



¿CUÁNTO PAGAS POR USAR TU AUTO?

¿Cuánto pagas por usar tu auto?

Oportunidades y alternativas
para viajes seleccionados
en la Ciudad de México
y alrededores.

Contenido

¿Cuánto pagas por usar tu auto?
Oportunidades y alternativas para viajes seleccionados en la Ciudad de México y alrededores.
Primera Edición, 2018.

©a|911
Avenida de las Palmas, 555, interior 105.
Colonia Lomas de Chapultepec
México, Ciudad de México, 11000

Idea original y compilación
©a|911
©Gerardo Gordillo Becerra

Investigación
©Gerardo Gordillo Becerra

Textos
©Gerardo Gordillo Becerra
©Ana Karen Ruíz

Coordinación
©Iván Amador
©Gerardo Gordillo Becerra

Mapas
©Ana Karen Ruíz
©Sergio Matty Orozco Mejía

Diseño y fotografías
©Harumi Tanimoto Yoshida

Coordinación editorial a|911
Harumi Tanimoto y Nailea Posadas

La siguiente investigación fue elaborada en su totalidad por el equipo de movilidad de a|911. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada o transmitida por ningún medio, ya sea digital, químico, óptico, de grabación o fotocopia, sin permiso escrito de los autores o en su defecto, de los propietarios de los derechos correspondientes.

Hecho en Ciudad de México, México.

arq911.com

El título de esta publicación se terminó de imprimir en septiembre de 2018, en nombre de la imprenta, país, con un tiraje de 15 ejemplares. Con la colaboración de los integrantes del equipo de movilidad conformado por Iván Amador, Gerardo Gordillo, Ana Karen Ruíz y Sergio Matty, diseñado por Harumi Tanimoto, empleando las familias tipográficas de Univers.

Introducción.....	04
Selección de viajes de interés.....	08
Caracterización de las zonas generadoras.....	12
Caracterización de las zonas atractoras.....	16
Viajes de análisis seleccionados.....	20
Aclaración sobre la identificación de los viajes.....	22
Reparto modal de los viajes según la zona generadora.....	24
Recopilación de información por viaje y modo.....	28
Estimación de costos de auto, bici y transporte público.....	30
Obtención de tiempos de viaje.....	36
Concentrado de tiempos y costos.....	38
Análisis de resultados.....	46
Tiempos y costos de viaje por método de transporte.....	52
Resumen de costos y tiempos.....	58
Hallazgos relevantes.....	66
Conclusiones y discusión.....	68
Anexos.....	72
Bibliografía.....	94

Introducción



Los criterios de desarrollo urbano que rigieron la concepción y crecimiento de nuestras ciudades durante buena parte del siglo XX se basaron en la premisa fundamental de que los traslados cotidianos de la población se realizarían en automóvil. Este pensamiento, junto con otros elementos culturales, fue llevando a una idea colectiva en ciertos sectores de la población de que otras alternativas de transporte son, en el mejor de los casos, opciones secundarias cuando no hay un auto disponible.

En la actualidad, no obstante, a la luz de la serie de externalidades negativas que trae el uso excesivo del automóvil¹, tanto en la academia como en la conversación pública se discute la validez de estas premisas y sus implicaciones económicas, ambientales y, agrupando estos y algunos otros elementos, sociales.

En el ámbito de la planeación urbana y de transporte suele decirse que el mejor viaje es el que no se hace, es decir, la única “solución al problema del transporte” si es que en realidad el transporte representara un problema en sí mismo (no necesariamente), es evitar que la gente viaje. Esto en cierta medida puede lograrse con esquemas que reduzcan la necesidad de realizar ciertos viajes, por ejemplo, oportunidades de trabajo o acceso a servicios de manera remota con el uso de nuevas tecnologías; aunque es cierto que para muchas otras actividades la gente requerirá seguir viajando, pues debe recordarse que un viaje ocurre cuando una persona tiene que trasladarse de un lugar a otro para cubrir alguna necesidad, ya sea acceso a una fuente de empleo, educación, entretenimiento, comercio o a cualquier otro satisfactor que no se encuentra en su lugar de origen.

Dicho esto, el siguiente paso si un viaje no puede evitarse es elegir el modo más adecuado para realizarlo. Ante esto, es importante comprender que ningún modo de transporte es por sí solo bueno o malo; sin embargo, sí existen modos que se ajustan mejor a cierto tipo de viajes (viajeros solos o en grupo, con niños o sin ellos, cargando equipaje o mercancías, etc.) y es el ejercicio de reflexión que cada quien puede hacer antes de iniciar un viaje una de las mejores oportunidades que hay para lograr que la mayoría de la población se cuestione si, teniendo diferentes opciones para viajar, está realmente usando la mejor.

1. Mala calidad del aire por emisiones contaminantes, miles de muertos y heridos cada año por accidentes de tránsito y afectaciones en el espacio público por el desarrollo de infraestructura orientada al automóvil que favorecen en el incremento en índices de obesidad y rupturas en el tejido social asociadas con menor calidad de vida. ITDP (2012).

Lo anterior toma mayor importancia cuando en años recientes en la ciudad se han realizado inversiones orientadas a robustecer y expandir la infraestructura de transporte, y que además de la ampliación en la oferta de infraestructura vial (autopistas urbanas, principalmente), también han representado esfuerzos por crear o ampliar sistemas de transporte masivos como el Metrobús, el Metro o el Mexicable (teleférico) así como por integrar servicios de movilidad no motorizada, incluyendo sistemas de bicicletas compartidas (Ecobici, el principal) y diversas políticas orientadas a impulsar el uso de la bicicleta como modo de transporte y el rescate de espacios públicos como incentivo a la actividad peatonal.

Sin embargo, a pesar de los avances que se han tenido para generar una nueva cultura de movilidad urbana, es fácil salir y encontrar calles congestionadas con centenares de autos, habitualmente transportando a una sola persona², con los efectos negativos que esto implica. Lo anterior responde a diversos factores, que lo mismo pasan por las condiciones y operación de la infraestructura misma (oferta) como por una inadecuada gestión de la demanda.³

Es cierto que la decisión que pueden tomar las personas acerca de cómo viajar es multifactorial, son los elementos económicos, algunos de los más fácilmente comparables entre diferentes modos de transporte; por lo que este análisis se enfocó en conocer las implicaciones en términos de costo de seleccionar alguno de tres modos diferentes para una serie de viajes de interés y así dimensionar qué pasaría si alguien que realiza cotidianamente un viaje parecido decidiera cambiar la manera en que lo hace.

Así, este estudio nace con la finalidad de aportar una herramienta inicial que permita obtener una aproximación de las diferencias en términos de costo (financiero y en tiempo) entre el uso del automóvil, el transporte público y la bicicleta para 10 viajes de interés en la Ciudad de México.

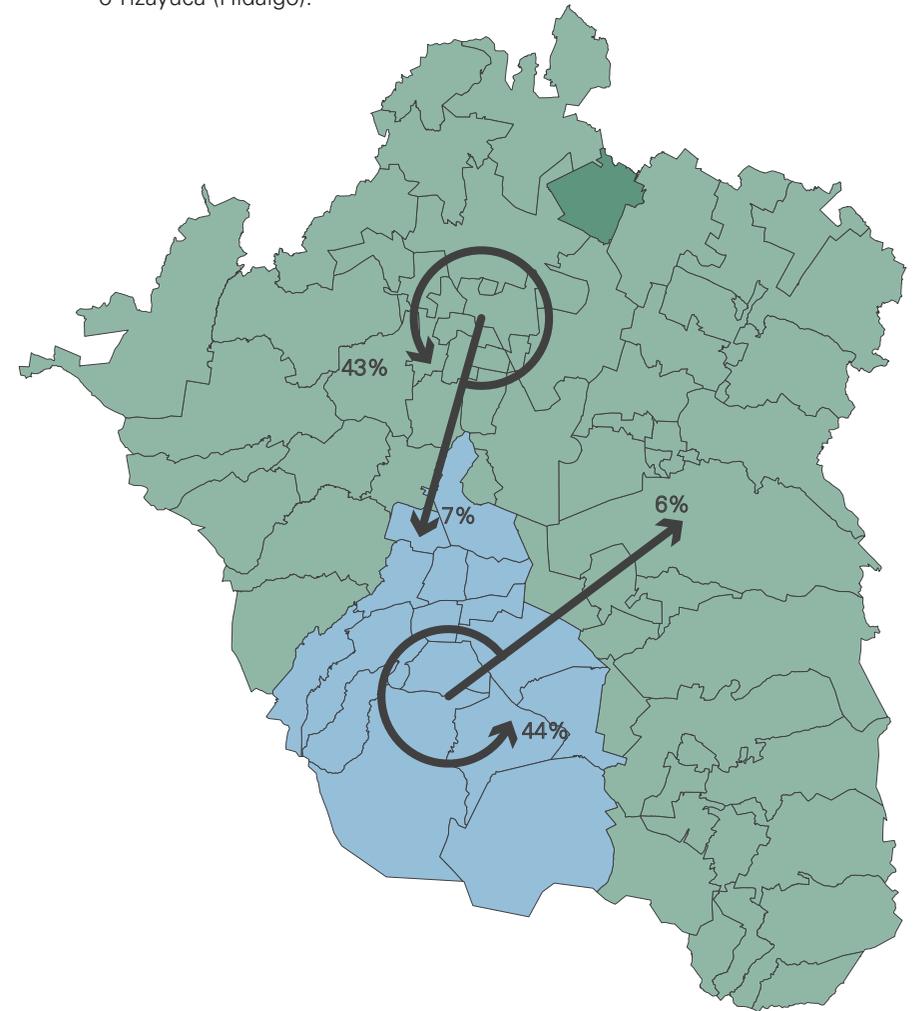
2. Casi siete de cada 10 viajes en auto en la ZMVM inician con solo un ocupante. INEGI (2017).

3. La gestión de la demanda es el conjunto de estrategias que se aplican para reducir la demanda de viajes o, en su caso, modificar la ocurrencia de los mismos en diferentes momentos y espacios de manera que el sistema de transporte en su conjunto opere de la mejor manera posible, en términos sociales, económicos y ambientales.

Selección de viajes de interés

Zonas generadoras y atractoras: interacciones y selección

La interacción urbana en temas de movilidad es ajena a límites administrativos, pues las personas simplemente se trasladan hacia los puntos donde se encuentran las actividades o servicios que les resultan importantes; esto se hace patente en la ZMVM, donde diariamente ocurren más de 30 millones de viajes¹, de los cuales aproximadamente 13 de cada 100 se realizan entre la Ciudad de México y la zona conurbada en el Estado de México o Tizayuca (Hidalgo).



Mapa 1 Viajes internos y entre la CDMX y su zona conurbada. Con información de INEGI (2017).

1. INEGI. EOD 2007.

Ahora bien, sabiendo que para que exista un viajero urbano debe existir un desplazamiento que regularmente se relaciona al traslado de las personas desde los suburbios y/o periferia a la zona laboral, en este estudio se consideró como punto de partida seleccionar los principales distritos periféricos de la ZMVM; por lo que desde esta premisa se seleccionó una serie de zonas generadoras (expulsoras) y atractoras de viajes.

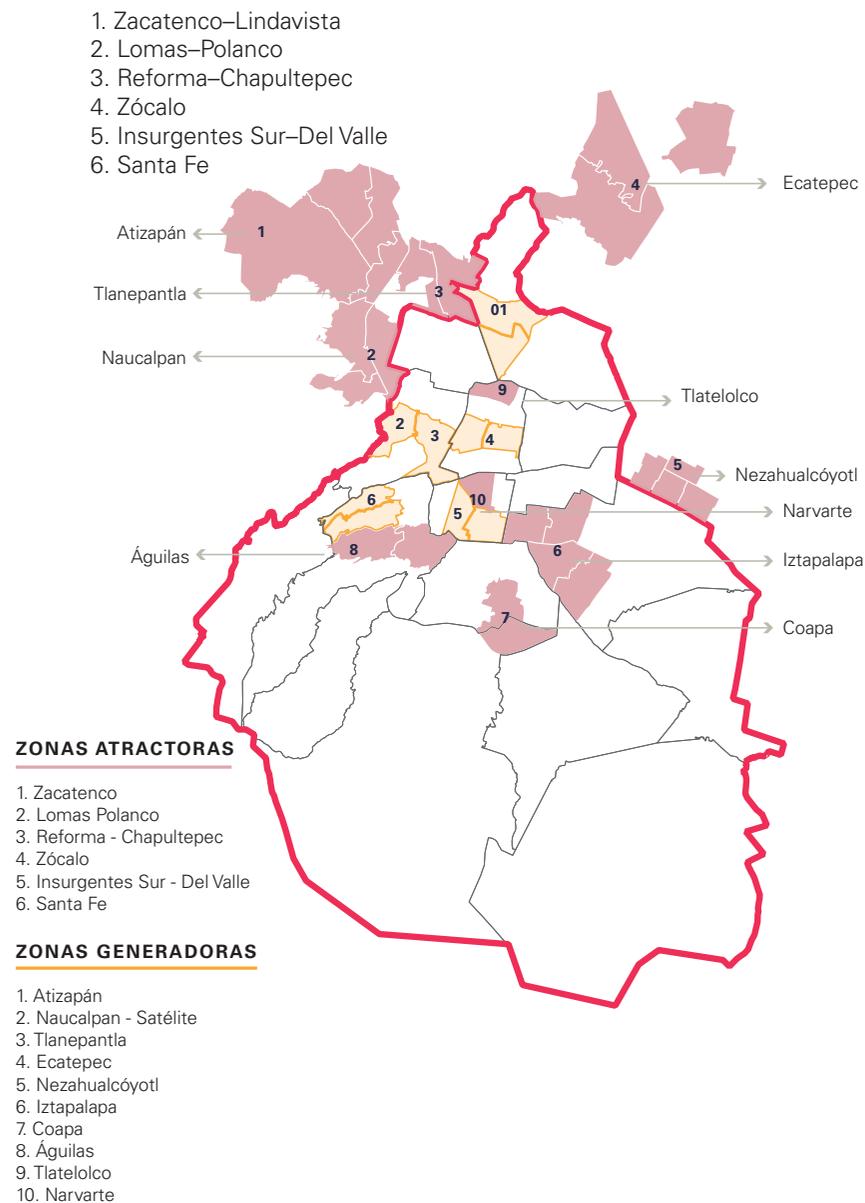
Esta selección se realizó de manera intuitiva y después se contrastó con los siguientes criterios a partir de datos de la Encuesta Origen Destino 2007 (EOD 2007)¹. De acuerdo con los distritos seleccionados, se definieron las zonas representativas, mostradas en el *mapa 2*.

- Distritos con mayor volumen de viajes generados
- Distritos próximos a la Ciudad de México, en el caso de las zonas del Estado de México
- Distritos espacialmente cercanos con base a los dos criterios anteriores
- Distritos centrales en donde el destino principal de viaje sea parte de las zonas atractoras

De las 10 zonas generadoras (expulsoras) cinco corresponden al Estado de México y cinco a la Ciudad de México. Estas son, en general, zonas con densidades poblacionales medias o altas, en donde la oferta laboral es menor en comparación con los principales corredores comerciales y económicos de la Ciudad de México.

Adicionalmente estas zonas, con excepción de dos (Tlatelolco y Narvarte), se caracterizan por ubicarse fuera de la ciudad central², en los municipios o alcaldías de Atizapán, Naucalpan, Tlanepantla, Ecatepec, Nezahualcóyotl, Iztapalapa, Tlalpan y Álvaro Obregón. Las zonas de ciudad central en cambio se ubican en Cuauhtémoc (Tlatelolco) y Benito Juárez (Narvarte).

El resultado del análisis de las 10 zonas generadoras revela que dentro de los primeros 20 viajes que más se originan en cada una, se localiza alguna de las siguientes zonas atractoras (destino), también mostradas en el *mapa 2*



Mapa 2 Zonas generadoras y atractoras para análisis

Caracterización de zonas generadoras



El común denominador de las 10 zonas generadoras de viajes es una densidad poblacional media y alta. En la Ciudad de México, por ejemplo, el promedio de densidad es de 120 hab/ha y en 9 de las 10 zonas seleccionadas se supera esa media.

De las zonas seleccionadas, la de mayor densidad corresponde a la parte sur de Nezahualcóyotl con una densidad neta de 360 hab/ha. Las densidades medias y altas con la correcta distribución de servicios, equipamientos e infraestructura son un modelo de ciudad ideal para diversas urbes, de hecho, las recientes políticas de la Ciudad de México en materia de desarrollo urbano se enfocan a impulsar mayores densidades en centros urbanos consolidados.

Para el caso particular de los viajes desde delegaciones centrales (Tlatelolco y Narvarte), se encontró que ambas zonas generadoras, al igual que el resto de las seleccionadas, tienen entre sus 20 destinos más recurrentes alguna de las seis zonas destino arriba referidas. Estas zonas generadoras, además muestran una importante vocación habitacional con altas densidades poblacionales: 297 hab/ha y 233 hab/ha respectivamente.

