

Cuadro 3. Densidad de estaciones en 2010.

Número de estaciones	París	Tokyo	México
Metro	292	247	149
Tren urbano y suburbano	33	385	7
(A) Total de estaciones	326	632	156
(B) Área urbana que cubre la red en km <sup>2</sup>	105.4	622.9	499.1
Densidad de estaciones (A /B)	3.1	1	0.3

<sup>8</sup> Otra forma de calcularla es mediante análisis de vecindarios, el cual requiere una base de datos para las tres ciudades no disponible por ahora. Una propuesta para su aplicación a la distribución del empleo en la Ciudad de México puede verse en Suárez y Delgado (2009).

<sup>9</sup> <http://todo-ran.com/t/kijis/13882> y <http://www.jametro.or.jp/world/french.html>, consultados el 22/01/2016.

Cuadro 4. Distribución de tramos de viajes por modalidades, 2007 (en miles).

Rango	Modalidad	Tramo 1	%	Tramo 2	%	Tramo 3*	%	Total
1	Taxi colectivo	5420.1	32.6	1521	9.1	510.5	3.1	7451.6
2	Automóvil	3690.1	22.2	7.4	0	3.2	0	3700.7
3	SCT Metro	659.8	4	1479	8.9	111	0.7	2249.8
4	Autobús suburbano	779.9	4.7	284	1.7	99.9	0.6	1163.8
5	Taxi	834.5	5	87.7	0.5	70.9	0.4	993.1
6	Otro**	720.1	4.3	249.1	1.5	98.3	0.6	1067.5
	Total	12104.5	72.8	3628.2	21.8	893.8	5.4	16626.5

si el transbordo es poco confortable –pasillos largos, estrechos-, se entorpece el cambio de pasajeros de una línea a otra.

De los cinco modos principales de transporte mencionados en la primera parte del ensayo, la mayoría (72.8%) de los viajes se lleva en un solo tramo, 21.8% en dos tramos y 5.4% en tres. En el caso del auto, aunque solo representa una quinta parte del total de viajes (7 millones de viajes), la mayoría (99.7%) se lleva a cabo en un solo tramo, pues no hace ningún transbordo significativo. En cambio, si utilizamos taxis colectivos, autobuses o tren suburbano, casi con un primer tramo es suficiente, pero 9.1% se hace en dos tramos y 3.1% en tres, lo que consume tiempo y energía considerables. El Metro es el único modo en donde el segundo tramo es mayor que el primer tramo de los viajes (Cuadro 4).

El sentido común dicta que es preferible hacer un sólo transbordo o dos como máximo. El hecho de que en casi un millón de viajes diarios (893 mil) se deba recurrir a un tercer tramo, habla un alto costo social que puede mitigarse con mejores condiciones para pasar de un modo a otro. Estas condiciones se encuentran principalmente en los espacios aledaños a las estaciones, sobre todo de las que son multimodales, pero es posible completar la distancia que no alcanza a cubrir el tren con líneas de autobuses, trolebuses, tranvías y taxis.

Pero aun así, otra consideración que influye en

la decisión de tomar o no el Metro, es el tiempo de espera por cualquier otro vehículo, después de haber viajado en Metro.

#### *d) Tiempo de espera para transbordar hacia o desde otro medio*

Este factor puede ser definitivo para decidirse a tomar el Metro. En el caso de la Ciudad de México las personas caminan, en promedio, unos 3.5 kilómetros por hora, un vehículo se mueve casi cuatro veces más rápido, a unos 13 kilómetros por hora.<sup>10</sup> A esa velocidad, una persona puede caminar unos 412 m en siete minutos, pero si toma un pesero avanza 432 m en el mismo tiempo, es decir, adelanta unos 20 m más sin tener que caminar.

Con base en lo anterior se puede suponer que tiene sentido esperar como máximo unos 15 minutos, pues en ese tiempo se podrían haber caminado unos 1 235 m, es decir, más de los 800 m que los

Cuadro 5. Tiempo hipotético para abordar un taxi colectivo o caminar.

Tiempo de espera (minutos)	Caminata	Pesero 5 min. después	Pesero 10 min. después	Pesero 15 min. después
0	0			
7	412	432		
14	823	1944	864	
21	1,235	3456	2376	1296

<sup>10</sup> Estimación propia a partir de la variable de tiempo la EOD 2007 y la distancia antes calculada.

usuarios están dispuestos caminar (Cuadro 5). En países desarrollados, la frecuencia de paso del transporte colectivo de superficie oscila entre 10 y 12 minutos, y se puede tener certeza de su puntualidad, fundamental para su funcionamiento.

Resta por estimar el número de combinaciones entre modalidades, es decir, la secuencia en la que usan los distintos modos de desplazarse.

*e) Secuencia de uso entre modalidades de transporte*

El transbordo no es significativo para quienes usan su propio auto, pues se utiliza casi como único modo,<sup>11</sup> en las demás se camina necesariamente antes y después de usar el Metro, de ahí la utilidad de la distancia y tiempo que acabamos de discutir. Tomando en cuenta esas restricciones,

las posibles secuencias son cuatro: I) caminar antes y después de tomar el Metro; II) caminata-Metro-otro medio; III) otro medio-Metro-caminata, y IV) otro medio-Metro-otro medio (Figura 2).

