

## Equilibrio de largo plazo y cambio modal en el transporte público en ciudades mexicanas

Ignacio Javier Cruz Rodríguez \*  
Eduardo Gamaliel García Terán \*\*

### Resumen

*La movilidad de grandes ciudades se caracteriza tanto por los hábitos de viaje de las personas, que deciden la modalidad que utilizarán para sus desplazamientos, como por posibles cambios de dicha modalidad de transporte. Se analiza la relación de largo plazo entre los pasajeros transportados y la producción de servicios de transporte para cinco modalidades en tres ciudades mexicanas, que se complementó con la estimación de un vector de corrección de errores que caracteriza al cambio modal. Los resultados indican la existencia de una relación de equilibrio de largo plazo y diferentes tiempos de retorno al equilibrio para cada modalidad.*

**Palabras clave:** Cambio modal, cointegración, México, transporte urbano.

### Abstract

#### *Long term equilibrium and modal shift in public transport on Mexican cities*

*Mobility in large cities is characterized both by people's travel habits, who decide the mode they will use for their trips, and by possible changes in that mode of transportation. We analyze the long-run relationship between passengers transported and the production of transport services for five modes in three Mexican cities, which was complemented with the estimation of an error correction vector that characterizes modal shift. The results indicate the existence of a long-run equilibrium relationship and different return times to equilibrium for each mode.*

**Key words:** Cointegration, modal shift, urban transport, Mexico.

JEL Classification: R40, R1, C01

\* Catedrático CONACYT asignado al Centro de investigaciones Socioeconómicas (CISE) de la Universidad Autónoma de Coahuila.  
rodriguez.ignacio@uadec.edu.mx  
Orcid.org/ 0000-0003-4889-5838

\*\* Estudiante de la Maestría en Economía Regional del CISE  
eduardo\_ggt@hotmail.com

## *1. Introducción*

El sector transporte juega un papel sumamente importante en el funcionamiento de las zonas urbanas, toda vez que articula tanto las relaciones productivas como de otra índole al interior de las ciudades. Tal movimiento puede ser abordado de distintas formas y con diferentes métodos. En esta investigación se buscó indagar sobre las decisiones que toman los individuos en un ambiente urbano, respecto de la modalidad que utilizan para llevar a cabo sus desplazamientos, particularmente, se investigó el impacto que pueden tener las decisiones mencionadas en la producción de servicios de transporte en un horizonte temporal de largo plazo. Además, bajo el concepto de cambio modal, se busca cuantificar el tiempo que los usuarios de una modalidad tardan en regresar a su modalidad habitual, una vez que por alguna razón decidieron cambiarla.

El análisis de la movilidad puede iniciar desde el punto de vista de la demanda, en donde la necesidad de movilidad de las personas, afecta la decisión de la modalidad de transporte que utilizarán. Los ciudadanos buscan la manera más eficiente de transportarse, eligiendo una modalidad cuyo problema es conocido como la elección modal, es decir, la decisión de utilizar un medio u otro que optimice su comodidad, minimice el tiempo de traslado y el gasto a realizar, además de incluir otros factores como, si viaja solo o acompañado o los tiempos de espera de abordaje. Una vez que se ha tomado la decisión, la producción de servicios de transporte se ve impactada, es decir, se afecta la oferta del servicio, dado que la cantidad de pasajeros forma parte de las variables que los tomadores de decisiones consideran, para producir servicios de transporte.

En este punto, conviene introducir el aspecto temporal debido a que, si un usuario toma la misma decisión sobre qué medio tomar en repetidas ocasiones, se puede deducir que su elección es permanente y se podrá estar frente a la formación de un hábito (Cass y Faulconbridge, 2016), implicando una decisión estable en el tiempo por parte de los usuarios. Las modalidades de transporte existentes representan el lado de la oferta que depende, en buena medida, del tamaño de la ciudad, de su

configuración y de la distribución en el espacio. Al mismo tiempo que las ciudades crecen, se pueden ir incorporando nuevas modalidades que abren el abanico de opciones para los usuarios (Alcántara, 2010). En un escenario de varias modalidades, los usuarios pueden optar por cambiar de decisión y tomar otra modalidad o modalidades, es decir, se puede presentar una situación de modificación de la decisión habitual de los usuarios, por lo cual es prudente preguntarse, si tales usuarios regresan a utilizar la modalidad que tomaban previamente al cambio y cuantificar el tiempo que los usuarios tardan en volver a su elección habitual.