Es recurrente encontrar en diversos estudios y en general en el ámbito académico la consideración de que los asentamientos de medianas y altas densidades poblacionales fuera de los centros urbanos son, en general, lugares con una mayor oferta habitacional y con menor oferta laboral, por lo que la diversificación de fuentes de empleo se presenta en menor escala.

Así, siendo estos lugares áreas principalmente residenciales, los habitantes buscan desplazarse a otras zonas, generalmente en las partes centrales de la ciudad, a fin de poder acceder a los establecimientos que les brinden oportunidades de desarrollo en empleo, educación, salud, y recreación, entre otras.

En la *ilustración 2* se muestran las características de densidad y población para cada zona generadora.

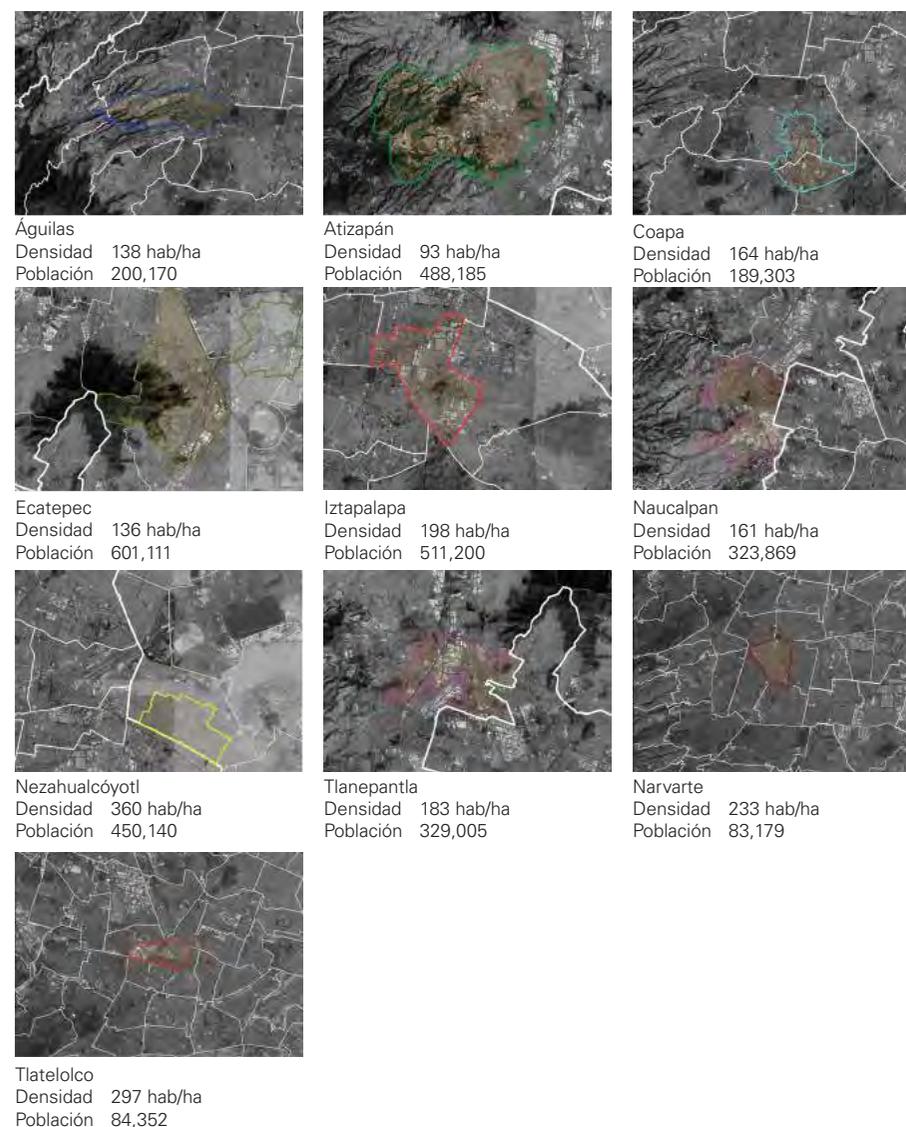


Ilustración 2 Características de población y densidad en zonas generadoras

Caracterización de zonas atractoras



Las seis zonas atractoras de viajes son el resultado de los distritos destino más recurrentes desde las zonas generadoras, con base en la EOD 2007.

Estas áreas destino se localizan, todas, en la Ciudad de México. La gran mayoría (cuatro) en ciudad central, una al poniente (que corresponde a Santa Fe centro laboral) y por último la zona de Zacatenco-Lindavista que corresponde a uno de los destinos principales para el norte de la Ciudad y la conurbación inmediata (Tlalnepantla y Ecatepec); principalmente como destino educativo y comercial.

Para la ZMVM, el 39% de las actividades económicas del sector terciario (distribución de bienes y servicios) se localiza en las seis zonas atractoras.

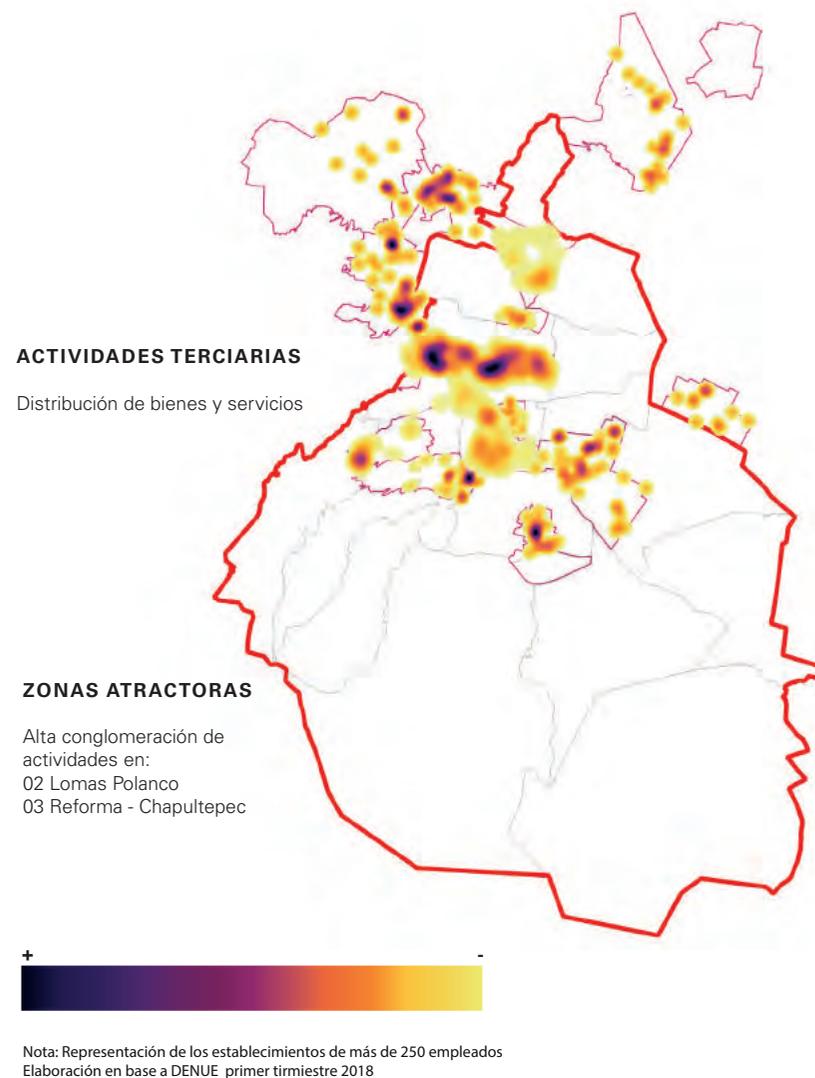
La zona cuatro corresponde al Zócalo capitalino (y alrededores) en donde se concentra el 27% de las actividades de las 6 zonas atractoras, siendo así el centro por excelencia, que además de ser un importante lugar de encuentro, alberga dinámicas comerciales diversificadas en varios estratos socioeconómicos y en distintos giros con alcance local o regional.

En las zonas Lomas-Polanco (02), Reforma-Chapultepec (03) e Insurgentes Sur-Del Valle (05) se localiza el 51% de las actividades que se realizan en las 6 zonas de atracción, así como algunos de los principales equipamientos, centros educativos, puntos de encuentro y espacios públicos de la ciudad.

El 22% restante corresponde a la zona norte (Lindavista-Zacatenco) y Santa Fe, al poniente.

En resumen, esto indica dos cosas: primero, la fuerte interacción del Estado de México con la ciudad de México y segundo, la existencia de lugares atractores de viajes en el centro de la CDMX debido a que los destinos principales se encuentran en tres de las cuatro delegaciones que conforman la ciudad central.

En el *mapa 3* se puede observar la distribución de actividades económicas en la ZMVM en relación con las zonas destino seleccionadas.



Viajes de análisis seleccionados

A partir de lo anterior, para cada zona generadora se definió algún viaje característico con destino a cualquiera de las zonas de atracción; obteniéndose 10 pares Origen–Destino (OD) de interés. Esta selección permitió así obtener una lectura de 3 tipos de viajes distintos: centrales, interdelegacionales y metropolitanos, cuyas características son:

- Viajes centrales: viajes que se realizan dentro de la ciudad central.
- Viajes interdelegacionales: aquellos que se realizan dentro de la Ciudad de México con destino y/u origen fuera de la ciudad central.
- Viajes metropolitanos: los que tienen origen en algún municipio conurbado del Estado de México con destino hacia alguna de las zonas de la Ciudad de México.

En resumidas cuentas, los 10 viajes de interés y su clasificación se muestran en la *tabla 1* y se representan gráficamente en el *mapa 4*.

Viaje	Origen	Destino	Tipo
1	Las Águilas (Walmart Las Águilas)	Lomas Polanco (Plaza Carso)	ID
2	Atizapán (Palacio Municipal)	Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	M
3	Coapa (Acoxa/Miramontes)	Santa Fe (Centro comercial)	ID
4	Ecatepec (Mexibús Las Américas)	Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	M
5	Iztapalapa (Lomas Estrella)	Insurgentes sur (Del Valle)	ID
6	Narvarte Ote. (Metrobús Etiopia)	Lomas Polanco (Plaza Carso)	C
7	Naucalpan (Torres de Satélite)	Lomas Polanco (Plaza Carso)	M
8	Nezahualcóyotl (Mexibús)	Zócalo (centro histórico)	M
9	Tlanepantla (Centro)	Zacatenco (Metro La Raza)	M
10	Tlatelolco (Plaza de las 3 Culturas)	Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	C

Tabla 1 Viajes seleccionados para análisis

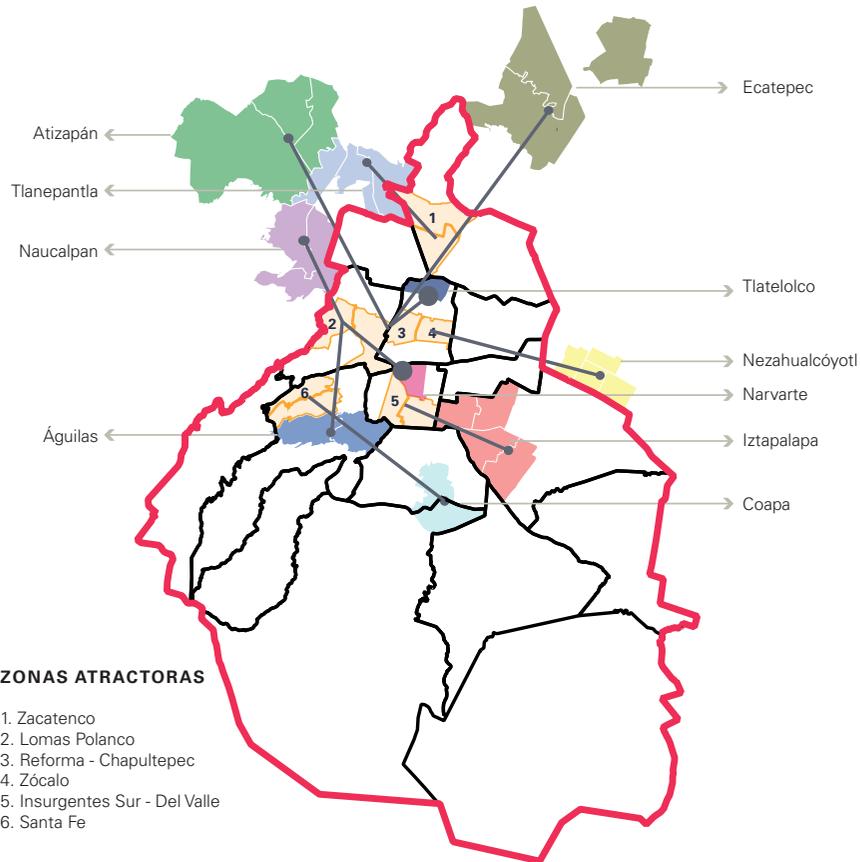
Nota: Véase mapas en la sección de Anexos

Interdelegacional - ID
Metropolitano - M
Central - C

Aclaración sobre la identificación de los viajes

A lo largo de este documento, se hace referencia a los viajes por el nombre del origen seguido del destino. Ahora bien, dado que todos los viajes fueron analizados en ambas direcciones, cuando es necesario distinguir los sentidos de viaje, se utilizan los términos ida y vuelta; entendiéndose que los viajes de ida siguen el sentido como se plantea en la *tabla 1* y los de vuelta van en sentido opuesto.

Así, por ejemplo, al hablar del viaje Las Águilas (Walmart Las Águilas)–Lomas Polanco (Plaza Carso) (ida) se debe entender que este viaje se realiza de Las Águilas a Polanco y cuando se identifica como regreso, es un viaje en el sentido opuesto (Polanco–Las Águilas).

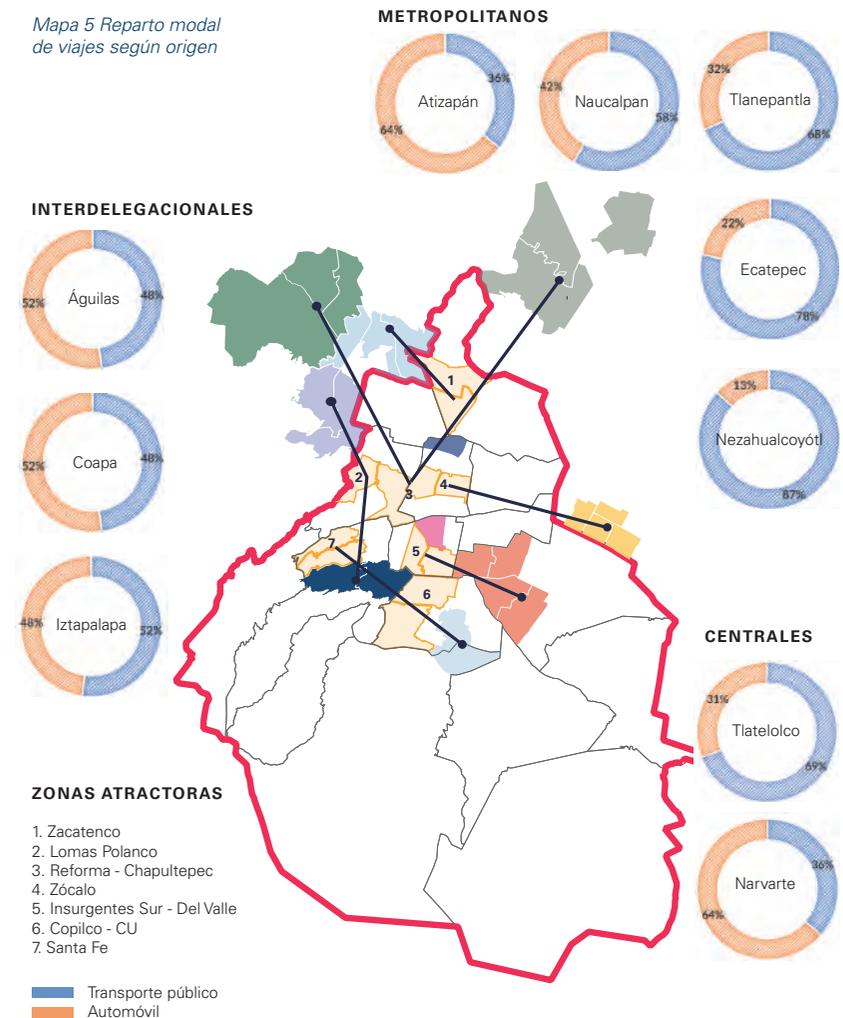


Reparto modal de los viajes según la zona generadora

Para ayudar a establecer un panorama general de cómo se transportan las personas desde las zonas generadoras se realizó un análisis de los modos de transporte predominantes para cada viaje, según los datos de su origen y segmentado en dos grupos, a saber: automóvil y transporte público/otros, que incluye metro, colectivo, tren ligero, metrobús, trolebús, RTP, autobús, tren suburbano, taxi, moto y bicicleta.