La secuencia I del Metro como único modo ocupa menos de una cuarta parte de los tramos recorridos (384 000), y es probable que se trate de residentes que viven cerca de una estación y de su lugar de trabajo. En cambio, los usuarios que escogen las secuencias III y IV, con el STC-Metro como segundo modo, es probable que vivan más allá de los 800 m del área caminable. Los usuarios de las secuencias II, III y IV (1.8 millones) recurren a otra modalidad antes o después de realizar su viaje en el Metro y las secuencias III y IV necesariamente trasladan pasajeros desde las zonas no cubiertas por

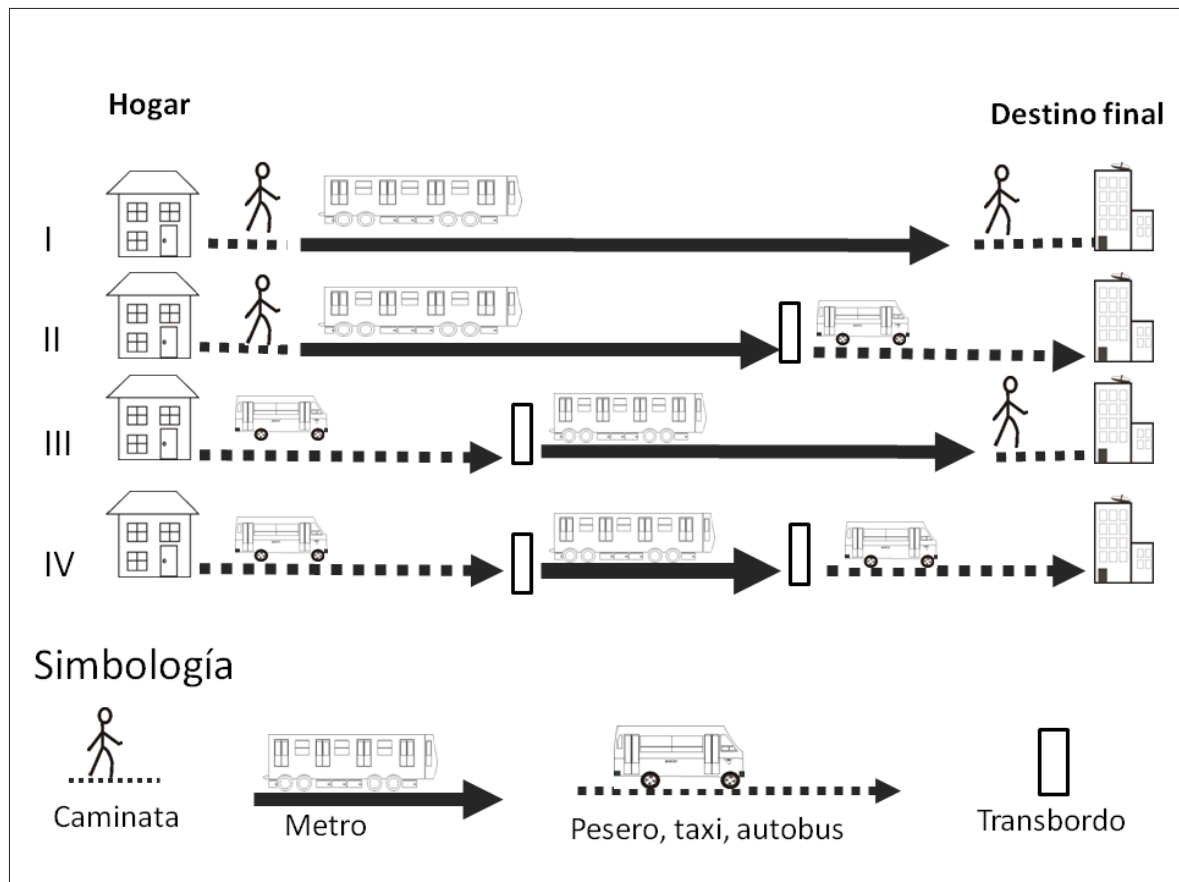


Figura 2. Corema de las cuatro secuencias posibles de viajes.

<sup>11</sup> La EOD 2007 no registró la caminata y el traslado en bicicleta, lo que influye en las combinaciones posibles. Estas combinaciones en el caso de los traslados en bicicleta requiere otras formas de abordarlo (Suárez et al., 2016).

	Tipo de viaje en SCT Metro	Tramos	%	Cambio de línea al interior del Metro	%
I	Como único modo	384	17	236.9	61.6
II	Como primer modo y después otro	276	12.2	159.5	57.9
III	Como último modo	1,070	47.5	614.8	57.4
IV	Como modo intermedio	525	23.3	297.2	56.7
		2,255	100	1308.3	58

Cuadro 6. Modalidades de viaje en STC-Metro, 2007 (miles).

el sistema, principalmente de la periferia metropolitana (Cuadro 6).

Tener que cambiar de línea también desalienta el traslado en Metro, lo que es inevitable en casi la mitad de los viajes en cualquiera de esas cuatro opciones de uso, además de las desventajas que acarrear las secuencias II, III y IV por tener que recurrir a otro modo de transporte. Por otra parte, la secuencia IV (otro modo-Metro-otro modo), confirma que los empleos están alejados de las estaciones y que se tiene que usar otro modo para llegar a ellos.