El cambio modal es un concepto clave en contextos urbanos para evaluar políticas públicas, pero normalmente es usado en escenarios temporales de corto plazo y para cambios modales permanentes como puede verse en Batty *et al.* (2015), Ma *et al.* (2020) y Das *et al.* (2021), cuyo principal aporte es focalizar el cambio modal temporal.

Para desarrollar las ideas mencionadas, este artículo se divide en secciones. En la primera, se revisa la bibliografía y se presenta el marco de referencia representando las bases de los conceptos centrales de la investigación, las cuales son: el concepto de movilidad (en el que se aborda la decisión de los usuarios al elegir un medio de transporte), el cambio modal y la producción de servicios de transporte. En la segunda parte se realiza una revisión de la clasificación del transporte público y las estadísticas disponibles. En la tercera, se lleva a cabo un análisis econométrico de cointegración y estimación de un modelo de corrección de errores. Por último, se presentan las conclusiones.

## ***II. Decisiones sobre movilidad: una revisión de la literatura.***

En este apartado se revisan cuatro conceptos (movilidad, decisión de usuarios, cambio modal y producción de servicios de transporte), que resultan fundamentales para sustentar las bases de la aplicación empírica, que se plantea en esta investigación.

El primer concepto por abordar es el de movilidad. La movilidad urbana es definida por el Banco de Desarrollo de América Latina (2013), como un factor determinante para la productividad económica de la ciudad, como también para la calidad de vida de sus ciudadanos y el acceso a servicios básicos de salud y educación. Aguirre (2017), agrega que la acción de movilidad permite acercar a las personas de forma práctica a los centros de servicios y producción. La movilidad urbana, es también un desafío que presentan las grandes ciudades, ya que el desplazamiento de millones de personas es un factor que impacta en su calidad de vida, por lo que se convierte en un reto para la administración ciudadana que lo afronte.

Por su parte, la Comunidad de Madrid (2013), define la movilidad como la necesidad o el deseo de los ciudadanos de desplazarse y agrega que, debido a esto, la movilidad es un derecho social, que es necesario preservar y garantizar de forma igualitaria; desde este punto de vista, la movilidad urbana se refiere al desplazamiento de las personas o mercancías de un lugar a otro dentro de una determinada ciudad, esta acción es también una forma de satisfacer necesidades. Por su parte, Lazo (2008) plantea la movilidad como una condición necesaria en la vida cotidiana de los individuos y como una posibilidad que permite gozar de las oportunidades que brinda la ciudad, pero también señala que el desplazamiento en las ciudades, condiciona el acceso a la vivienda, el trabajo, la educación, cultura, salud y en gran parte a las relaciones sociales. Por lo cual, el transporte es una necesidad básica, que genera la conexión urbana necesaria para su desenvolvimiento.

Otros autores como Jaramillo *et al.* (2012), afirman que la movilidad es una variable que mide el número de veces que se trasladan de un lugar a otro las personas o las mercancías dentro de un sistema que incluye el espacio, tiempo y la forma en que se transportan; al tiempo que Miralles-Gaushch y Cebollada (2003) definen la movilidad como una actividad urbana relacionada con las distribuciones, la forma de las ciudades, el diseño del espacio, el desplazamiento de las personas, los medios que utilizan y dan solución a la necesidad de conexión urbana, por lo que la

movilidad integra una serie de elementos que se encuentran preestablecidos y que se lleva a cabo con base en dichas condiciones. En este sentido, Rodríguez (2016) indica que para solventar la necesidad de desplazarse de un lugar a otro, por cualquier motivo, se requiere de un medio de transporte eficaz, que cumpla con el objetivo y facilite la realización de esta actividad.