De los 10 viajes, en dos predomina el uso del automóvil, en cinco el uso del transporte público y en tres viajes los porcentajes de modo particular o colectivo son similares a la relación 50/50, con orígenes en Iztapalapa, Coapa y Las Águilas. Esto se muestra gráficamente en el *mapa 5*.

Mapa 5 Reparto modal de viajes según origen



*Transporte público incluye Metro, Colectivo, Tren Ligero, Metrobús, Trolebús, RTP, Autobús, Suburbano, Taxi, Moto y Bicicleta.

Se puede observar que en la medida en que el recorrido cuenta con opciones de transporte público masivo para realizarse (Metro, Metrobús, Mexibús) el uso del automóvil deja de crecer.

Por ejemplo, para los viajes metropolitanos, se encontró que en Nezahualcóyotl y Ecatepec el porcentaje de viajes realizados en automóvil particular fue de 13% y 22% respectivamente, considerando que en el año 2007¹ ya existía transporte masivo metro en las zonas analizadas. En cambio, los viajes originados en Naucalpan, Tlalnepantla o Atizapán que tienen menor oferta de transporte masivo registraron un mayor uso del automóvil.

Es interesante resaltar el viaje de Narvarte–Lomas Polanco, en donde el uso del automóvil es mayoritario siendo un recorrido de baja distancia (viaje central) con buena oferta en transporte público.

Así mismo, en dos de los tres viajes en donde el porcentaje de uso del automóvil y transporte público es similar, la oferta de transporte público masivo es practicante nula o es muy escasa; tal es el caso de Coapa–Santa Fe y Águilas–Lomas Polanco. Es interesante el caso de Iztapalapa–Insurgentes Sur en donde en ambos puntos existe una alta oferta de transporte masivo, aunque mantiene un porcentaje del 52% de uso del automóvil, considerando que estos son datos anteriores a la creación de la línea 12 del metro; que en buena medida atiende este par Origen–Destino.

Origen	Destino	Tipo de viaje	Distancia	Oferta alternativa de Tpte. Público	Modo dominante actual
Narvarte Tlatelolco	Lomas - Polanco Reforma - Chapultepec	C C	Corta Corta	Alta Alta	Automóvil TP
Coapa Águilas Iztapalapa	Santa Fe Lomas - Polanco Insurgentes sur - Del Valle	ID ID ID	Media Media Media	Escasa Escasa Escasa	Paridad auto - TP Paridad auto - TP Paridad auto - TP
Atizapán Naucalpan Tlalnepantla Nezahualcóyotl Ecatepec	Reforma - Chapultepec Lomas - Polanco Zacatenco - Lindavista Zócalo Reforma - Chapultepec	M M M M M	Larga Media Media Media Media	Escasa Media Alta Alta Alta	Automóvil TP TP TP TP

Tabla 2 Carácter de viaje y reparto modal

Interdelegacional - ID
Metropolitano - M
Central - C
Transporte Público - TP



Recopilación de información por viaje y modo

Teniendo como punto de partida los 10 viajes de interés, es posible obtener diferentes parámetros de tiempo y costo en la realización de cada uno de ellos a fin de poder compararlos como alternativas dependiendo del modo de transporte que se utilice. Para esto, a cada par Origen-Destino se le asignó un viaje representativo desde algún punto específico en la zona generadora hacia algún otro lugar determinado en la zona atractora, evaluándose posteriormente el viaje en ambos sentidos suponiendo su realización en bicicleta, automóvil o transporte público.



Estimación de costos de auto, bici y transporte público

Una parte importante en la evaluación de las implicaciones de cada viaje tiene que ver con la estimación de los costos de uso de cada modo de transporte, que se detallan enseguida.

Costos del automóvil

En la estimación de costos de auto se encontró que para una persona que adquiere un Nissan Versa modelo 2018, el automóvil representa un costo anual total de \$57,611.44 pesos; incluyendo financiamiento, combustible, seguro, mantenimiento, verificación y refrendo de placas en la Ciudad de México, sin costos de estacionamiento. Si dicho automóvil registra un kilometraje anual de 15,000 km; su costo de uso por kilómetro recorrido entonces es de \$5.15 pesos. No incluye posibles costos de peaje en viajes que usen vías de cuota; dicho costo se consideró de manera específica en cada recorrido. Es muy importante acotar que este costo ya considera la recuperación del posible valor del auto si la persona decidiera vender el vehículo al final del financiamiento.



Consideraciones	Costos
Vehículo de referencia ¹	Nissan Versa
Costo total del vehículo al término de 52 meses incluyendo financiamiento ²	\$ 237,980.83
Costo anual del auto durante el financiamiento ³	\$54,918.65
<hr/>	
Rendimiento de combustible ⁴	15.00 km/L
Pronósticos de precio promedio de combustible ⁵	14.58 pesos/L
Kilometraje promedio por año ⁶	15,000 km
Subtotal por combustible ⁷	\$14,584.66

Tabla 3 Costo anual total y por km de un Nissan Versa

Consideraciones	Costos
Verificación ⁸	\$ 548.08
Refrendo de placas ⁹	\$ 529.00
Tenencia ¹⁰	Exento
Mantenimiento preventivo ¹¹	\$ 1,418.54
Seguro contra accidentes contrato anual ¹²	\$ 5,261.00
Subtotal por permisos, seguro y mantenimiento	\$ 7,756.62
<hr/>	
Valor de venta del vehículo al terminar el financiamiento ¹³	-\$ 85,143.47
Prorratio anual del valor de venta	-\$ 19,648.49
<hr/>	
Costo total anual¹⁴	\$ 57,611.44
Costo por km¹⁵	\$ 3.84

Tabla 3.1 Costo anual total y por km de un Nissan Versa

1. Auto más vendido en México durante 2017 y 2018.

2. Costo final de un Nissan Versa 2018 Drive M/T 1.6 L considerando los pagos acumulados a 52 meses de financiamiento con tasa de interés de 13.4% anual (tasa promedio de indicadores Banxico para créditos automotrices a diciembre de 2017). No incluye seguros ni comisiones, incluye IVA. Considera enganche de 20% sobre un precio de lista publicado de \$183,900.00 consultado en junio de 2018.

3. Obtenido de dividir el costo final entre 52 meses y multiplicarlo por 12 para obtener valor anual

4. Dato de rendimiento ajustado para reflejar condiciones de operación más cercanas a la realidad. Reportado en el Portal de Indicadores de Eficiencia Energética y Emisiones Vehiculares (Eco-vehículos). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) y Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO). Dato disponible para Versa 2016.

5. Promedio de estimaciones de precios de gasolina para México de 2017 a 2020 = 0.718 USD/Litro publicados por Trading Economics (consultados el 6 de junio de 2018) y convertidos a pesos con tipo de cambio FIX del 6 de junio de 2018 (1 USD = 20.3129)

6. Asumiendo que el vehículo recorre 15,000 km al año. Consistente con metodologías usadas por el INECC

7. De dividir 15,000 km entre el rendimiento y multiplicar este cociente por el precio de cada litro.

Costo de la bicicleta

Para la estimación de costos de bicicleta se realizó un sondeo en el mercado y consideraciones con base en entrevistas a colaboradores de a)911 que son usuarios recurrentes de bicicleta como modo de transporte cotidiano; encontrándose que el costo total anual de una bicicleta el año de compra es de \$5,063.00 incluyendo el valor de una bicicleta de precio módico, mantenimiento, casco y otros accesorios.

Consideraciones	Costos
Costo promedio de bicicleta CDMX ¹⁶	\$ 3,513.00
Subtotal por compra de Bicicleta	\$ 3,513.00
Promedio de mantenimiento anual ¹⁷	\$ 700.00
Subtotal por mantenimiento	\$ 700.00
Casco ¹⁸	\$ 400.00
Accesorios (luces, campana, asiento) ¹⁹	\$ 450.00
Subtotal accesorios extra	\$ 850.00
Costo total anual	\$ 5,063.00
Costo por km²⁰	\$ 0.64

Tabla 4 Costo anual total y por km de uso de una bicicleta

Costo de transporte público

El costo de uso de transporte público depende directamente de los modos de transporte usados y de la distancia recorrida; por lo que no se obtiene un costo general de transporte público, sino un muestreo específico para cada viaje, registrado en campo.

Estimación de costos por valor social del tiempo

De manera adicional a los costos de uso de los diferentes modos, se agregó a cada viaje un valor por el tiempo de la persona que realiza dicho trayecto. Esto permitió balancear las diferencias en costos de uso de cada modo de transporte con las diferencias en los tiempos de recorrido que cada uno de ellos ofrece.

La determinación del valor del tiempo invertido en cada trayecto se realizó con base en el Valor Social del Tiempo (VST) que es una cuantificación del costo de oportunidad que enfrentan las personas al realizar un viaje dado el tiempo que este toma; es decir, es una medida del valor monetario de lo que esa persona podría generar si en lugar de realizar el viaje destinara ese tiempo a alguna actividad productiva.

Todos los años el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) emite una estimación del VST a nivel nacional y estatal. Para el año 2018 el VST de los viajeros de la Ciudad de México es de \$58.14 ²¹ por hora. Si se asume entonces que este es el costo que las personas "pagan" o dejan de ganar por realizar los viajes; cuando se cuantifica el costo total de un viaje debe agregarse la parte proporcional de este valor en función del tiempo invertido en el trayecto analizado.

Obtención de tiempos de viaje

La obtención de tiempos de viaje se realizó de tres maneras diferentes dependiendo del modo de transporte de interés.

Para los viajes en transporte público, se realizó cada uno de ellos durante las horas pico matutina o vespertina de días hábiles; registrándose el tiempo total de viaje de manera análoga a la obtención de costos.

En el caso de los viajes en bicicleta, se realizó físicamente uno de los viajes (Narvarte–Lomas Planco) también en sentido de ida y de vuelta, a fin de obtener un tiempo medido en campo de recorrido. Este tiempo se comparó después con el tiempo de recorrido en bicicleta estimado por Google Maps para el mismo recorrido, obteniéndose un factor de ajuste que después se aplicó al resto de viajes y sus tiempos en la misma plataforma.

Para los recorridos en auto se obtuvieron tres tiempos diferentes para cada viaje (ida y vuelta) de acuerdo con datos de Waze. Estos tiempos se consultaron durante las horas pico matutinas y vespertinas de días hábiles y de ellos, para cada trayecto se eligió el más corto. En algunos casos esos tiempos menores implicaban el uso de vías de cuota, por lo que este costo se reflejó según correspondiera.



Concentrado de tiempos y costos



A partir de la recopilación planteada se incluyen enseguida las tablas concentradas de los tiempos y costos de viaje de cada uno de los recorridos.

Tiempos y costos de viajes en bicicleta

No.	Viaje	Dirección	Distancia Recorrida (km)	Tiempo de viaje (hh:mm)	Velocidad media (km/h)	Costo de la bicicleta por km	Costo de la bicicleta por el viaje	Valor social del tiempo (\$/h)	Costo del tiempo de viaje	Costo total del viaje	Costo total del viaje por km
1	Las Águilas (Walmart las águilas) Lomas Polanco (Plaza Carso)	Ida	12.30	00:45	16.40	\$0.64	\$7.87	\$58.14	\$43.61	\$51.48	\$4.19
		Regreso	13.60	00:58	14.07	\$0.64	\$8.70	\$58.14	\$56.20	\$64.91	\$4.77
2	Atizapán (Palacio municipal) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	Ida	19.40	01:01	19.08	\$0.64	\$12.42	\$58.14	\$59.11	\$71.53	\$3.69
		Regreso	18.60	01:07	16.66	\$0.64	\$11.90	\$58.14	\$64.92	\$76.83	\$4.13
3	Coapa (Acoxta/Miramontes) Santa Fe (Centro comercial)	Ida	25.70	01:50	14.02	\$0.64	\$16.45	\$58.14	\$106.59	\$123.04	\$4.79
		Regreso	26.20	01:23	18.94	\$0.64	\$16.77	\$58.14	\$80.43	\$97.20	\$3.71
4	Ecatepec (Mexibús Las Américas) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	Ida	29.90	01:44	17.25	\$0.64	\$19.14	\$58.14	\$100.78	\$119.91	\$4.01
		Regreso	28.00	01:38	17.14	\$0.64	\$17.92	\$58.14	\$94.96	\$112.88	\$4.03
5	Iztapalapa (Lomas Estrella) Insurgentes sur (Del Valle)	Ida	14.60	00:56	15.64	\$0.64	\$9.34	\$58.14	\$54.26	\$63.61	\$4.36
		Regreso	15.00	00:56	16.07	\$0.64	\$9.60	\$58.14	\$54.26	\$63.86	\$4.26
6	Narvarte Oriente (Metrobús Etiopía) Lomas Polanco (Plaza Carso)	Ida	9.92	01:03	9.45	\$0.64	\$6.35	\$58.14	\$61.05	\$67.40	\$6.79
		Regreso	10.72	01:10	9.19	\$0.64	\$6.86	\$58.14	\$67.83	\$74.69	\$6.97
7	Naucalpan (Torres de Satélite) Lomas Polanco (Plaza Carso)	Ida	9.10	00:32	17.06	\$0.64	\$5.82	\$58.14	\$31.01	\$36.83	\$4.05
		Regreso	8.50	00:29	17.59	\$0.64	\$5.44	\$58.14	\$28.10	\$33.54	\$3.95
8	Nezahualcóyotl (Mexibús) Zócalo (centro histórico)	Ida	17.60	00:58	18.21	\$0.64	\$11.26	\$58.14	\$56.20	\$67.47	\$3.83
		Regreso	15.50	00:52	17.88	\$0.64	\$9.92	\$58.14	\$50.39	\$60.31	\$3.89
9	Tlanepantla (Centro de Tlanepantla) Zacatenco (Metro La Raza)	Ida	11.30	00:35	19.37	\$0.64	\$7.23	\$58.14	\$33.92	\$41.15	\$3.64
		Regreso	12.30	00:40	18.45	\$0.64	\$7.87	\$58.14	\$38.76	\$46.63	\$3.79
10	Tlatelolco (Plaza de las 3 Culturas) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	Ida	6.08	00:28	13.03	\$0.64	\$3.89	\$58.14	\$27.13	\$31.02	\$5.10
		Regreso	6.40	00:26	14.77	\$0.64	\$4.10	\$58.14	\$25.19	\$29.29	\$4.58

Tabla 5 Concentrado de tiempos y costos en bicicleta

Cada uno de estos viajes tiene, en promedio, un costo total de \$66.68 pesos; ya considerando el prorrateo del costo total anual de la bicicleta y el tiempo invertido en la realización de los viajes. Al viajar en bicicleta, aproximadamente el 85% del costo total del viaje corresponde al valor del tiempo del usuario en el trayecto.