En síntesis, después de asignar a cada secuencia los 2.255 millones de tramos del STC-Metro, el hecho de que la principal opción sea la III (como último modo y 47.5% de los tramos), indica que esta secuencia capta principalmente los traslados desde la periferia, lo que analizaremos en el siguiente apartado. Por su parte, la peor de todas es la opción IV, pues implica utilizar tres modos de transporte y realizar dos transbordos; aún así la padece casi una cuarta parte de los usuarios (23.3%, cuadro 6).

Para evaluar la eficiencia en el funcionamiento del Metro hemos recurrido a estimaciones indirectas, debido a las limitaciones de la EOD; por el contrario, la estimación de los desplazamientos centro-periferia es relativamente sencilla de calcular.

### Movilidad periferia-centro

Es razonable suponer que, cuando se tomó la decisión de construir el Metro, era difícil prever la expansión peri urbana que, desde los años 70 caracteriza a la ciudad. Pero es indudable que el sistema Metro ha facilitado los viajes de la periferia hacia el centro.

En ello ha influido la concentración de las estaciones terminales del Metro en nueve delegaciones todas en los límites de la ciudad. A la mayoría de pasajeros de la periferia cercana no le queda otra opción que dirigirse a esas estaciones terminales para de ahí internarse en la ciudad. En efecto, del total de usuarios de la periferia, 64% llega únicamente a dieciséis de las 149 estaciones; de ellas, casi un tercio se concentra en tres estaciones (Pantitlán, 11.1%; Indios Verdes, 11.0% y Constitución de 1917, 5.7%); y casi una quinta parte llega a otras cuatro estaciones (Tasqueña; 4.6%; Cuatro Caminos, 4.3%; El Rosario y Zaragoza con 4.1 cada una, Cuadro 7 y Figura 3).

El restante 34% se recibe en 134 estaciones, para abordar desde ahí su segundo modo de transporte. Otro inconveniente de la conexión periferia-cen-

Cuadro 7. Número de usuarios del STC Metro, segundo y tercer tramo, 2007 (miles).

Orden	Estación	Total de usuarios	%	% acumulado
1	Pantitlán	178.1	11.2	11.2
2	Indios Verdes	175.8	11	22.2
3	Constitución de 1917	90.7	5.7	27.9
4	Tasqueña	73.3	4.6	32.5
5	Cuatro Caminos	67.8	4.3	36.7
6	El Rosario	65.2	4.1	40.8
7	Zaragoza	65.1	4.1	44.9
8 a 16	varias	----	----	64
149	TOTAL	1,594.80		100