Es necesario aclarar que la movilidad engloba varios factores que, según Rodríguez (2016), es una combinación de diversos elementos como la infraestructura, unidades móviles y reglas de operación. En este sentido, el Banco de Desarrollo de América Latina (2013), indica que la movilidad es una acción que engloba varios aspectos, que deben abordarse para poder entender y gestionar una buena movilidad urbana. Primeramente, para que exista una exitosa movilidad se debe contar con la infraestructura necesaria para que se lleven a cabo los desplazamientos; en segundo lugar, se debe contar con leyes y normas de tránsito que regulen la movilidad urbana; como tercer elemento, una buena seguridad vial, ya que las condiciones de movilidad dan pie a que se presenten accidentes a la hora de realizar dicha acción.

La movilidad también, implica que las personas toman decisiones respecto de hacer o no un viaje, el destino al que irán, la elección del modo de transporte que van a utilizar y la ruta que tomarán. De estos, el que interesa profundizar, es la elección de la modalidad para realizar sus viajes. Para comprender los desplazamientos urbanos y qué tipo de transportes se utilizan para llevarlos a cabo, es importante entender que la composición de las ciudades está directamente relacionada con el tamaño de esta y con las actividades económicas que en ella se realizan, además de que tanto la estructura de la ciudad como la distribución de las actividades en el espacio, son factores que influyen en la decisión de movilidad de las personas (Alcántara, 2010).

Los factores que determinan el uso de las diferentes modalidades, suelen ser la distancia para recorrer, la hora en que van a realizar el viaje, si van solos o acompañados, el costo de transportarse, los tiempos de espera y la comodidad con

la que desean hacerlo. Otro aspecto de suma importancia es el tiempo de traslado: al respecto, Rouwendal y Nijkamp (2004) realizaron un estudio, donde concluyen que el valor del tiempo de viaje para personas que se desplazan para trabajar, es la variable de mayor importancia, por lo cual el uso de modalidades más veloces y en las que hay menos tiempos de espera son las más utilizadas. La distancia es abordada por diversos autores como Buehler (2011), Schwanen *et al.* (2004), Alcántara (2010) y Galán (2005), quienes coinciden en integrar al costo del viaje como variable importante, dado que recorrer mayores distancias requiere un mayor gasto. En general, la valoración de cada modalidad que hacen los usuarios, depende de la utilidad y las ventajas que pueden obtener de cada una de ellas (Galán, 2005).

Cabe mencionar, que la suma de todos los individuos que se deciden por una modalidad, en el lapso de cierto periodo de tiempo, se denominará en adelante “decisiones agregadas”, que tomará importancia dado que la estadística disponible se expresa en totales de usuarios. Además, éstas decisiones agregadas, formarán la demanda que hacen los usuarios del servicio de transporte de su preferencia.

Según Alcántara (2010), dentro de los factores determinantes influyen también hábitos distintivos de cada grupo socioeconómico, debido a que las personas de menor edad suelen desplazarse acompañadas de personas de más edad, al tiempo que los hombres usan modos motorizados más a menudo que las mujeres. Por último, el alcance en términos de diversas zonas dentro de las ciudades que presenten las modalidades, suele ser una variable que afecta la demanda de viajes por esa modalidad si, además, las modalidades que brindan un menor tiempo de traslado, tienden a ser los más usados por la población (Universidad Nacional de Cuyo, 2017).

El tipo de transporte que utilicen los usuarios, está también ligado a variables como el ingreso, ya que es común encontrar que las personas de menores ingresos deciden utilizar transporte público<sup>1</sup>, mientras que las de mayores ingresos utilizan

---

<sup>1</sup> El sistema de transporte público se define como el servicio de transporte en una ciudad que puede ser utilizado por cualquier persona para trasladarse de un lugar a otro a cambio de una tarifa monetaria.

modalidades privadas. Esta situación se comprobó para ciudades de América Latina, en donde Rodríguez (2016) estudió deciles de distribución del ingreso y confirmó que las personas de bajos recursos, utilizaron medios públicos.

Al respecto, Lazo (2008) menciona que el transporte público también tiene cierta relevancia en términos de distribución del ingreso porque es el único medio que permite el acceso a la movilidad en las capas sociales menos favorecidas, la inclusión a los espacios centrales donde se encuentran los centros de trabajo, aumenta la inclusión social y genera cohesión entre los ciudadanos, sin embargo, para las personas que dependen exclusivamente de este medio, las condiciones de movilidad pueden representar un costo muy elevado en tiempo y comodidad pues su saturación es mayor que el transporte privado.