Tiempos y costos de viajes en automóvil

No.	Viaje	Dirección	Distancia Recorrida (km)	Tiempo de viaje (hh:mm)	Velocidad media (km/h)	Costo del auto por km	Costo del auto por el viaje	Valor social del tiempo (\$/h)	Costo del tiempo de viaje	¿Usa vía de cuota?	Costo por peaje	Costo total del viaje	Costo total del viaje por km
1	Las Águilas (Walmart las águilas) Lomas Polanco (Plaza Carso)	Ida	17.58	00:44	23.97	\$3.84	\$67.51	\$58.14	\$42.64	Sí	\$27.85	\$138.00	\$7.85
		Regreso	15.53	00:28	33.28	\$3.84	\$59.64	\$58.14	\$27.13	Sí	\$54.43	\$141.19	\$9.09
2	Atizapán (Palacio municipal) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	Ida	23.09	01:08	20.37	\$3.84	\$88.67	\$58.14	\$65.89	Sí	\$68.51	\$223.06	\$9.66
		Regreso	25.06	00:56	26.85	\$3.84	\$96.23	\$58.14	\$54.26	Sí	\$77.47	\$227.96	\$9.10
3	Coapa (Acoxta/Miramontes) Santa Fe (Centro comercial)	Ida	24.61	00:42	35.16	\$3.84	\$94.50	\$58.14	\$40.70	Sí	\$48.23	\$183.43	\$7.45
		Regreso	24.98	00:33	45.42	\$3.84	\$95.92	\$58.14	\$31.98	Sí	\$26.16	\$154.06	\$6.17
4	Ecatepec (Mexibús Las Américas) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	Ida	36.68	01:19	27.86	\$3.84	\$140.85	\$58.14	\$76.55	Sí	\$27.00	\$244.40	\$6.66
		Regreso	30.06	01:00	30.06	\$3.84	\$115.43	\$58.14	\$58.14	Sí	\$27.00	\$200.57	\$6.67
5	Iztapalapa (Lomas Estrella) Insurgentes sur (Del Valle)	Ida	16.21	00:57	17.06	\$3.84	\$62.25	\$58.14	\$55.23	No	\$0.00	\$117.48	\$7.25
		Regreso	16.56	00:54	18.40	\$3.84	\$63.59	\$58.14	\$52.33	No	\$0.00	\$115.92	\$7.00
6	Narvarte Oriente (Metrobús Etiopia) Lomas Polanco (Plaza Carso)	Ida	11.16	00:46	14.56	\$3.84	\$42.85	\$58.14	\$44.57	No	\$0.00	\$87.43	\$7.83
		Regreso	11.38	00:43	15.88	\$3.84	\$43.70	\$58.14	\$41.67	No	\$0.00	\$85.37	\$7.50
7	Naucalpan (Torres de Satélite) Lomas Polanco (Plaza Carso)	Ida	8.96	00:23	23.37	\$3.84	\$34.41	\$58.14	\$22.29	Sí	\$24.78	\$81.47	\$9.09
		Regreso	8.57	00:33	15.58	\$3.84	\$32.91	\$58.14	\$31.98	No	\$0.00	\$64.89	\$7.57
8	Nezahualcóyotl (Mexibús) Zócalo (centro histórico)	Ida	17.68	00:59	17.98	\$3.84	\$67.89	\$58.14	\$57.17	No	\$0.00	\$125.06	\$7.07
		Regreso	21.57	01:00	21.57	\$3.84	\$82.83	\$58.14	\$58.14	No	\$0.00	\$140.97	\$6.54
9	Tlanepantla (Centro de Tlanepantla) Zacatenco (Metro La Raza)	Ida	10.61	00:29	21.95	\$3.84	\$40.74	\$58.14	\$28.10	No	\$0.00	\$68.84	\$6.49
		Regreso	13.99	00:38	22.09	\$3.84	\$53.72	\$58.14	\$36.82	No	\$0.00	\$90.54	\$6.47
10	Tlatelolco (Plaza de las 3 Culturas) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	Ida	5.96	00:29	12.33	\$3.84	\$22.89	\$58.14	\$28.10	No	\$0.00	\$50.99	\$8.55
		Regreso	6.67	00:21	19.06	\$3.84	\$25.61	\$58.14	\$20.35	No	\$0.00	\$45.96	\$6.89

Tabla 6 Concentrado de tiempos y costos en auto

Cada uno de estos viajes tiene, en promedio, un costo total de \$129.38 pesos; ya considerando el prorrateo del costo total anual del auto y el tiempo invertido en la realización de los viajes. Al viajar en auto, aproximadamente el 37% del costo total del viaje corresponde al valor del tiempo del usuario en el trayecto; lo que implica que el 63% restante se destina a los costos de adquisición, mantenimiento y uso del vehículo mismo.

Tiempos y costos de viajes en transporte público

No.	Viaje	Dirección	Distancia Recorrida (km)	Tiempo de viaje (hh:mm)	Velocidad media (km/h)	Costo por tarifa total	Costo de tarifa por km	Valor social del tiempo (\$/h)	Costo del tiempo de viaje	Costo total del viaje	Costo total del viaje por km
1	Las Águilas (Walmart las águilas) Lomas Polanco (Plaza Carso)	Ida	15.02	01:23	10.82	\$18.00	\$1.20	\$58.14	\$80.43	\$98.43	\$6.55
		Regreso	14.78	01:23	10.6	\$18.00	\$1.22	\$58.14	\$80.43	\$98.43	\$6.66
2	Atizapán (Palacio municipal) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	Ida	25.20	01:52	13.49	\$19.00	\$0.75	\$58.14	\$108.53	\$127.53	\$5.06
		Regreso	24.10	01:40	16.22	\$19.00	\$0.79	\$58.14	\$97.79	\$116.79	\$4.85
3	Coapa (Acoxa/Miramontes) Santa Fe (Centro comercial)	Ida	23.80	01:33	15.44	\$17.00	\$0.71	\$58.14	\$90.12	\$107.12	\$4.50
		Regreso	23.80	01:24	15.6	\$17.00	\$0.71	\$58.14	\$81.40	\$98.40	\$4.13
4	Ecatepec (Mexibús Las Américas) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	Ida	30.00	01:56	15.49	\$18.00	\$0.60	\$58.14	\$112.40	\$130.40	\$4.35
		Regreso	30.80	01:36	19.41	\$18.00	\$0.58	\$58.14	\$93.02	\$111.02	\$3.60
5	Iztapalapa (Lomas Estrella) Insurgentes sur (Del Valle)	Ida	13.80	01:20	10.38	\$11.00	\$0.80	\$58.14	\$77.52	\$88.52	\$6.41
		Regreso	13.70	00:54	15.24	\$11.00	\$0.80	\$58.14	\$52.33	\$63.33	\$4.62
6	Narvarte Oriente (Metrobús Etiopia) Lomas Polanco (Plaza Carso)	Ida	10.90	01:05	10.1	\$11.00	\$1.01	\$58.14	\$62.99	\$73.99	\$6.79
		Regreso	12.25	01:31	8.05	\$11.00	\$0.90	\$58.14	\$88.18	\$99.18	\$8.10
7	Naucalpan (Torres de Satélite) Lomas Polanco (Plaza Carso)	Ida	8.30	00:34	14.4	\$18.00	\$2.17	\$58.14	\$32.95	\$50.95	\$6.14
		Regreso	10.00	00:43	14.09	\$18.00	\$1.80	\$58.14	\$41.67	\$59.67	\$5.97
8	Nezahualcóyotl (Mexibús) Zócalo (centro histórico)	Ida	12.55	01:24	10.2	\$11.00	\$0.88	\$58.14	\$81.40	\$92.40	\$7.36
		Regreso	12.45	01:13	10.03	\$11.00	\$0.88	\$58.14	\$70.74	\$81.74	\$6.57
9	Tlanepantla (Centro de Tlanepantla) Zacatenco (Metro La Raza)	Ida	15.10	00:58	15.55	\$15.00	\$0.99	\$58.14	\$56.20	\$71.20	\$4.72
		Regreso	15.50	01:10	13.22	\$15.00	\$0.97	\$58.14	\$67.83	\$82.83	\$5.34
10	Tlatelolco (Plaza de las 3 Culturas) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	ida	7.39	00:57	7.68	\$6.50	\$0.88	\$58.14	\$55.23	\$61.73	\$8.35
		Regreso	5.92	01:00	5.89	\$6.50	\$1.10	\$58.14	\$58.14	\$64.64	\$10.92

Tabla 7 Concentrado de tiempos y costos en transporte público

Cada uno de estos viajes tiene, en promedio, un costo total de \$88.91 pesos; ya considerando la tarifa de transporte público y el tiempo invertido en la realización de los viajes. Al viajar en transporte público, aproximadamente el 83% del costo total del viaje corresponde al valor del tiempo del usuario en el trayecto.

Análisis de resultados



Velocidades por tipo de viaje

Analizando la velocidad de recorrido de los tres modos de desplazamiento y agrupando la información por el carácter de viaje (central, interdelegacional, metropolitano) se pueden obtener los siguientes hallazgos.

En general los viajes en auto arrojan las velocidades promedio más altas, seguidos por los viajes en bicicleta¹. El transporte público muestra la velocidad más baja en casi todos los viajes.

Para los viajes centrales en particular, la velocidad en auto disminuye, reduciéndose la brecha con los viajes en bicicleta, al grado que en el viaje Tlatelolco-Reforma (ida) la bicicleta ofrece la velocidad media mayor de todos los modos; como se observa en la *figura 1*.

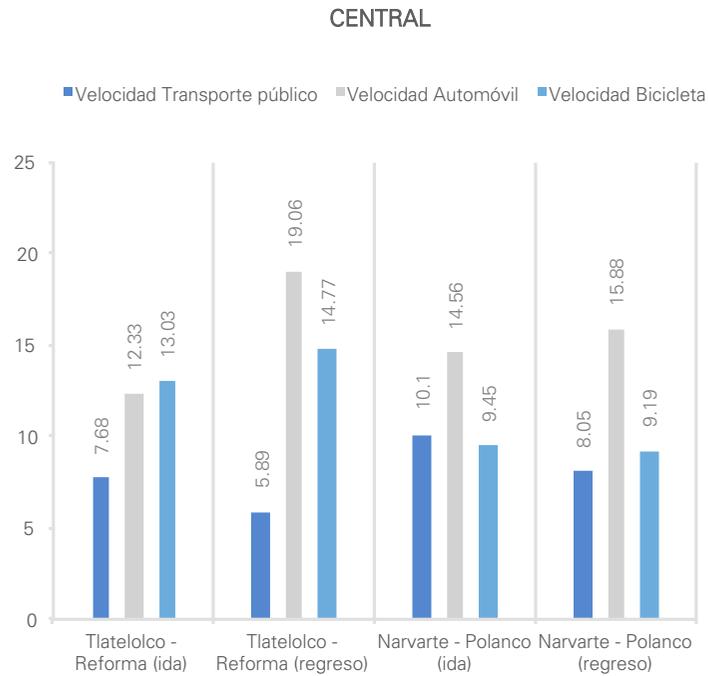


Figura 1 Velocidades por modo en viajes centrales

Para los viajes interdelegacionales puede observarse en la *figura 2* que las velocidades medias para el automóvil son notablemente mayores que las de los otros modos en los recorridos Las Águilas-Polanco y Coapa-Santa Fe; esto se debe a que estos recorridos en auto pueden realizarse usando vías rápidas y autopistas de cuota. Lo anterior se vuelve aún más relevante cuando se observa el viaje Iztapalapa-Insurgente y encuentra que las velocidades medias para el auto y la bicicleta son prácticamente las mismas.

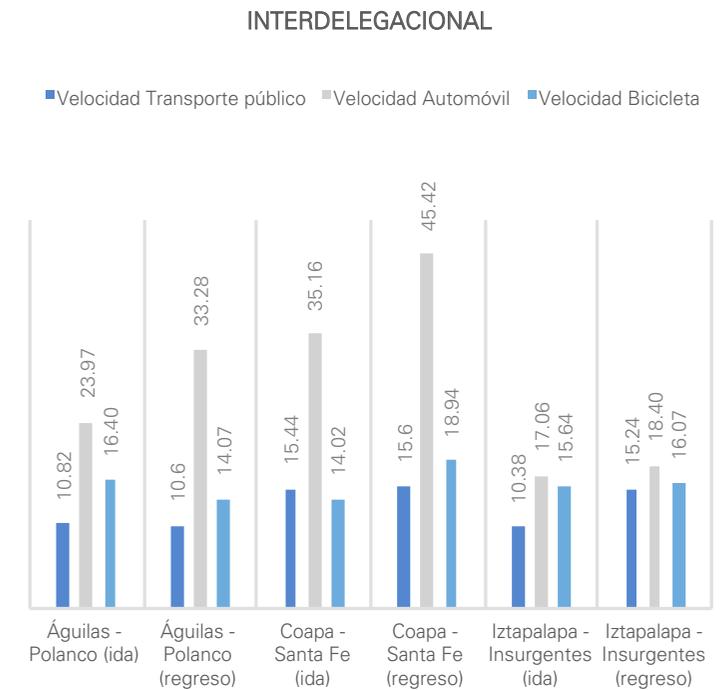


Figura 2 Velocidades por modo en viajes interdelegacionales

1. Considerando que la velocidad ciclista puede tener variaciones importantes en función de la experiencia y habilidad del usuario.

METROPOLITANO

■ Velocidad Transporte público ■ Velocidad Automóvil ■ Velocidad Bicicleta

Para los viajes metropolitanos se observa en la figura 3 que en general la velocidad media del automóvil es más alta, particularmente en los viajes que se realizan en vías de cuota: Naucalpan–Polanco (ida); Ecatepec–Reforma (ida y regreso), Atizapán–Reforma (ida y regreso).

Destaca que en ciertos viajes, como Naucalpan–Polanco (regreso) o Nezahualcóyotl–Zócalo (ida) la bicicleta registra una velocidad media igual o mayor al automóvil.

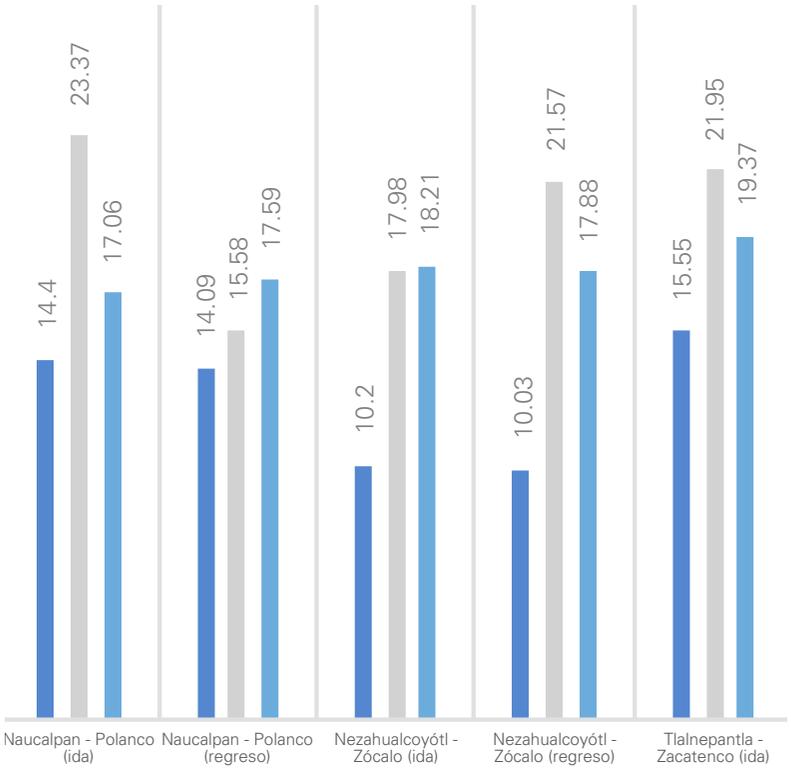
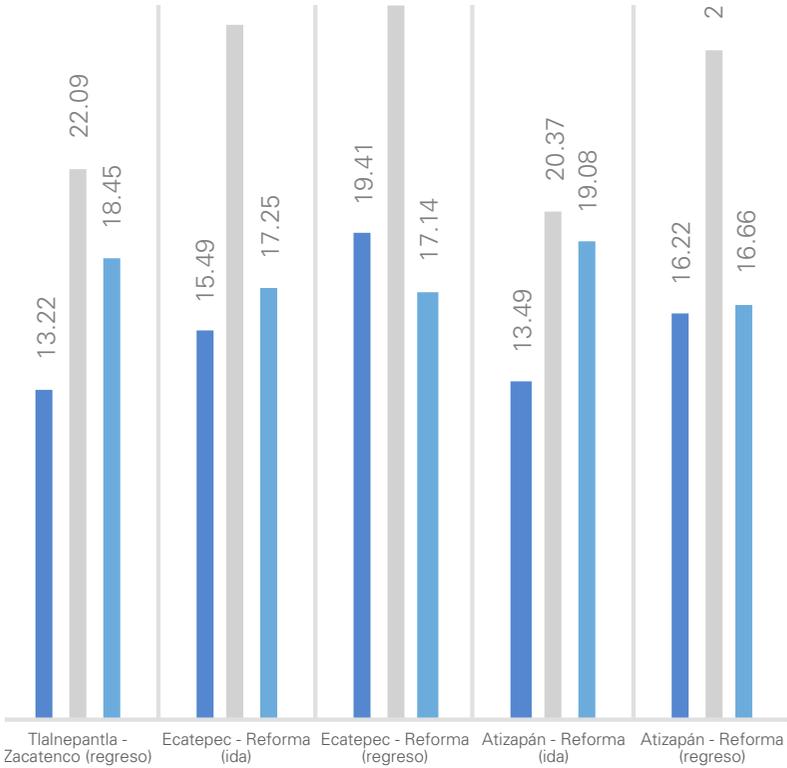


Figura 3 Velocidades por modo en viajes metropolitanos



Se debe tener en cuenta que, pese a que el automóvil presenta en general las velocidades de recorrido más altas, esto se ve influenciado en buena medida por el hecho de que en algunos de los viajes aquí analizados los autos tienen acceso autopistas urbanas o vías rápidas con condiciones para velocidades más altas.

Tiempos y costos de viaje por modo de transporte



Al analizar los diferentes tiempos de recorrido para cada viaje según la distancia, la tendencia en el comportamiento de las velocidades muestra que para viajes cortos la bicicleta resulta mejor opción que el automóvil (algo intuitivamente razonable) y que a medida que las distancias se incrementan, dadas las opciones de utilizar vías rápidas y autopistas de cuota, el auto ofrece mejores tiempos. Según estos cálculos, la bicicleta se vuelve competitiva en tiempo para viajes por debajo de 6 km. Esto es comprensible fácilmente si se considera que los viajes cortos en automóvil rara vez contemplan o hacen conveniente el uso de autopistas o vías rápidas y que por la operación de las vialidades urbanas no permiten el desarrollo de altas velocidades; mientras que en ese rango de distancias es factible para un ciclista encontrar rutas directas y sin muchas demoras.