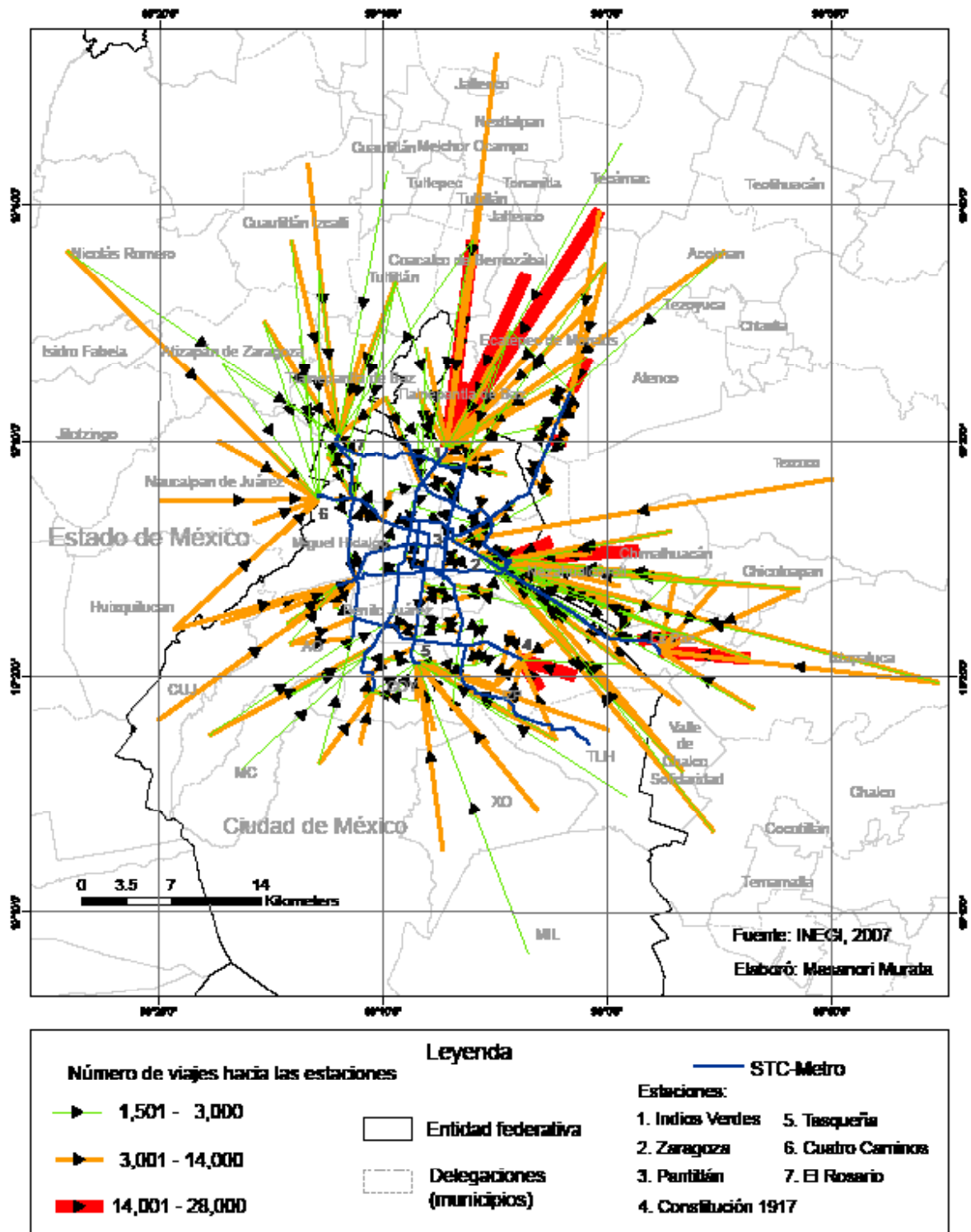


Figura 3. Origen de los viajes hacia algunas estaciones de STC Metro, 2007.

tro es que sólo 39 de los 45 Centro de Transferencia Intermodal (CETRAM) cuentan con conexión a STC-Metro o tren ligero, lo que afecta su capacidad de desahogo de viajeros que buscan llegar al centro. Este desempeño ocasiona la saturación de las estaciones de transferencia de la periferia que, en la práctica reciben un sinnúmero de peseros, taxis o autobuses con poco o ningún control. Este transbordo es particularmente agudo en el espacio que circunda a esas estaciones, pues se realiza directamente en la calle, incluso en estaciones intermedias, como sucede en las de Tacubaya, Miguel Ángel de Quevedo, Viveros y Coyoacán. Al interior de las estaciones no se cuenta con bandas transportadoras horizontales para los peatones.

Resulta contradictorio que de los CETRAM Chapultepec, Puerto Aéreo o San Lázaro que cuentan con espacios internos adecuados para las personas y están equipadas con mobiliario urbano en el exterior de la estación, ninguno reciba pasajeros de la periferia, con excepción del CETRAM Zaragoza.<sup>12</sup> Por el contrario, el de Chapultepec se ubica en una zona estratégica de la ciudad, sujeta a una fuerte especulación del suelo. Sería deseable que ese acondicionamiento se acompañara de un control del uso suelo con un claro contenido social como consigna la literatura (Cervero y Duncan, 2006) y no dejarlo al escasamente regulado mercado de suelo urbano.

Además del congestionamiento en las estaciones periféricas, los cambios de línea dentro de la red es otro factor que ilustra la baja capacidad del sistema para la interconexión multimodal y por ende, una menor disposición para su uso. En efecto, aunque es posible cambiar de línea en veintitrés estaciones, 43% de los cambios se realiza solamente en seis: Pino Suarez (cambio de línea 1 a 2); Balderas (1 a 3); Hidalgo (2 a 3); Bellas Artes (2 a 8); Salto del Agua (1 a 8) y Guerrero (B a 3). En este caso, la conveniencia de contar con conexiones tangenciales para evitar pasar por el centro merece una mayor atención en investigaciones futuras.

Por último, la inequidad entre los usuarios de

los suburbios y los del centro también se refleja en los usuarios dentro del área caminable: la gente que vive cerca de las estaciones tiene un ingreso 20% mayor (5 021 pesos) que los de fuera (4 185 pesos), e invierte 20% menos tiempo en el traslado (41 minutos y 51 minutos, respectivamente).<sup>13</sup>

Hasta ahora hemos discutido algunas posibles razones por la cuales la gente no usa más el servicio. Lo que no está en duda es que el grupo que utilizó el Metro al menos una vez, se correlaciona con variables sociales, citadas en la literatura; y en segundo término, que hay una relación estadísticamente significativa entre quienes lo utilizaron como último modo y quienes tuvieron que transbordar a otros modos después de viajar en él. En ambos casos hemos recurrido a un procedimiento estadístico para comprobarlo.

### Primera regresión logística sobre la decisión de usar el Metro

La primera regresión logística binomial muestra una correlación significativa entre quienes utilizaron el Metro al menos una vez (variable dependiente,  $P_{i=1}$ ) de acuerdo con cuatro variables independientes ( $X_{i, i=1 \text{ a } 4}$ ) citadas como criterios para optar por una u otra forma: 1) *motivos de viaje*, 2) *espaciales* 3) *sociales*, y, 4) *comportamiento de viaje*. La probabilidad de haber usado alguna de las cuatro variables se simboliza con los subíndices  $\beta_{ij}$ . El subíndice  $i$  indica que alguna se utilizó por lo menos una vez ( $\beta_1$ ); mientras que  $j$  indica el número de las variables de regresiones realizadas. Con base en las cuatro variables independientes ( $X_{ij}$ ), la estimación de la probabilidad de uso de Metro ( $P_{ij}$ ) se expresa así:

$P_{ij}$  = Probabilidad de uso del STC Metro (sí/no)

$$P_i = F(X_i, \mathbf{b}) + u_i = \frac{e^{x_i \mathbf{b}}}{1 + e^{x_i \mathbf{b}}} + u_i \quad (1)$$

$P_1$  = Probabilidad de su uso o no del Metro (sí/no) (1-1) (1)

<sup>12</sup> CETRAM, 2012.

<sup>13</sup> Estimaciones propias con base en EOD, 2007.

Cuadro 8. Usar o no el Metro: primera regresión.