El transporte público se ha presentado desde sus inicios como uno de los medios más importantes que sostiene la movilidad, ya que resulta muy conveniente para los usuarios debido a que el precio es normalmente bajo comparado con el privado<sup>2</sup>. Además, destaca por la vinculación que genera entre las principales áreas de interés y suele estar vinculado a los principales orígenes destino de las ciudades y tienen también la característica de estar conectados con otras modalidades públicas, que pueden tener mayor conectividad dado que utilizan vías exclusivas, que pueden coadyuvar a disminuir los tiempos de traslado.

Según Fajardo y Gómez (2015), los costos de poseer y mantener alguna modalidad de transporte privado son mayores, por lo que podrían tener el efecto de aumentar la probabilidad de utilizar el transporte público, debido a que las personas buscan transportarse al menor costo posible. Es por ello, por lo que en muchas ciudades el medio más utilizado es el público: al respecto Buehler (2011) compara la movilidad entre países de alto nivel de ingreso (Alemania y Estados Unidos) y encuentra que los estadounidenses, dependen en mayor medida del automóvil que los alemanes.

---

<sup>2</sup> El transporte público también llamado colectivo es comprendido por aquellos medios que permiten el traslado masivo de personas de un lugar a otro de la ciudad y que son regulados u operados por un organismo estatal; se considera público desde la perspectiva jurídica por ser un servicio de interés para la sociedad en general, independientemente de quien realice su prestación (García-Schilardi, 2014).

El tercer punto por analizar es el de cambio modal. Al existir diversas modalidades de transporte al interior de una ciudad, puede darse la situación en la cual el usuario tenga diversas posibilidades para elegir una para trasladarse<sup>3</sup>. La existencia de varias modalidades, puede implicar la presencia de competencia entre las modalidades llamada competencia intermodal. Este tipo de competencia expresa, que existen diferentes modos de transporte, por las cuales los usuarios pueden moverse. De acuerdo con Figueroa (2005), las variadas modalidades en las que se divide el transporte urbano forman una asociación productiva, que va de acuerdo con el desarrollo del entorno económico, en el que se desempeñan implicando que más desarrollo, conlleva más modalidades operando y más sistemas de transporte. La utilización de otro medio de transporte al que normalmente utilizan los usuarios, suele llamarse cambio modal y se puede clasificar en dos formas: el cambio modal temporal y el cambio modal permanente o definitivo. El temporal se presenta cuando los usuarios, toman otra modalidad a la que usualmente utilizan solo por unas cuantas veces, ya sea días o semanas para luego regresar a su modalidad habitual, mientras que el permanente o definitivo sucede cuando los usuarios, dejan de utilizar una modalidad y comienzan a usar otra con mucha frecuencia, de manera que ya no regresan a la modalidad anterior o lo hacen esporádicamente.

El cambio modal temporal, en palabras de Arnold y Rietveld (2010), puede llevar a un ajuste de percepciones en los viajeros, que desencadena en un cambio de actitud hacia las modalidades alternativas de transporte, de forma que es posible una adopción de un nuevo patrón de viaje en los usuarios. En este sentido, la Universidad Nacional del Cuyo (2017), indica que cuando se incorporan nuevas modalidades de transporte, los medios tradicionales presentan una ligera caída en su demanda; sin embargo, si el medio original cuenta con características que le brinden al usuario ventajas, los usuarios tienden a reutilizarlo, es decir, regresan a su decisión habitual.

---

<sup>3</sup> Puede darse la situación en que los usuarios utilicen también dos o más modalidades de transporte para cubrir una misma ruta.



Es necesario mencionar que el cambio modal requiere de previa inversión de infraestructura, para que operen otras modalidades de transporte. Esta inversión proviene en ocasiones como justificación, cuando las modalidades existentes generan externalidades negativas como la contaminación ambiental y auditiva o cuando se hace un uso ineficiente del espacio público (Jaramillo *et al.* 2012). Una vez que ha entrado al mercado una nueva modalidad de transporte, suele haber un ajuste con el resto de las modalidades que parece mitigarse a largo plazo. Al respecto, Albalade, Bel y Fageda (2015) monitorearon el cambio modal de una ruta en la que el ferrocarril, fue la modalidad de reciente ingreso que competía con el transporte aéreo; los autores encontraron que el aumento constante de pasajeros que capturaba la nueva modalidad (ferrocarril), solo ocurrió en los primeros años de operación para después estabilizarse. Es decir, al ingresar una nueva modalidad, las participaciones porcentuales de pasajeros pueden moverse, pero tienden a estabilizarse con el paso del tiempo.