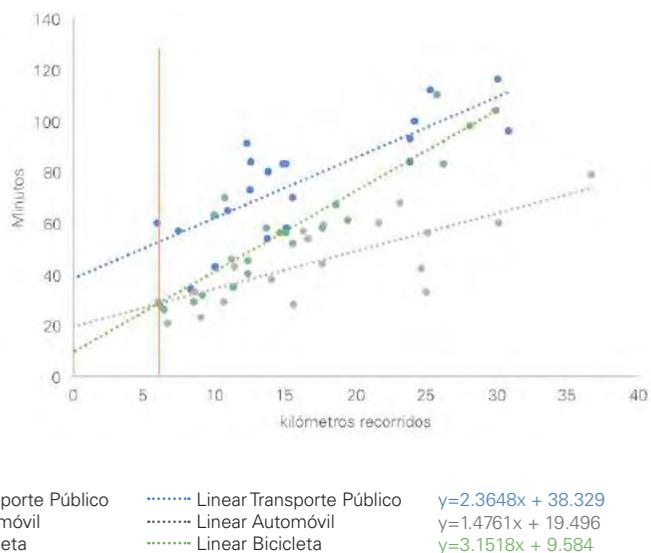


Figura 4 Regresión de distancias vs tiempos de recorrido por modo

Una de las razones por las cuales el tiempo de viaje en transporte público registra los valores más altos es debido a las demoras de los sistemas de transporte, así como por el tiempo invertido en los transbordos, que resulta mayor cuando se pasa de un sistema concesionado (microbuses, autobuses y/o vagonetas concesionadas) a un sistema masivo (metro/metrobús).

Por su parte, cuando se gráfica la dispersión de los costos totales calculados para cada viaje¹ se encuentra con las ecuaciones de regresión que en los viajes cortos y hasta aproximadamente 8.5 kilómetros, el modo más costoso fue el transporte público; recordando que en promedio el 85% del costo del viaje en transporte público es el valor del tiempo del usuario. Es decir, para distancias relativamente cortas, el transporte público fue más caro que el viaje en auto debido al tiempo invertido. A partir de los 8 km, el auto sobrepasó en costo total al Transporte Público.

Adicionalmente, en todos los casos analizados se encontró que la bicicleta fue el modo de transporte menos costoso, esto podría ser atribuible a la combinación de que es un vehículo de bajo costo de adquisición y operación y de que los costos por valor de tiempo no resultan tan altos como para anular los ahorros del vehículo mismo (como sí sucede en el transporte público en viajes cortos ya comentados).

Es a partir de los 35 km, aproximadamente, que el costo total de la bicicleta superó al del transporte público, aunque es cierto que para efectos prácticos estas distancias resultan poco convenientes en un entorno urbano para el uso de la bicicleta; máxime cuando se considera que en la práctica cotidiana diversos estudios respaldan que distancias de entre 5 y 10 km son las ideales para el ciclismo urbano.^{2 3}

En resumidas cuentas, de lo anterior se pueden extraer tres hallazgos fundamentales:

1. Para viajes menores a 8 km el modo de transporte más costoso fue el transporte público.
2. Para viajes mayores a 8 km el modo más costoso fue el automóvil.
3. En viajes mayores a 10 km, donde la bicicleta puede dejar de ser cómoda para el uso cotidiano, el transporte público puede ser una alternativa atractiva, pues en esta distancia ofrece un costo total 8.1% menor que el automóvil; diferencia que crece en la medida que la distancia se incrementa.

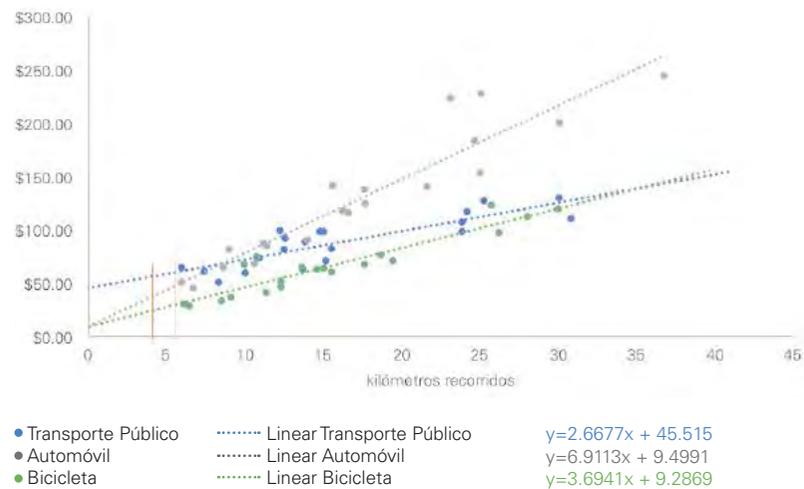


Figura 5 Regresión de distancias vs costos totales por modo



Resumen de costos y tiempos



Al condensar los costos totales de los tres modos para fines de comparación se encuentra que de los 10 viajes (desglosando por viajes de ida y de vuelta con un total de 20 recorridos), la bicicleta es el modo más barato en 17 recorridos; el transporte público es la opción más barata en los otros tres.

En 16 de los 20 recorridos, el automóvil es el modo más costoso; en los otros cuatro, la alternativa más cara es el transporte público.

No.	Viaje	Dirección	Bici	Auto	Transporte Público
1	Las Águilas (Walmart las águilas) Lomas Polanco (Plaza Carso)	Ida	\$51.48	\$138.00	\$98.43
		Regreso	\$64.91	\$141.19	\$98.43
2	Atizapán (Palacio municipal) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	Ida	\$71.53	\$223.06	\$127.53
		Regreso	\$76.83	\$227.96	\$116.79
3	Coapa (Acoxa/Miramontes) Santa Fe (Centro comercial)	Ida	\$123.04	\$183.43	\$107.12
		Regreso	\$97.20	\$154.06	\$98.40
4	Ecatepec (Mexibús Las Américas) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	Ida	\$119.91	\$244.40	\$130.40
		Regreso	\$112.88	\$200.57	\$111.02
5	Iztapalapa (Lomas Estrella) Insurgentes sur (Del Valle)	Ida	\$63.61	\$117.48	\$88.52
		Regreso	\$63.86	\$115.92	\$63.33
6	Narvarte Oriente (Metrobús Etiopia) Lomas Polanco (Plaza Carso)	Ida	\$67.40	\$87.43	\$73.99
		Regreso	\$74.69	\$85.37	\$99.18
7	Naucalpan (Torres de Satélite) Lomas Polanco (Plaza Carso)	Ida	\$36.83	\$81.47	\$50.95
		Regreso	\$33.54	\$64.89	\$59.67
8	Nezahualcóyotl (Mexibús) Zócalo (centro histórico)	Ida	\$67.47	\$125.06	\$92.40
		Regreso	\$60.31	\$140.97	\$81.74
9	Tlanepantla (Centro de Tlanepantla) Zacatenco (Metro La Raza)	Ida	\$41.15	\$68.84	\$71.20
		Regreso	\$46.63	\$90.54	\$82.83
10	Tlatelolco (Plaza de las 3 Culturas) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	Ida	\$31.02	\$50.99	\$61.73
		Regreso	\$29.29	\$45.96	\$64.64

Tabla 8 Costos por viaje realizado y modo

Resultan llamativos casos como el del viaje de Narvarte–Lomas Polanco (regreso), en donde el costo en auto es menor al costo en transporte público. Esto se explica cuando se consideran los tiempos de viaje, pues para este recorrido en particular, el viaje en transporte público toma casi el doble de tiempo que el viaje en auto; como se observa en la *tabla 9*.

No.	Viaje	Dirección	Bici	Auto	Transporte Público
1	Las Águilas (Walmart las águilas) Lomas Polanco (Plaza Carso)	Ida	00:45	00:44	01:23
		Regreso	00:58	00:28	01:23
2	Atizapán (Palacio municipal) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	Ida	01:01	01:08	01:52
		Regreso	01:07	00:56	01:40
3	Coapa (Acoxa/Miramontes) Santa Fe (Centro comercial)	Ida	01:50	00:42	01:33
		Regreso	01:23	00:33	01:24
4	Ecatepec (Mexibús Las Américas) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	Ida	01:44	01:19	01:56
		Regreso	01:38	01:00	01:36
5	Iztapalapa (Lomas Estrella) Insurgentes sur (Del Valle)	Ida	00:56	00:57	01:20
		Regreso	00:56	00:54	00:54
6	Narvarte Oriente (Metrobús Etiopia) Lomas Polanco (Plaza Carso)	Ida	01:03	00:46	01:05
		Regreso	01:10	00:43	01:31
7	Naucalpan (Torres de Satélite) Lomas Polanco (Plaza Carso)	Ida	00:32	00:23	00:34
		Regreso	00:29	00:33	00:43
8	Nezahualcóyotl (Mexibús) Zócalo (centro histórico)	Ida	00:58	00:59	01:24
		Regreso	00:52	01:00	01:13
9	Tlanepantla (Centro de Tlanepantla) Zacatenco (Metro La Raza)	Ida	00:35	00:29	00:58
		Regreso	00:40	00:38	01:10
10	Tlatelolco (Plaza de las 3 Culturas) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	Ida	00:28	00:29	00:57
		Regreso	00:26	00:21	01:00

Tabla 9 Tiempos por viaje realizado y modo (hh:mm)

Como se aprecia en las tablas anteriores, si bien el auto es el modo más costoso en la mayoría de los viajes, también es uno de los más rápidos cuando puede usar vías rápidas y de cuota. Esto implica mayores distancias totales y pago de peajes en algunos casos, por lo que ese ahorro en tiempo necesariamente conlleva un mayor costo.

Los análisis anteriores pueden resumirse aún más al promediar los valores por km de los viajes para cada modo, como en la *tabla 10*.

Modo	Costo total mínimo	Costo total máximo	Costo del vehículo por km	Costo del tiempo por km	Costo total por km	Velocidad media (km/h)
Bici	\$29.29	\$123.04	\$0.64	\$3.79	\$4.43	16.01
Auto	\$45.96	\$244.40	\$4.77	\$2.78	\$7.55	23.14
Transporte Público	\$50.95	\$130.40	\$0.99	\$5.06	\$6.05	12.60

Tabla 10 Costo por km y modo

El desglose del costo de esos viajes muestra que los usuarios de bicicleta y de transporte público “pagan” el viaje esencialmente con su tiempo, dado que el costo por uso de los vehículos, por sí solo, es relativamente bajo. En cambio, los usuarios de automóvil absorben un costo notablemente mayor por la posesión y uso del vehículo a cambio de reducir el costo total del tiempo que pasan viajando.

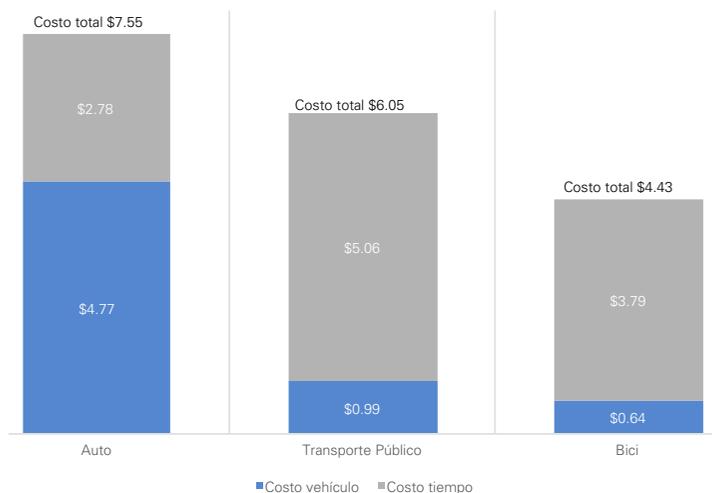


Figura 6 Costos por km de cada modo de transporte

A la luz de lo mostrado en la figura 6, se encuentra que solo por el concepto de costo de vehículo, el auto representa casi el 80% del costo total de usar transporte público y más de la totalidad del costo total de la bicicleta.

Lo anterior significa que para condiciones similares a las de los viajes en este estudio, por cada kilómetro recorrido, una persona que decidiera usar automóvil para viajar gastaría al menos 7% más que si decidiera hacer el mismo viaje en bicicleta.

En relación con el transporte público lo que se encuentra es que el costo total promedio por viaje es menor que el del auto, aunque implica el mayor costo por concepto de tiempo. Esto, en principio permite plantear de manera preliminar que cuando el valor del tiempo de las personas, en pesos por hora, se incrementa, el transporte público se vuelve menos atractivo en términos de costo individual.

Finalmente, este análisis permite ver que, en términos monetarios totales, el modo de transporte más competitivo es la bicicleta, dada la combinación de tiempos de viaje que van de cortos a medios y el bajo costo de adquisición y uso de vehículo.



Costo mensual de los viajes analizados

Para dimensionar el costo mensual que un viajero tendría que absorber, incluyendo tiempo, para realizar alguno de estos viajes de manera cotidiana, los costos totales de viaje ya mostrados se expanden asumiendo que el viajero hace un viaje de ida y uno de vuelta, cada día, a lo largo de 20 días (4 semanas de 5 días hábiles).

No.	Viaje	Bici	Auto	Transporte Público
1	Las Águilas (Walmart las águilas) Lomas Polanco (Plaza Carso)	\$2,327.66	\$5,583.78	\$3,937.08
2	Atizapán (Palacio municipal) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	\$1,430.50	\$4,461.26	\$2,550.56
3	Coapa (Acoxpa/Miramontes) Santa Fe (Centro comercial)	\$1,536.54	\$4,559.20	\$2,335.77
4	Ecatepec (Mexibús Las Américas) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	\$4,404.66	\$6,749.88	\$4,110.26
5	Iztapalapa (Lomas Estrella) Insurgentes sur (Del Valle)	\$2,398.24	\$4,888.04	\$2,608.08
6	Narvarte Oriente (Metrobús Etiopía) Lomas Polanco (Plaza Carso)	\$2,257.64	\$4,011.41	\$2,220.48
7	Naucalpan (Torres de Satélite) Lomas Polanco (Plaza Carso)	\$2,549.44	\$4,667.92	\$3,036.92
8	Nezahualcóyotl (Mexibús) Zócalo (centro histórico)	\$1,347.92	\$1,748.57	\$1,479.70
9	Tlanepantla (Centro de Tlanepantla) Zacatenco (Metro La Raza)	\$1,493.82	\$1,707.32	\$1,983.58
10	Tlatelolco (Plaza de las 3 Culturas) Reforma Chapultepec (Estela de Luz)	\$1,407.46	\$2,927.20	\$2,212.26

Tabla 11 Costo estimado mensual de viajes cotidianos



Hallazgos relevantes

Con los análisis realizados y tras esta evaluación se llega a los siguientes hallazgos puntuales.

1. En general, para cualquier viaje (incluso considerando el valor de tiempo), el modo de transporte más barato es la bicicleta.

2. El principal factor de castigo en la competitividad del transporte público es el tiempo de recorrido, pues si bien su costo de uso es bajo, al asignar un valor monetario al tiempo de los usuarios, el costo del viaje se incrementa, en algunos casos lo suficiente, como para convertirlo en la opción más costosa.

3. El automóvil tiene su principal ventaja en los viajes que le permiten utilizar vías rápidas o de cuota, pues esto facilita velocidades más altas que al final se traducen en menores tiempos; aunque el costo por la sola posesión y uso del vehículo es tal que, a pesar del ahorro en tiempo, el costo total es sostenidamente el mayor de entre los tres modos analizados.

4. De acuerdo con los cálculos realizados, comprar y usar un sedán común, cuesta aproximadamente \$57,700 pesos anuales, equivalente a un desembolso mensual promedio de \$4,808 pesos; sin considerar el valor del tiempo dedicado a los viajes.

5. Los viajeros en transporte público, para los viajes analizados, pagan un promedio de \$14.45 en cada recorrido, equivalentes a aproximadamente \$578 mensuales (solo por viajar, sin considerar costo del tiempo).

Conclusiones y discusión



De los análisis realizados, los principales hallazgos llevan a concluir que, por costo total para el viajero, la bicicleta es el modo más competitivo, pues combina bajos costos de adquisición y mantenimiento con tiempos de viaje que en la mayoría de los casos son cercanos o menores a los del automóvil; lo que en conjunto ofrece el menor costo de viaje en casi la totalidad de los casos analizados.

Cuando por condiciones de distancia o practicidad el viaje en bicicleta no fuera posible, la segunda mejor opción desde el punto de vista de costo total es en general, el transporte público; con excepción de viajes cortos. Esto se debe a que, al viajar en transporte público, los usuarios realizan la mayor parte de la inversión usando su tiempo. Así, aproximadamente el 83% del costo total de estos viajes corresponde solamente al valor del tiempo de los viajeros.