Pasos	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square	
	5465807.005	0.382	0.605	
	B	E.E.	Wald	Exp(B)
Motivo del viaje			27073	
Trabajo	0.03	0	73	1.029
Estudio	0	0	1	1.004
Compras	0.19	0	1545	1.206
Llevar a alguien	-0.82	0.01	18471	0.439
Diversión	0.12	0.01	467	1.13
Distancia de caminata				
(de casa a la estación)			384675	
400	2.12	0	290766	8.312
800	1.64	0	245610	5.18
>800	0.54	0	20870	1.717
(de la estación al destino final )			722774	
400	2.4	0	637924	11.041
800	1.73	0	397327	5.667
>800	1.04	0	85048	2.836
Sexo (Hombre = 1)	0.25	0	13282	1.287
Edad			15846	
5 a 14	-0.6	0.01	3620	0.549
15 a 24	0.22	0.01	759	1.245
25 a 60	0.11	0.01	213	1.117
61 a 70	0.33	0.01	1421	1.386
Escolaridad			21077	
Primaria	-0.35	0.01	1166	0.707
Secundaria	-0.21	0.01	507	0.814
Preparatoria	-0.08	0.01	71	0.926
> Licenciatura	0.16	0.01	311	1.172
Ingreso			5931	
0 a 2000	0.48	0.01	1786	1.619
2001 a 8000	0.56	0.01	2429	1.742
8001 a 12000	0.45	0.01	1389	1.564
12001 a 20000	0.13	0.01	103	1.144
Tenencia de coche			85989	
No tiene	1.22	0.02	5504	3.395
Sí tiene	0.45	0.02	757	1.575
Tramos numéricos				
2a, 3a, 4a	3.71	0	1509026	41.037
Constante	-6.65	0.02	87703	0.001

Los resultados de R cuadrada de Nagelkerke (0.38) y la de Cox y Snell (0.605) corroboran una fuerte asociación entre variables independientes ( $P_1, j=1-4$ ) y el uso del Metro. De acuerdo con los resultados obtenidos, el ingreso es relevante pues lo usan más quienes ganan menos y el ir de compras o a estudiar son estadísticamente significativos. En cuanto al sexo, son los hombres quienes usan más el sistema y, de acuerdo con la edad, los jóvenes y adultos mayores son los usuarios preferentes (Cuadro 8).

Contrario a lo que sucede en países desarrollados, el ingreso es un factor que incide en un mayor uso del Metro pero el empleo no es el principal motivo del viaje, por lo cual podemos suponer que se trata de un comportamiento propio del Metro capitalino. Veamos estos resultados a mayor detalle.

**1. Según motivo del viaje.** Esta variable expresa el comportamiento diferenciado entre quienes usan el Metro y quienes no ( $P_1, j=1$ ). El menor valor es para quienes lo utilizaron al menos una vez para ir al trabajo (1.03), seguido de recreación (1.13) y el de ir de compras (1.20); posiblemente se trate de usuarios con bajos ingresos de la periferia en busca de mejores precios en los mercados al mayoreo del centro.

**2. Según la variable espacial.** La distancia que tienen que caminar las personas, antes y después del subterráneo, influye más que las variables de ingreso, sexo o motivo del viaje. El índice es muy alto (8.31) cuando se deben caminar menos de 400 m, casi el doble de que quienes viven entre los 400 y 800 m (5.18). Ese valor también es muy alto cuando se camina menos de 400 m (11.0) y baja a 5.66 entre los 400 y 800 m al destino final. La variable cambio de modalidad ( $P_{1,4,1} = 41.0$ ) es tan alta que no hay duda de que el Metro se combina con otras modalidades. A los usuarios que vienen de la periferia no les importa recurrir a otro(s) modo(s) antes de usar el STC-Metro, si la estación terminal está cerca de su destino.

**3. Según variables sociales.** La de sexo ( $P_{1,3,1}$ : masculino) indica un mayor uso entre los hombres ( $P_{1,3,1} = 1.31$ ) y según la edad ( $P_{1,3,2}$ ), aumenta entre los jóvenes de 15 a 24 años (1.24) y entre los adultos mayores de 61 a 70 años (1.38). En este mayor uso podría influir la tarjeta de cortesía

que les permite viajar de forma gratuita en el área metropolitana de la Ciudad de México.

**4. Según ingreso.** Según la regresión de esta variable ( $P_{1,3,4}$ ) lo usan más quienes ganan de dos a ocho mil pesos (1.74), luego baja gradualmente hasta los que reciben más de 12 mil. Tener coche propio también es determinante: quien no lo tiene (3.39) viaja dos y media veces más en el Metro, que los que si tienen (1.57), pero incluso quienes tienen auto utilizan el Metro, tal vez por la mayor velocidad promedio o por el alto costo para estacionarse al llegar a su destino.

Ahora veamos cómo se puede comprobar una relación estadística significativa entre quienes lo utilizaron como última secuencia, la III y IV, formado por quienes tuvieron que transbordar a otros modos después de usarlo.

### **Segunda regresión logística sobre la decisión de usar el Metro como secuencia III y IV**

Se ha demostrado que existe una alta concentración del empleo formal en el centro (Suárez y Delgado, 2009) y que para llegar a él, un número considerable de pasajeros de la periferia debe primero alcanzar las estaciones terminales. También se ha mostrado la necesidad de transbordo debido a la baja densidad de las estaciones. Aun así, una mayoría de usuarios (70.8%) se ve obligada a utilizarlo como segundo o tercer modo.

Mediante una segunda regresión logística se comprueba una significación estadística entre quienes lo utilizaron como último secuencia III y IV, esto es, entre quienes tuvieron que transbordar a otros modos después de usarlo. Esta segunda regresión se hizo también con base en las variables antes utilizadas (distancia, sexo, ingreso, edad). En este caso, una mayor probabilidad de uso se calcula mediante McFadden:

Pseudo  $R = 1 - (1^{\text{a}} \text{ iteración del } \textit{LogLikelihood} \text{ del primer paso} / \text{ultimo iteración de } \textit{LogLikelihood} \text{ del segundo paso}) \quad (2)$

Los resultados positivos de la regresión, la R cuadrada de Nagelkerke de (0.30) y la de Cox y Snell (0.22), comprueban dicho comportamiento diferenciado (Cuadro 9).

Cuadro 9. Cuando el STC Metro se usa como secuencia III y IV. Segunda regresión.

Pasos	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square	
1	1.56E+06	0.216	0.3	
	B	S.E.	Wald	Exp(B)
Motivo (referencia a "otro")			11,179.73	
Trabajo	-0.2	0.01	974.56	0.82
Estudiar	0.17	0.01	387.95	1.19
Compras	0.8	0.01	4,414.88	2.23
Llevar a alguien	-0.2	0.02	174.83	0.82
Diversión	-0.3	0.01	668.15	0.74
Distancia de caminata				
(Estación hasta el final )			272,394.23	
400	3.79	0.05	5,245.27	44.47
800	2.97	0.05	3,232.68	19.56
>800	1.24	0.05	564.96	3.46
Sexo (Hombre = 1)	0.18	0	1,967.04	1.2
Edad			1,505.22	
5 a 14	-0.03	0.02	1.95	0.97
15 a 24	0.26	0.02	234.5	1.3
25 a 60	0.05	0.02	10.16	1.05
61 a 71	0.1	0.02	31.28	1.11
Escolaridad			351.28	
Primaria	0.22	0.02	106.9	1.25
Secundaria	0.27	0.02	188.85	1.31
Preparatoria	0.22	0.02	127.59	1.25
> Licenciatura	0.2	0.02	102.4	1.22
Ingreso			429.7	
0 a 2000	-0.59	0.03	418.11	0.55
2001 a 8000	-0.58	0.03	399.83	0.56
8001 a 12000	-0.54	0.03	324.76	0.58
12001 a 20000	-0.57	0.03	297.33	0.57
Tenencia de coche			103.75	
No coche	-0.37	0.05	62.06	0.69
Sí coche	-0.4	0.05	73.69	0.67
Constante	-1.11	0.08	195.95	0.33

Sin embargo, en este caso la variable de ingreso no fue significativa. Veamos cuáles variables explican mejor la distinción entre uno u otro grupo.

**1. Según motivo del viaje.** El modelo estima una mayor probabilidad de utilizar el Metro como secuencia IV y confirma que, en el caso de la secuencia III no fue primordialmente para ir al trabajo (0.82) pero sí al lugar de estudio (1.19) o realizar compras (2.23) (Cuadro 9). Como ya se ha explicado, los usuarios de la secuencia IV toman la decisión de usar otro modo después del subterráneo en función del tiempo de espera por el taxi colectivo y la distancia al destino final. El tiempo de espera debe variar según el tráfico alrededor de cada estación, pero es probable que el usuario de la secuencia IV espere quince minutos como máximo, si así camina menos. También es probable que se tome el Metro para ir de compras o a estudiar, ya que se cuenta en general con estaciones cercanas a los grandes mercados y algunas universidades.

**2. Según variables espaciales.** Al bajar del Metro, la probabilidad de uso es más del doble cuando hay que caminar menos de 400 m (44.4) que entre 400 y 800 m (19.5). Es decir, que se decide entre una relativa incomodidad por caminar hasta 800 m antes de llegar al trabajo o bien gastar en el taxi o el taxi colectivo con el riesgo de llegar tarde por la espera.

**3. Según variables sociales.** Para los varones es importante si pueden terminar su viaje en el tren ( $P_{2,3,1} = 1.20$ ), lo que indica que las mujeres caminan menos que los hombres. Los jóvenes de 15 a 24 años ( $P_{2,3,3}$ ) terminan sus viajes en el STC-Metro (1.30) más que los adultos de 25 a 60 años (1.05) y que los mayores de 61 a 70 años (1.11). En cambio, el ingreso ( $P_{2,3,4}$ ) y tener auto ( $P_{2,3,5}$ ) no son significativas en ninguno de los dos grupos.

## DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La meta original de descongestionar el centro de la Ciudad de México mediante la concentración de la red del Metro en las áreas centrales no ha dado el resultado esperado, pues está subutilizado en las áreas cercanas a sus estaciones y porque

al trasladar buena parte de su demanda de viajes a los suburbios de la ciudad, satura los espacios alrededor de las estaciones terminales y de las intermodales.

Hemos encontrado una correlación entre diversos factores que desalientan el uso del Metro, como la baja densidad de estaciones, tener que caminar largas distancias, transbordar en condiciones poco confortables y la nula previsibilidad de la frecuencia y puntualidad de otros medios con los que debe combinarse. Una reflexión poco advertida por la academia, y que tiene que ver con el funcionamiento del Metro como segundo modo, es que la concentración económica del centro se interna ya dentro del primer contorno, traspasando la delimitación de la ciudad interior, otra forma de manifestar lo disperso de su área urbana.