De este último hallazgo en particular se desprenden otros elementos interesantes para ser analizados; por ejemplo, en los recorridos en transporte público se encontró que buena parte de las demoras percibidas durante los viajes ocurren durante los transbordos y cambios de modo. Esto es consecuencia natural de la falta de una red integrada de transporte en la ciudad (no hay redes con horarios fijos o articulados entre sí); lo que lleva a pensar en la hipótesis de que para hacer más atractivo el uso del transporte público, uno de los puntos con mayor oportunidad es mejorar los tiempos de traslado (que necesariamente implica incrementar la confiabilidad y eficiencia de los servicios), sin menoscabo de las bondades de mejoras en otras áreas como comodidad o seguridad.

Aún con lo anterior, como se ha referido, el transporte público se mantuvo en el 80% de los viajes evaluados como una de las 2 opciones de menor costo total.

Finalmente, para el caso del automóvil, el principal hallazgo es que en el 80% de los viajes analizados se posicionó como el modo con el mayor costo total, y si bien también fue el modo con menor tiempo de recorrido en el 65% de los viajes, esta reducción en tiempo (y el consecuente ahorro en valor monetario del tiempo invertido en el viaje) implica un notablemente mayor costo de posesión y mantenimiento del vehículo. Esto tiene que ver en buena medida con que las rutas más rápidas para el auto también suelen ser las más largas, pues dependen del uso de vías rápidas y en algunos casos de autopistas urbanas de cuota; lo que conlleva mayores consumos de combustible y en algunos casos el pago de peajes.

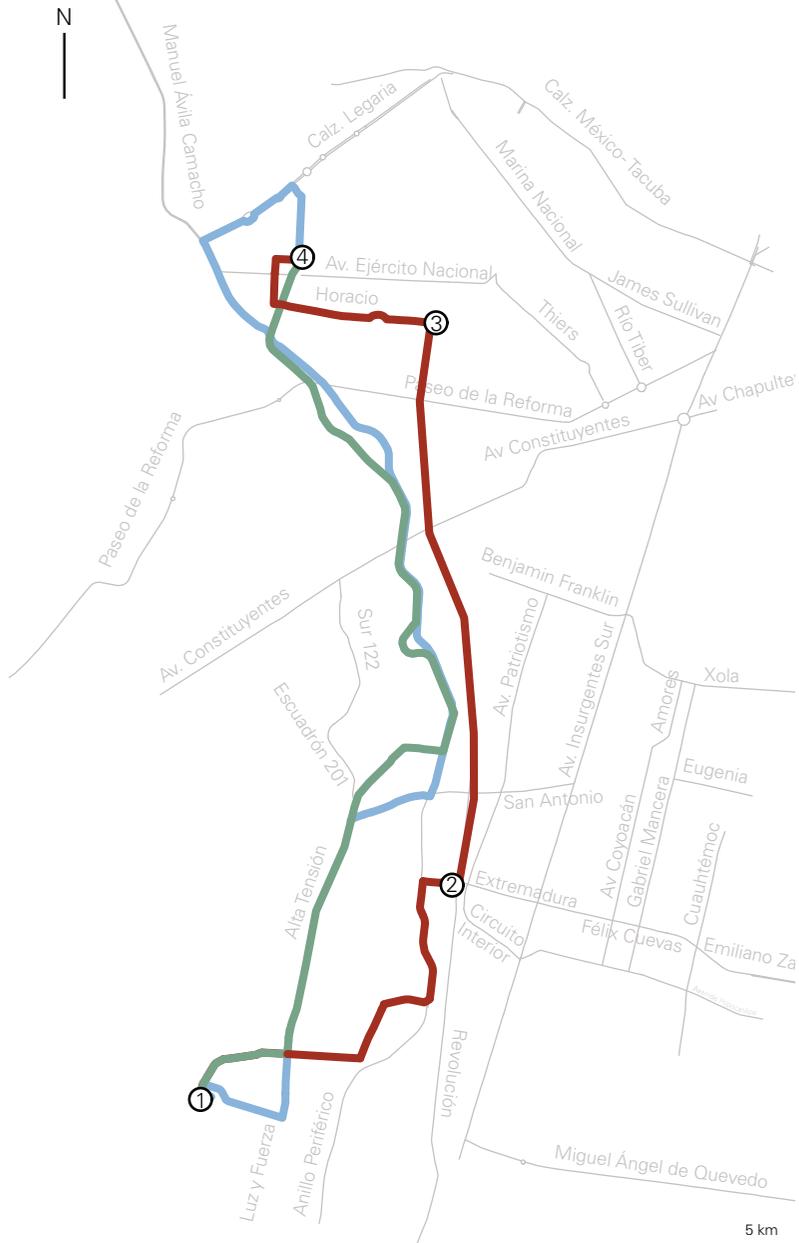
Teniendo esto en cuenta, estos resultados sugieren que el automóvil se puede volver una alternativa adecuada solo en viajes donde por condiciones específicas la persona no pueda usar otro modo o cuando el valor de su tiempo para ciertos viajes sea tal que justifique absorber el sobrecosto por la adquisición y aprovechamiento del vehículo o bien cuando se comparta con otras personas.

La decisión final sobre cómo realizar los viajes cotidianos dependerá al final de cada persona, después de sopesar ventajas y desventajas de seleccionar los distintos modos; de ahí la apremiante necesidad en nuestra ciudad de mejorar las condiciones ofrecidas en modos y sistemas de transporte más eficientes y con menor impacto ambiental y social, de forma que se vuelvan más atractivos y las personas puedan, con la información adecuada, elegir mejor.

Anexos

Viaje 1
Dirección: Ida

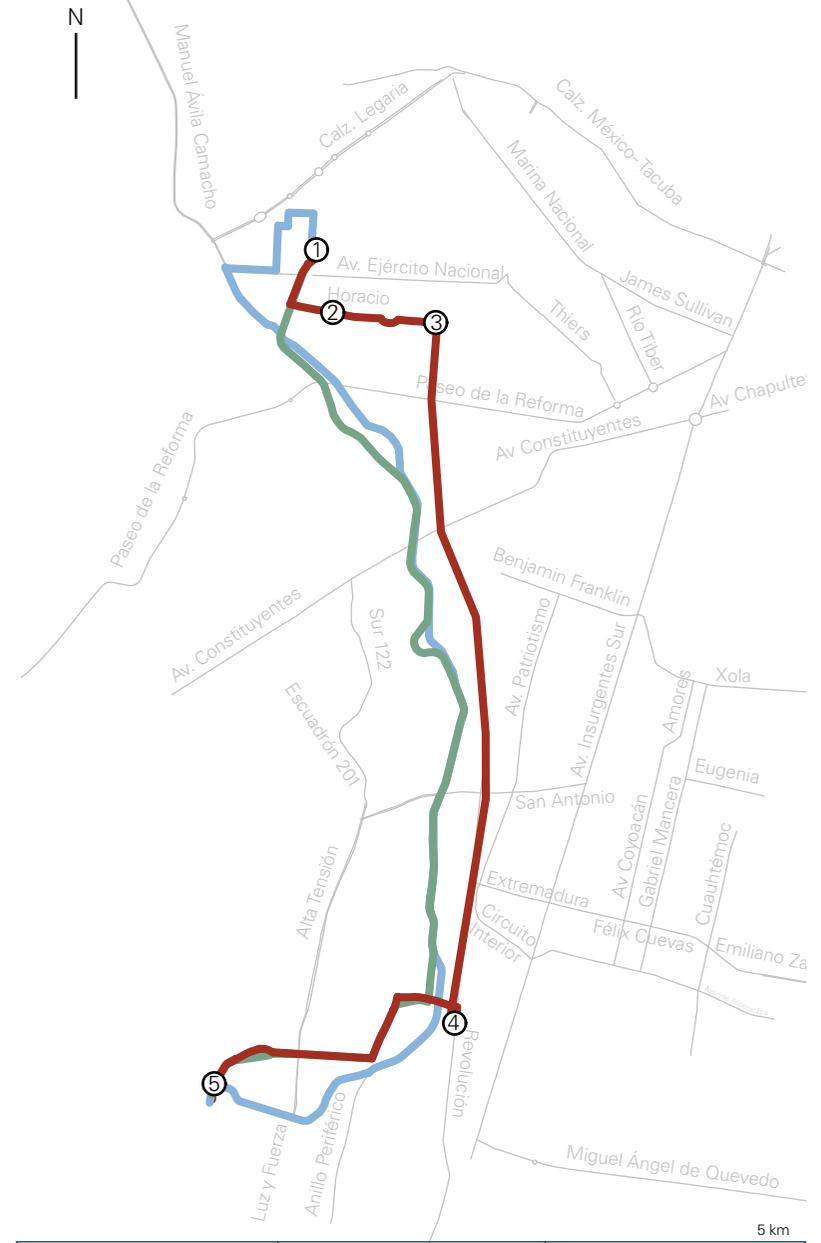
Desde: Las Águilas (Walmart Las Águilas)
Hacia: Lomas Polanco (Plaza Carso)



Automóvil	Bicicleta	Transporte público
Distancia: 17.58 km	Distancia: 12.30 km	Distancia: 15.02 km
Velocidad media: 23.97 km/h	Velocidad media: 16.40 km/h	Velocidad media: 10.82 km/h
Costo: \$138.00 MXN	Costo: \$51.48 MXN	Costo: \$18.00 MXN
Tiempo: 44 min.	Tiempo: 45 min.	Tiempo: 01 hr 23 min.

Viaje 1
Dirección: Regreso

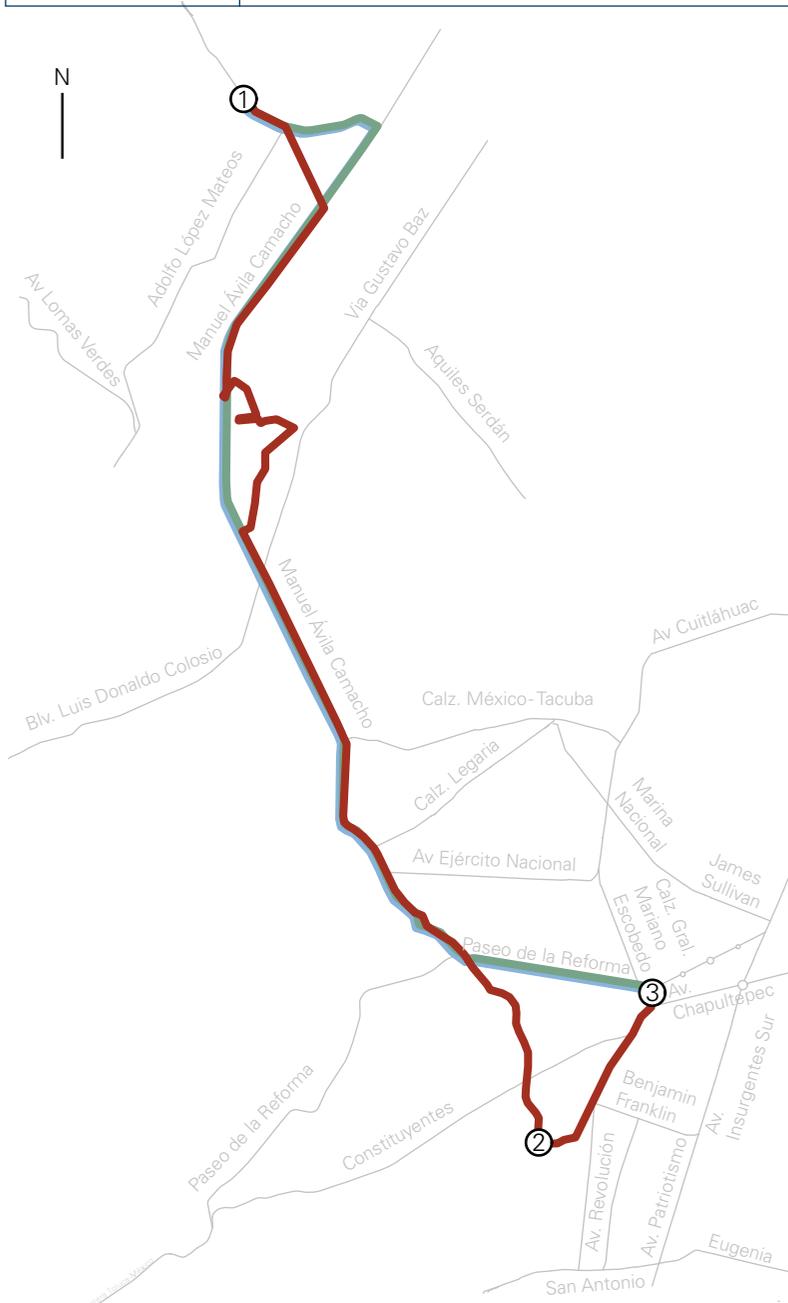
Desde: Lomas Polanco (Plaza Carso)
Hacia: Las Águilas (Walmart Las Águilas)



Automóvil	Bicicleta	Transporte público
Distancia: 15.53 km	Distancia: 13.60 km	Distancia: 14.78 km
Velocidad media: 33.28 km/h	Velocidad media: 14.07 km/h	Velocidad media: 10.6 km/h
Costo: \$141.19 MXN	Costo: \$64.91 MXN	Costo: \$98.43 MXN
Tiempo: 28 min.	Tiempo: 58 min.	Tiempo: 01 hr 23 min.

Viaje 2
Dirección: Ida

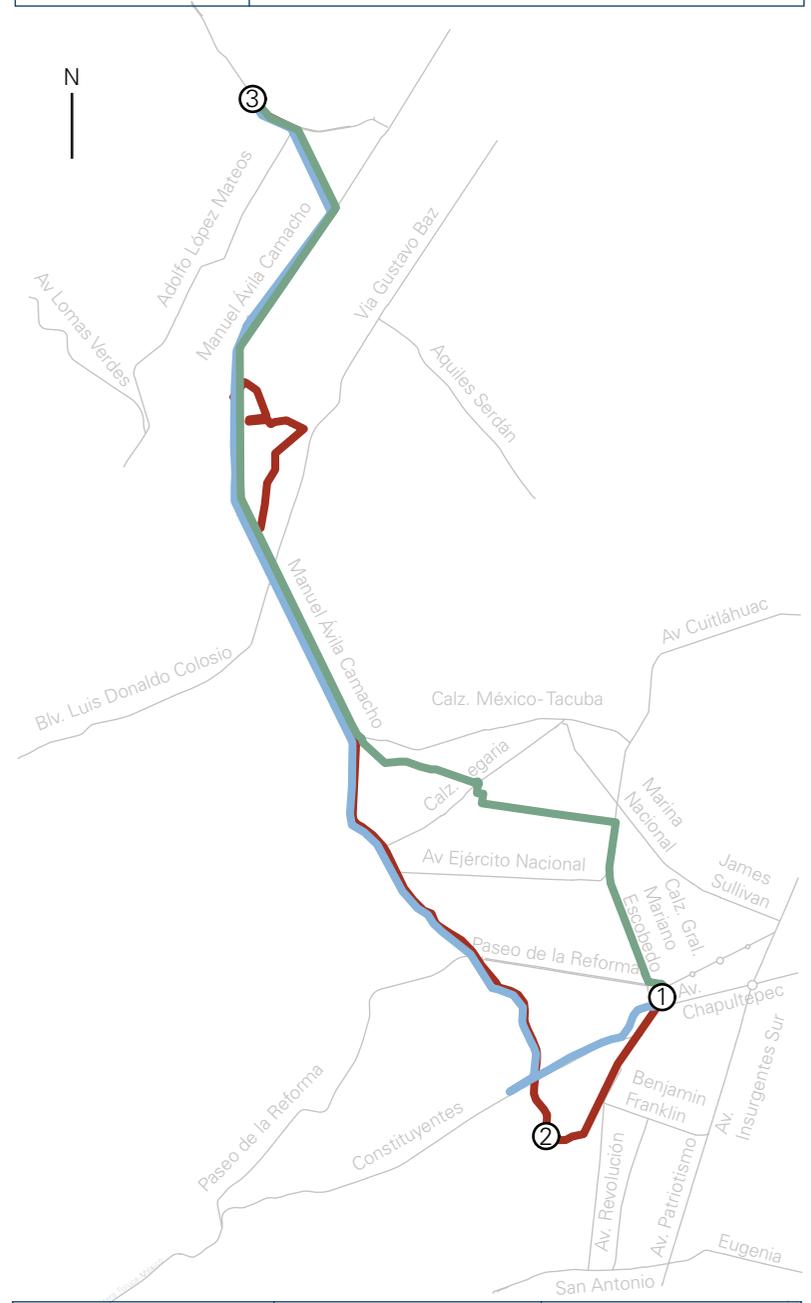
Desde: Atizapán (Palacio municipal)
Hacia: Reforma Chapultepec (Estela de Luz)