Los resultados de la primera regresión advierten que se usa menos para ir al trabajo que para otros fines, la segunda regresión muestra que su uso disminuye si no se puede terminar el viaje en él. Esto refuerza la idea de promover la vivienda y el empleo cerca de las estaciones y de que se puede alcanzar una mayor movilidad con adecuaciones a la infraestructura actual de la red, mediante la optimización de los transbordos para superar su baja capacidad de conexión intermodal. En ambos casos, la propuesta metodológica para identificar la secuencia de tramos recorridos en cada modalidad es un instrumento analítico clave para definir los nodos prioritarios y las áreas aledañas por atender con el objetivo de mejorar la interconexión.

Los criterios básicos para intervenir esas áreas especiales de desarrollo son la intensidad de uso del suelo, el grado de uso mixto de habitación y comercio a bajo costo y la prestación de servicios públicos, pero sobre todo, el estricto control del espacio público para transbordar de uno a otro medio a través de andadores de calidad, incluyendo estacionamiento momentáneo para autos privados y otro espacial para las bicicletas. Un plan de ese tipo debe incluir, al menos, los siguientes lineamientos, todos ellos citados en la literatura especializada y confirmados con nuestro estudio:

1) El reordenamiento del uso del suelo de las zonas cercanas a las 149 estaciones, en particular

de las multimodales, Pantitlán, Indios Verdes y Constitución de 1917 y, en segundo término, Tasqueña, Cuatro Caminos, el Rosario y Zaragoza. 2) La remodelación sustancial del cambio de línea mediante la automatización de caminatas dentro de las estaciones con bandas transportadoras en las estaciones con más cambios, Pino Suárez, Balderas, Hidalgo, Bellas Artes, Salto del Agua y Guerrero.

3) Un estricto control público de los medios de transporte en la periferia –en particular de los menos eficientes y más contaminantes, como el del taxi colectivo–, para dotar de un acceso eficiente a las estaciones terminales multimodales. En este rubro es imprescindible una coordinación metropolitana realmente efectiva.

4) La conformación de un paisaje urbano de calidad con andadores techados, sin desniveles y calles peatonales arboladas para los usuarios que llegan a pie, considerando además el estacionamiento de bicicletas, bahías de acenso-descenso para el autobús o el “acceso rápido” a la estación para personas que llegan en auto sin tener que estacionarse así como el acceso directo a edificios públicos y comerciales mediante pasillos confortables.

En síntesis, la discusión sobre estructura urbana y funcionalidad del transporte hace visibles los factores que influyen en las desigualdades socio-territoriales asociadas a su funcionamiento. No hay respuestas fáciles, pero de ello depende un futuro menos desigual para nuestra ciudad.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos los comentarios de los dictaminadores anónimos que permitieron elaborar una mejor exposición de resultados así como al CONACyT por la beca recibida por Masanori Murata para estudios de doctorado. La discusión crítica y fraterna con los doctores Ovidio Gonzalez, Aron Jazcilevich y Alma Villaseñor, ayudaron a esclarecer aspectos del estudio. Los errores e insuficiencias que aún padezca el texto son responsabilidad exclusiva de sus autores.

## REFERENCIAS

- Abe, O. (2016), Las líneas del metro del mundo, Tokio, [http://www.geocities.jp/emikoabe50/subway: 15 de noviembre de 2016].
- Aguilera, A. y D. Mignot (2004), “Urban Sprawl, Polycentrism and Commuting. A Comparison of Seven French Urban Areas”, *Urban Public Economics Review*, núm. 1, pp. 93-114.
- Boarnet, M. y N. Compín (1996), “Transit-Oriented Development in San Diego County: Incrementally Implementing a Comprehensive Idea”, *Working Papers*, UCTC, vol. 343.
- Bollinger, C. y K. Ihlanfeldt (1997), “The Impact of Rapid Rail Transit on Economic Development: The Case of Atlanta’s MARTA”, *Journal of Urban Economics*, vol. 42, pp. 179-204.
- Bows, D. R. y K. Ihlanfeldt. (2001), “Identifying the Impacts of Rail Transit Stations on Residential Property Values”, *Journal of Urban Economics*, vol. 50, pp. 1-25.
- Cervero, R. y M. Duncan (2006), “Which Reduces Vehicle Travel More: Jobs-Housing Balance or Retail-Housing Mixing?” *Journal of the American Planning Association*, vol. 72, núm. 4, pp. 475-490.
- Cervero, R. (1985), “Light Rail Transit and Urban Development”, *Journal of the American Planning Association*, vol. 50, núm. 2, pp. 133-147.
- Cervero, R. (1992), “Land Market of Urban Rail Transit and Joint Development: An Empirical Study of Rail Transit in Washington, D. C. and Atlanta”, *The Sixth World Conference on Transport Research*, Lyon, pp. 1-12.
- Cervero, R. (1998), *Transit Metropolis*, Island Press, Washington D. C.
- Cervero, R. (2002), “Built environments and mode choice: toward a normative framework”, *Transportation Research*, Part D, vol. 7, pp. 265-284.
- Cameron, I., Lyonsa, J. y R. Kenworthy (2004), “Trends in vehicle kilometers of travel in world cities, 1960-1990: underlying drivers and policy responses”, *Transport Policy*, vol. 11, pp. 287-298.
- Cervero, R. y K. L. Wu (1997), “Polycentrism, commuting, and residential location in the San Francisco Bay area”, *Environment and Planning A*, vol. 29, pp. 865-886.
- Cervero, R. y M. Duncan (2001), “Rail Transit’s Value-Added: Effects of Proximity of Light and Commuter Rail Transit on Commercial Land Values in Santa Clara County, California”, *Transportation Research Record*, vol. 1805, pp. 8-15.

- Cervero, R. y M. Duncan (2002), "Benefits of Proximity to Rail on Housing Markets: Experiences in Santa Clara County, *Journal of Public Transportation*", vol. 5, núm. 1, pp. 1-18.
- CETRAM (2012), Publicación oficial del transporte, SE-TRAVI, Ciudad de México. [http://web.archive.org/web/20071123165154/http://2 de noviembre, 2012].
- CPSR (1999), *Creating Transit Station Communities, in A Transit-Oriented Development Workbook*, Central Puget Sound Region, Seattle.
- Delgado, J. (1988), "El patrón de ocupación territorial de la Ciudad de México al año 2000", en Terrazas, O. y E. Preciat (coords.), *Estructura territorial de la Ciudad de México*, Plaza y Valdés, México, pp. 101-141.
- Ewing, R. y R. Cervero (2010), "Travel and the Built Environment: A Synthesis", *Transportation Research Record*, vol. 1780, pp. 87-114.
- EOD (2007), *Encuesta Origen Destino de los viajes de los residentes del área metropolitana de la Ciudad de México*, INEGI y SETRAVI, México.
- GODF (2011), "Lineamientos para la administración, operación, supervisión y vigilancia de los Centros de Transferencia Modal del Distrito Federal", *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, 20 de junio.
- González-Navarro y A. Turner, (2016), "Subway and Urban Growth: Evidence from Earth, *Infrastructure*, SERC discussion papers, vol. 195.
- Graizbord, B. (2008), *Geografía del transporte en el área metropolitana de la Ciudad de México*, El Colegio de México, México.
- Haddad, E. A., J. D. G. Hewings, A. A. Porsse, E. S. Van Leeuwen y R. S. Vieira (2013), "The Underground Economy: Tracking the Wider Impacts of the São Paulo Subway System", *Nereus Working Paper*.
- Handy, S. (1993), "Regional versus Local Accessibility: Implications for Nonwork Travel", *Transportation Research Record*, núm. 234, pp. 58-66.
- INEGI (2016), *Transporte de pasajeros urbano de pasajeros*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México.
- Knight, R. y L. Trygg (1977), "Evidence of Land Use Impacts on Rapid Transit Systems", *Transportation*, vol. 6, pp. 231-247.
- Landis, J., G. Subhrajit y Z. Ming (1994), "Capitalization of Transit Investments into Single-Family Home Prices: A Comparative Analysis of Five California Rail Transit Systems", *Working Papers*, UCTC, núm. 246, pp. 1-38.
- Legoreta, J. (1989), *Transporte y contaminación en la Ciudad de México*, Centro de Ecodesarrollo, México.
- Navarro, B. y O. González (1989), *Metro, Metrópoli*, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México.
- Paquette, C. (2008), "El metrobús en el contexto de la redensificación urbana: implicaciones y oportunidades", en Salazar, C. y Lezama, J. L., *Construir ciudad. Un análisis multidimensional para los corredores de transporte en la ciudad de México*, El Colegio de México, México, pp. 195-240.
- Salazar, C. (2008), "Los corredores confinados de transporte público en las metrópolis latinoamericanas: ¿una oportunidad para hacer ciudad?", Salazar, C. y Lezama, J. L., *Construir ciudad. Un análisis multidimensional para los corredores de transporte en la Ciudad de México*, El Colegio de México, México, pp. 43-107.
- Sarzynski, A., H. Wolman, G. Galster y R. Hanson (2006), "Testing the Conventional Wisdom about Land Use and Traffic Congestion: The More We Sprawl, the Less We Move?", *Urban Studies*, vol. 43, núm. 3, pp. 601-626.
- Stead, D. y S. Marshall (2001), "The relationships between Urban Form and Travel Patterns. An International Review and Evaluation", *European Research of Transport Journal*, vol. 1, pp. 113-141.
- Suárez, M. (2007), *Movilidad intraurbana, cambio de usos del suelo y estructura urbana de la Ciudad de México*, tesis de doctorado en Geografía UNAM, Facultad de Filosofía y Letras.
- Suárez, M. y J. Delgado (2009), "Is Mexico City Polycentric? A trip attraction capacity approach", *Urban Studies* vol. 46, núm. 10, pp. 1-25.
- Suárez, M. y J. Delgado (2010), "Patrones de movilidad residencial en la Ciudad de México: ¿Evidencia de co-localización de población y empleos", *EURE*, vol. 36, núm. 107, pp. 67-91.
- Suárez, M., C. Galindo y M. Murata (2016), *Bicicletas para la ciudad. Una propuesta metodológica para el diagnóstico y la planeación de infraestructura ciclista*, Instituto de Geografía, UNAM, Serie Libros de investigación núm. 17, México.
- UN-Habitat (2013), "Metro, Light Rail and BRT", en *Planning and Design for Sustainable Urban Mobility: Global Report on Human Settlements 2013*, United Nations, New York, pp. 39-56.