<p>Automóvil Distancia: 23.09 km Velocidad media: 20.37 km/h Costo: \$223.06 MXN Tiempo: 1 hr 08 min.</p>	<p>Bicicleta Distancia: 19.40 km Velocidad media: 19.08 km/h Costo: \$71.53 MXN Tiempo: 1 hr 01 min.</p>	<p>Transporte público Distancia: 25.20 km Velocidad media: 13.49 km/h Costo: \$127.53 MXN Tiempo: 01 hr 52 min.</p>
--	---	--

Viaje 2
Dirección: Regreso

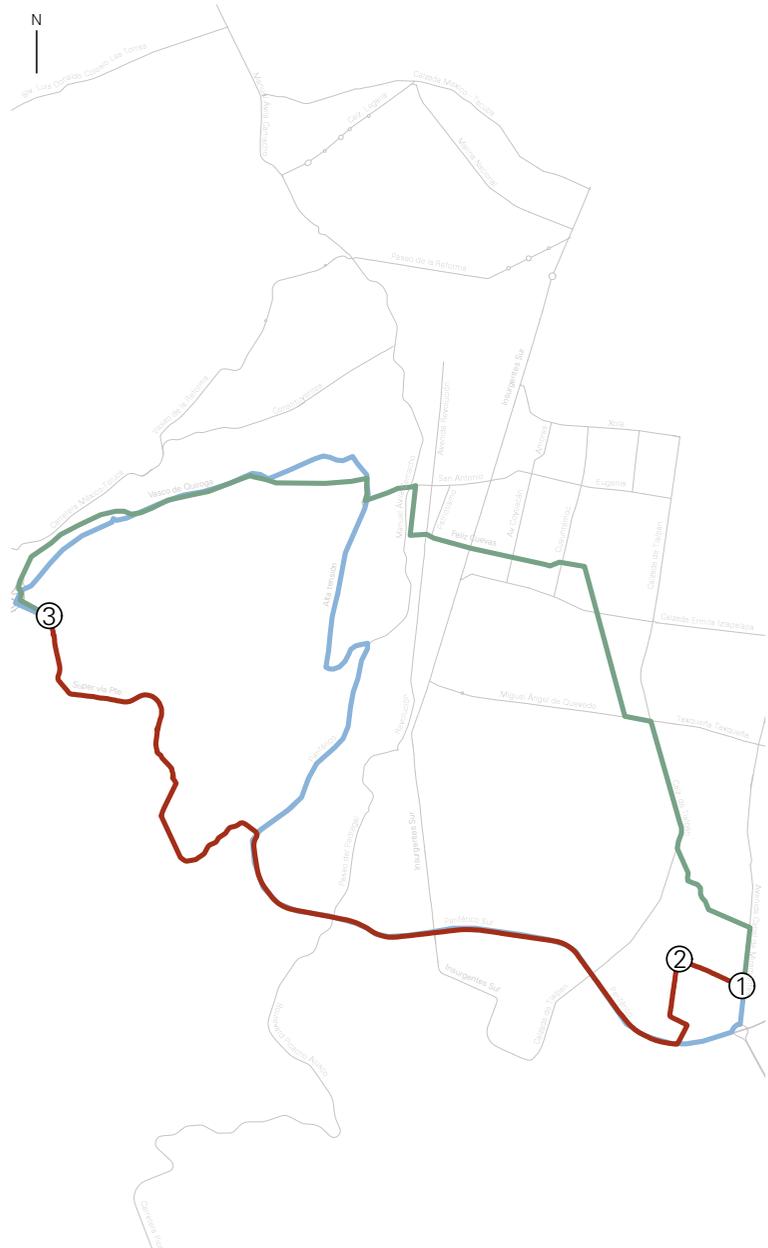
Desde: Reforma Chapultepec (Estela de Luz)
Hacia: Atizapán (Palacio municipal)



<p>Automóvil Distancia: 25.06 km Velocidad media: 26.85 km/h Costo: \$227.96 MXN Tiempo: 56 min.</p>	<p>Bicicleta Distancia: 18.60 km Velocidad media: 16.66 km/h Costo: \$76.83 MXN Tiempo: 1 hr 07 min.</p>	<p>Transporte público Distancia: 24.10 km Velocidad media: 16.22 km/h Costo: \$116.79 MXN Tiempo: 01 hr 40 min.</p>
---	---	--

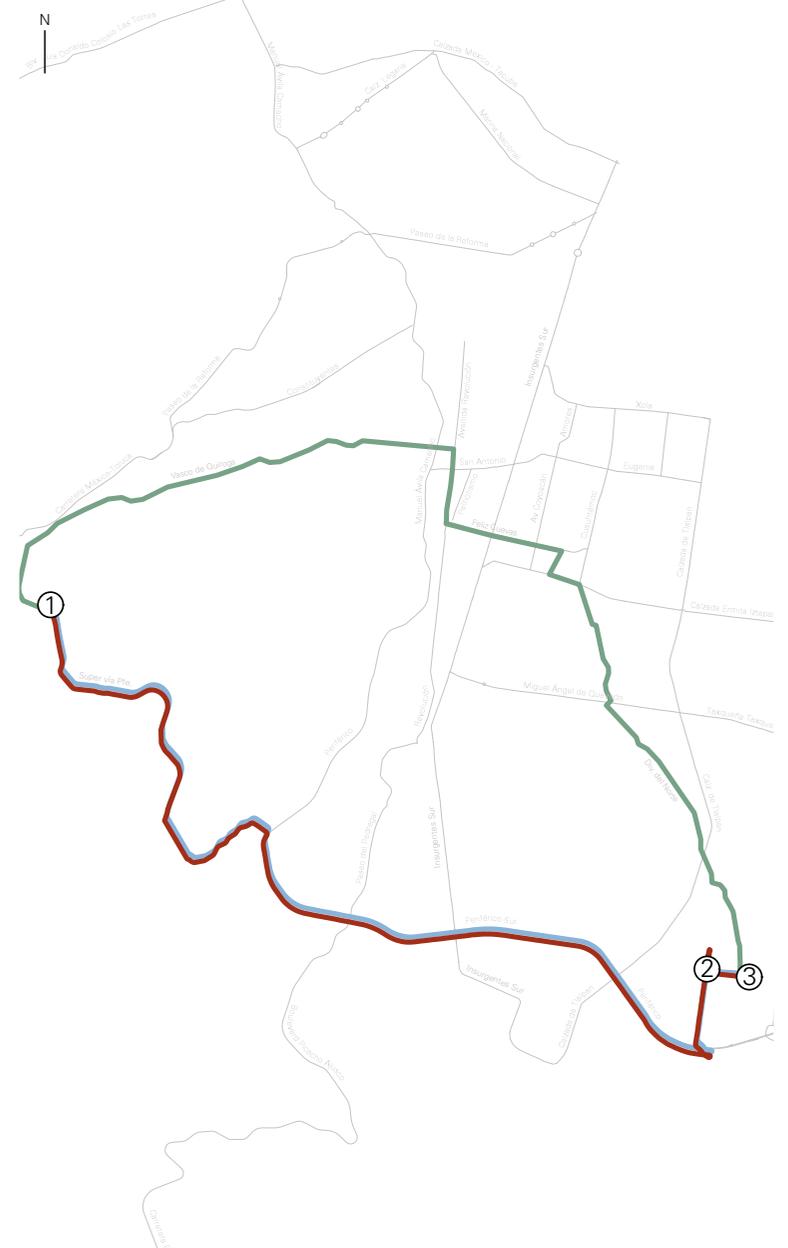
Viaje 3
Dirección: Ida

Desde: Coapa (Acoxpa/Miramontes)
Hacia: Santa Fe (Centro comercial)



Viaje 3
Dirección: Regreso

Desde: Santa Fe (Centro comercial)
Hacia: Coapa (Acoxpa/Miramontes)

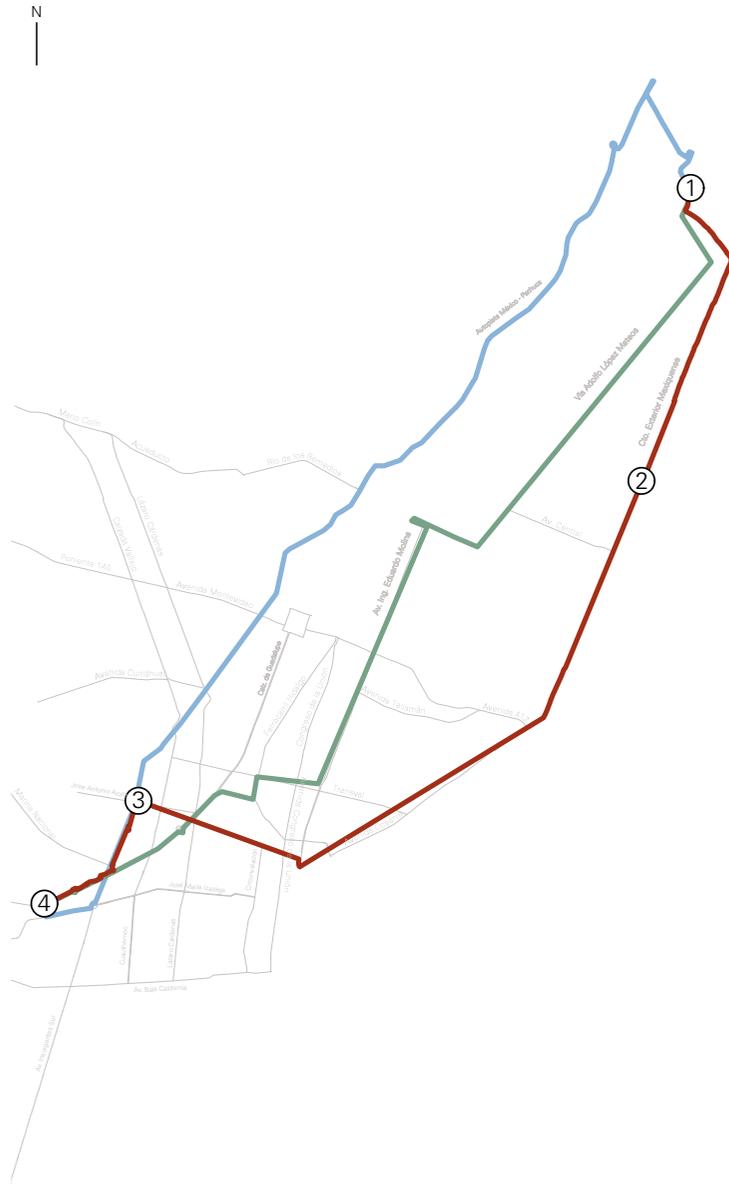


Automóvil Distancia: 24.61 km Velocidad media: 35.16 km/h Costo: \$183.43 MXN Tiempo: 42 min.	Bicicleta Distancia: 25.70 km Velocidad media: 14.02 km/h Costo: \$123.04 MXN Tiempo: 1 hr 50 min.	Transporte público Distancia: 23.80 km Velocidad media: 15.44 km/h Costo: \$107.12 MXN Tiempo: 01 hr 33 min.
--	---	---

Automóvil Distancia: 24.98 km Velocidad media: 45.42 km/h Costo: \$154.06 MXN Tiempo: 33 min.	Bicicleta Distancia: 26.20 km Velocidad media: 18.94 km/h Costo: \$97.20 MXN Tiempo: 1 hr 23 min.	Transporte público Distancia: 23.80 km Velocidad media: 15.6 km/h Costo: \$98.40 MXN Tiempo: 01 hr 24 min.
--	--	---

Viaje 4
Dirección: Ida

Desde: Ecatepec (Mexibús Las Américas)
 Hacia: Reforma Chapultepec (Estela de Luz)



Viaje 4
Dirección: Regreso

Desde: Reforma Chapultepec (Estela de Luz)
 Hacia: Ecatepec (Mexibús Las Américas)

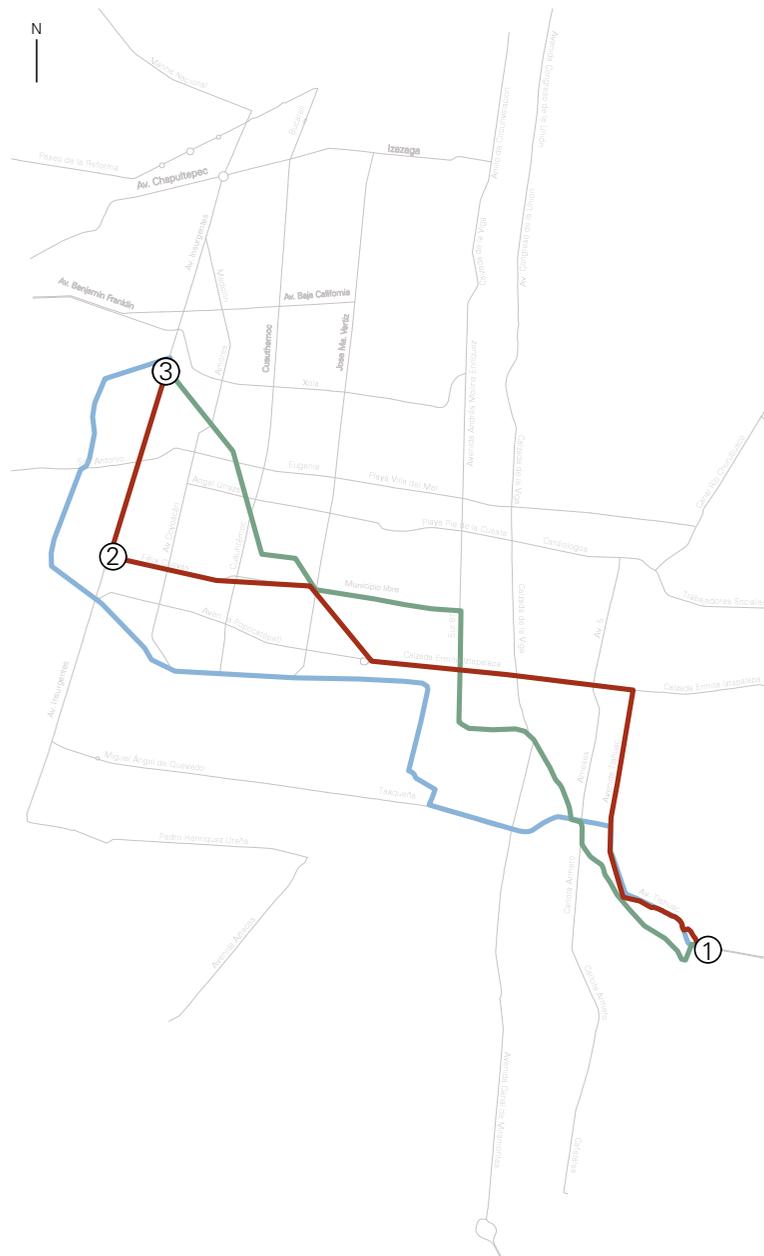


<p>Automóvil Distancia: 36.68 km Velocidad media: 27.89 km/h Costo: \$244.40 MXN Tiempo: 1 hr 19 min.</p>	<p>Bicicleta Distancia: 29.90 km Velocidad media: 17.25 km/h Costo: \$119.91 MXN Tiempo: 01 hr 56 min.</p>	<p>Transporte público Distancia: 30 km Velocidad media: 15.49 km/h Costo: \$130.40 MXN Tiempo: 01 hr 23 min.</p>
--	---	---

<p>Automóvil Distancia: 30.06 km Velocidad media: 30.06 km/h Costo: \$200.57 MXN Tiempo: 1 hr</p>	<p>Bicicleta Distancia: 28 km Velocidad media: 17.14 km/h Costo: \$112.88 MXN Tiempo: 1 hr 38 min.</p>	<p>Transporte público Distancia: 30.8 km Velocidad media: 19.41 km/h Costo: \$111.02 MXN Tiempo: 01 hr 36 min.</p>
--	---	---

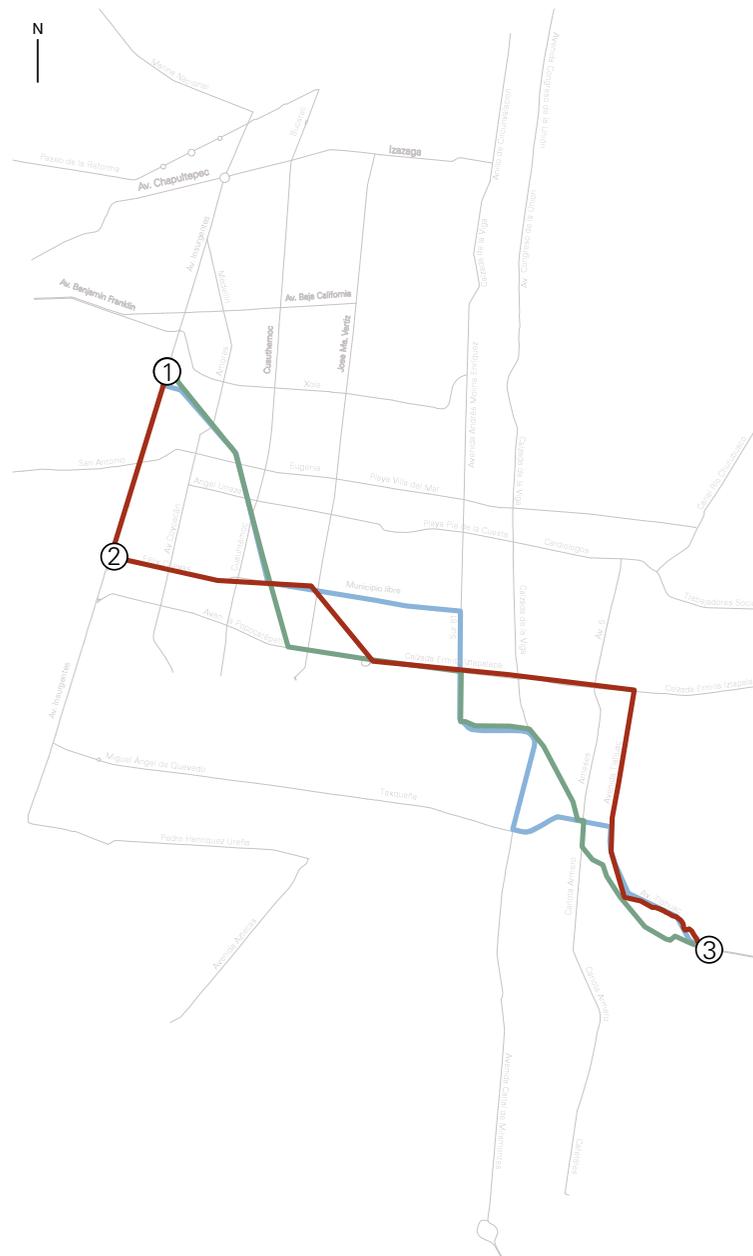
Viaje 5
Dirección: Ida

Desde: Iztapalapa (Lomas Estrella)
 Hacia: Insurgentes sur (Del Valle)



Viaje 5
Dirección: Regreso

Desde: Insurgentes sur (Del Valle)
 Hacia: Iztapalapa (Lomas Estrella)



Automóvil
 Distancia: 16.21 km
 Velocidad media: 17.06 km/h
 Costo: \$117.48 MXN
 Tiempo: 57 min.

Bicicleta
 Distancia: 14.60 km
 Velocidad media: 15.64 km/h
 Costo: \$63.61 MXN
 Tiempo: 56 min.

Transporte público
 Distancia: 13.80 km
 Velocidad media: 10.38 km/h
 Costo: \$88.52 MXN
 Tiempo: 01 hr 20 min.

Automóvil
 Distancia: 16.56 km
 Velocidad media: 18.40 km/h
 Costo: \$115.92 MXN
 Tiempo: 54 min.

Bicicleta
 Distancia: 15 km
 Velocidad media: 16.07 km/h
 Costo: \$63.86 MXN
 Tiempo: 56 min.

Transporte público
 Distancia: 13.70 km
 Velocidad media: 15.24 km/h
 Costo: \$63.33 MXN
 Tiempo: 54 min.

Viaje 6
Dirección: Ida

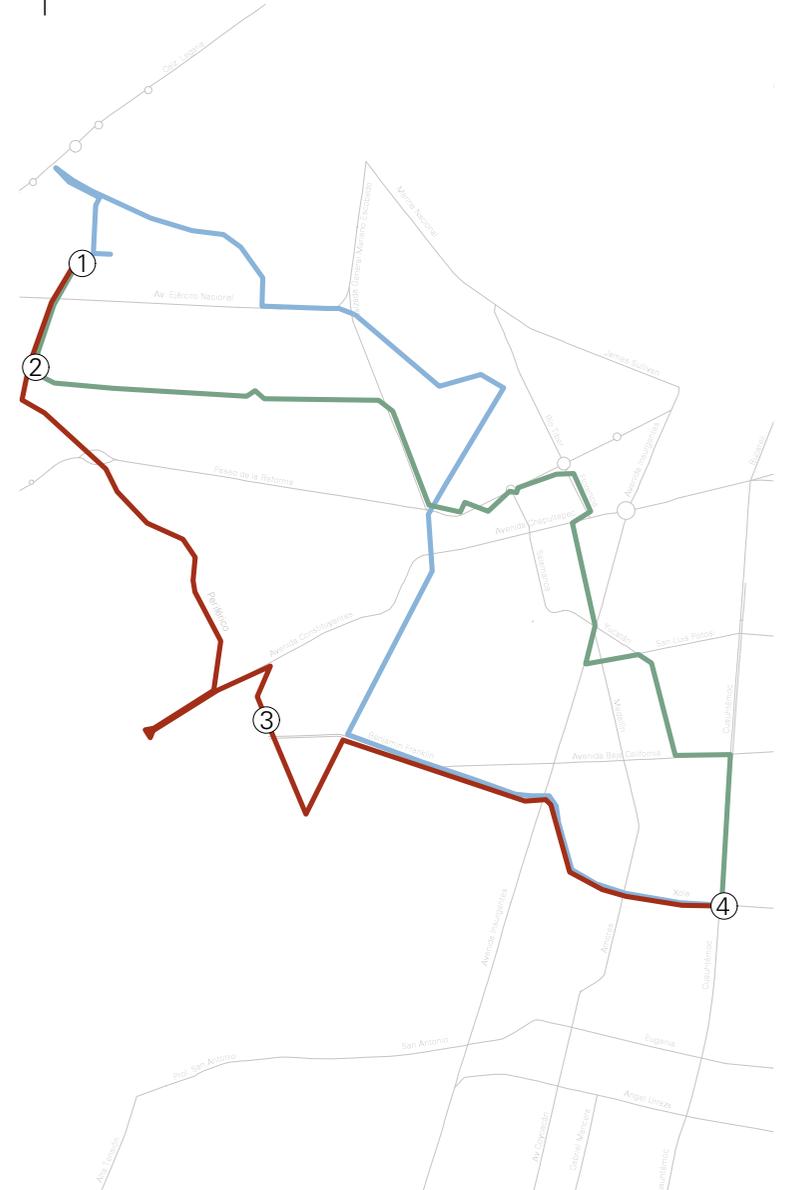
Desde: Narvarte Oriente (Metrobús Etiopia)
 Hacia: Lomas Polanco (Plaza Carso)



<p>Automóvil Distancia: 11.16 km Velocidad media: 14.56 km/h Costo: \$87.43 MXN Tiempo: 46 min.</p>	<p>Bicicleta Distancia: 9.92 km Velocidad media: 9.95 km/h Costo: \$67.40 MXN Tiempo: 1 hr 03 min.</p>	<p>Transporte público Distancia: 10.9 km Velocidad media: 10.1 km/h Costo: \$73.99 MXN Tiempo: 01 hr 05 min.</p>
--	---	---

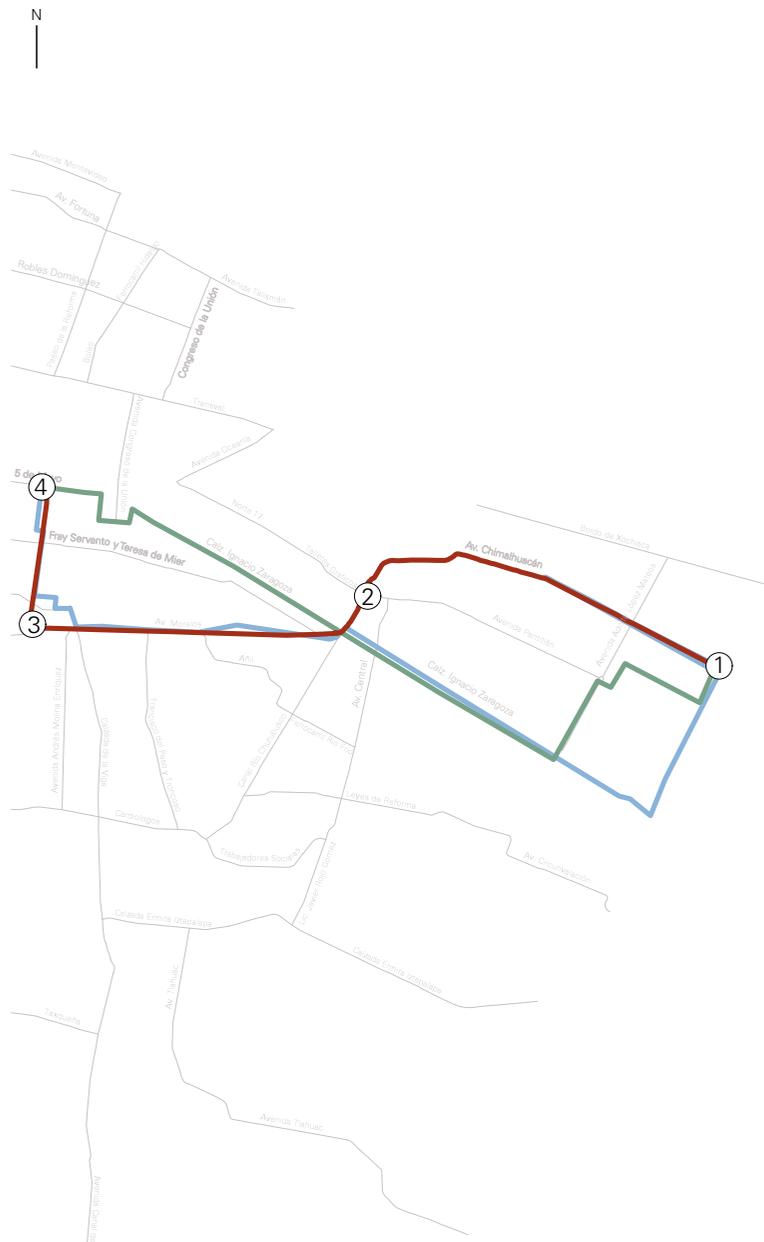
Viaje 6
Dirección: Regreso

Desde: Reforma Chapultepec (Estela de Luz)
 Hacia: Atizapán (Palacio municipal)



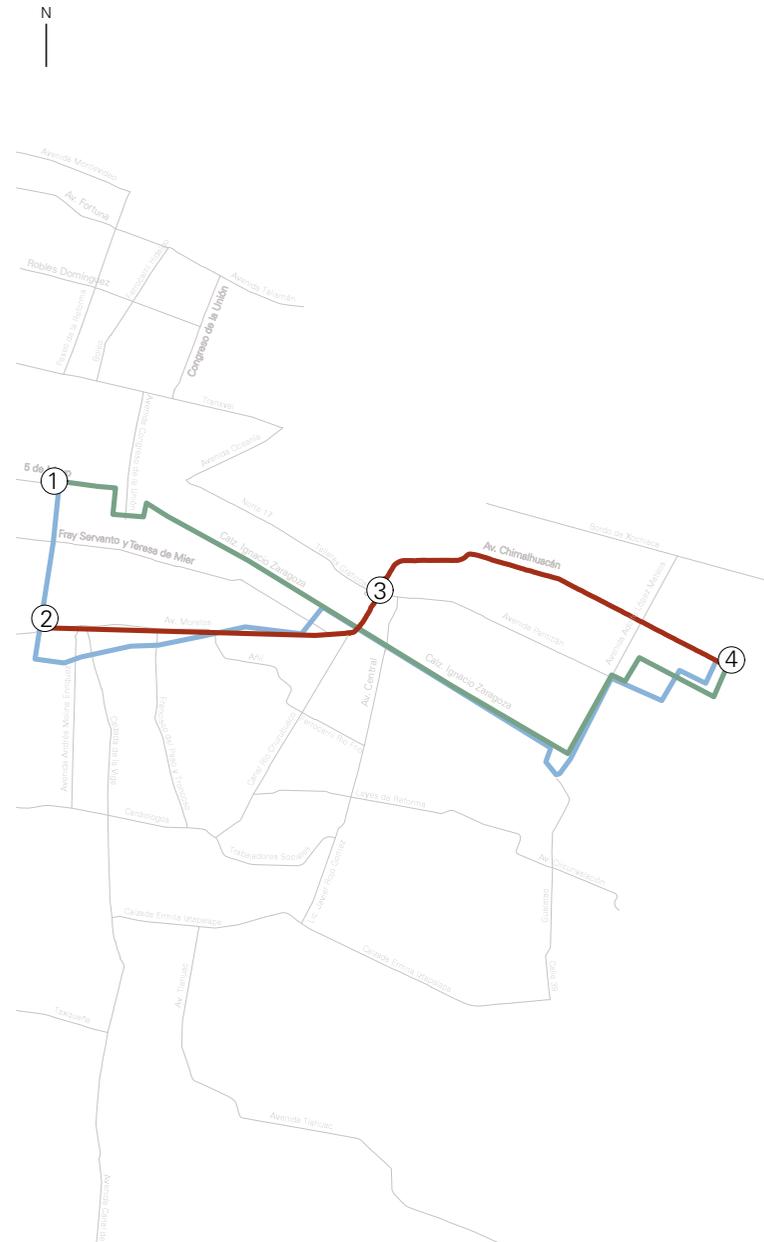
<p>Automóvil Distancia: 11.38 km Velocidad media: 15.88 km/h Costo: \$41.67 MXN Tiempo: 43 min.</p>	<p>Bicicleta Distancia: 10.72 km Velocidad media: 9.19 km/h Costo: \$74.69 MXN Tiempo: 1 hr 10 min.</p>	<p>Transporte público Distancia: 12.25 km Velocidad media: 8.05 km/h Costo: \$99.18 MXN Tiempo: 01 hr 31 min.</p>
--	--	--

Viaje 8
Dirección: Ida
 Desde: Nezahualcóyotl (Mexibús)
 Hacia: Zócalo (Centro histórico)



Automóvil Distancia: 17.68 km Velocidad media: 17.98 km/h Costo: \$125.06 MXN Tiempo: 59 min.	Bicicleta Distancia: 17.60 km Velocidad media: 18.21 km/h Costo: \$67.47 MXN Tiempo: 58 min.	Transporte público Distancia: 12.55 km Velocidad media: 10.2 km/h Costo: \$92.40 MXN Tiempo: 01 hr 24 min.
--	---	---

Viaje 8
Dirección: Regreso
 Desde: Zócalo (Centro histórico)
 Hacia: Nezahualcóyotl (Mexibús)



Automóvil Distancia: 21.57 km Velocidad media: 21.57 km/h Costo: \$140.97 MXN Tiempo: 1 hr.	Bicicleta Distancia: 15.50 km Velocidad media: 17.88 km/h Costo: \$60.31 MXN Tiempo: 52 min.	Transporte público Distancia: 12.45 km Velocidad media: 10.03 km/h Costo: \$81.74 MXN Tiempo: 01 hr 13 min.
--	---	--

Viaje 10
Dirección: Ida

Desde: Tlatelolco (Plaza de las 3 Culturas)
 Hacia: Chapultepec (Estela de Luz)



Viaje 10
Dirección: Regreso

Desde: Chapultepec (Estela de Luz)
 Hacia: Tlatelolco (Plaza de las 3 Culturas)



<p>Automóvil Distancia: 5.96 km Velocidad media: 12.33 km/h Costo: \$50.99 MXN Tiempo: 29 min.</p>	<p>Bicicleta Distancia: 6.08 km Velocidad media: 13.03 km/h Costo: \$31.02 MXN Tiempo: 28 min.</p>	<p>Transporte público Distancia: 7.39 km Velocidad media: 7.68 km/h Costo: \$61.73 MXN Tiempo: 57 min.</p>
---	---	---

<p>Automóvil Distancia: 6.67 km Velocidad media: 19.06 km/h Costo: \$45.96 MXN Tiempo: 21 min.</p>	<p>Bicicleta Distancia: 6.40 km Velocidad media: 14.77 km/h Costo: \$29.29 MXN Tiempo: 26 min.</p>	<p>Transporte público Distancia: 5.92 km Velocidad media: 5.89 km/h Costo: \$10.92 MXN Tiempo: 01 hr</p>
---	---	---

Bibliografía

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2018). *Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México 2017 (EOD 2017)*.

En <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/eod/2017/>, última consulta agosto 2018.

Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (2018). *Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2018*. En <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=450&IdBoletin=169>, última consulta agosto 2018.

Transport for London (TfL) (2011). *Analysis of Cycling Potential: Policy Analysis Research Report*.

En <http://content.tfl.gov.uk/analysis-of-cycling-potential.pdf> última consulta agosto 2018, última consulta agosto 2018.

Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP) (2011). *Ciclociudades: Manual Integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas*.

ITDP (2012). *Transformando la movilidad urbana en México: Hacia ciudades accesibles con menor uso del automóvil*. En <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Transformando-la-movilidad-urbana-en-Mexico2.pdf>, última consulta agosto 2018.