Por otro lado, es necesario señalar que existen resistencias al cambio modal. Según Pérez (2013), los propietarios de automóviles presentaron una mayor resistencia al cambio, pues solamente 54% de ellos mencionó, en una encuesta, estar dispuesto a cambiar el auto por otro medio. Según el mismo autor, los usuarios de transporte público de la Ciudad de México, se mostraron dispuestos a cambiar en un 66% a otro medio como las bicicletas.

En este punto, se hace necesario distinguir entre el cambio modal temporal que puede provenir del lado de la demanda y el que proviene del lado de la oferta. Del lado de la demanda, pueden existir algunas situaciones que modifiquen las decisiones diarias de los individuos, por ejemplo, durante periodos vacacionales de personas que realizan viajes por motivos laborales y/o escolares que pueden cambiar sus desplazamientos y/o rutas cotidianas pudiendo, por tanto, cambiar temporalmente de modalidad, pero que se esperaría que regresaran a sus decisiones habituales. Otra situación reciente fue el confinamiento impuesto por la pandemia de COVID-19 que, como lo documentan Sinko *et al.* (2021), generó el cambio modal del transporte público al privado, particularmente, al uso del automóvil,

posiblemente porque las personas se sienten más seguras en sus autos al no entrar en contacto con otras. Los autores esperan que dicho cambio no sea permanente.

Por el lado de la oferta, existe una razón que puede forzar al cambio modal temporal que se da cuando una modalidad determinada se cierra temporalmente, ante una situación de reparación o mantenimiento<sup>4</sup> de la infraestructura que utilizan para operar. Este hecho genera que la modalidad no opere y obligue al usuario a cambiar de modalidad temporalmente, pero se esperaría que en algún momento los usuarios regresaran a tomar su decisión habitual. Como se ha visto, el cambio modal temporal, puede generar desequilibrios que se traducirán en modificaciones en la demanda (cantidad de pasajeros) y oferta (producción de servicios de transporte) que cabe esperar que regrese al equilibrio.

Para terminar este apartado se revisará el cuarto punto: la producción de los servicios de transporte. De acuerdo con De Rus, Campos y Nombela (2003), la producción máxima de viajes que puede realizar una modalidad de transporte toma como insumo al tiempo de recorrido de los usuarios utilizando un lugar de espacio dentro del medio de transporte. Esta relación es muy importante porque relaciona la oferta de servicios de transporte con su demanda, pues una vez que los usuarios han decidido la modalidad que usarán para sus traslados, gastarán su tiempo disponible en trasladarse. Aquí se hace explícita, la presencia de usuarios en el equipo móvil. Esto significa que la producción de servicios de transporte, reacciona a su demanda de manera que una mayor cantidad de usuarios, que deciden viajar por una modalidad requiere una mayor producción del servicio y una menor cantidad de usuarios incentiva una menor producción de servicios.

Esta relación resulta importante en dos temas. El primero, es que la oferta de transporte puede reaccionar a su demanda, pero podría no hacerlo debido, por ejemplo, a la capacidad de llenado de personas que traslade. Es decir, un medio de transporte, puede no aumentar su producción de viajes, aunque aumente la

---

<sup>4</sup> Posiblemente generadas por accidentes, desastres naturales o por desgaste natural asociado al uso.

demanda, si puede satisfacerla con un mayor llenado de personas en cuyo caso aumentarían los pasajeros transportados, pero no incrementaría el número de viajes o los kilómetros recorridos. Pero, si esta demanda resulta de gran volumen, entonces, sí podría incrementar el número de viajes o los kilómetros recorridos porque, al verse saturados los vehículos existentes, se requeriría de un incremento en el número de estos, lo que se traduciría en un mayor número de viajes o de kilómetros recorridos.

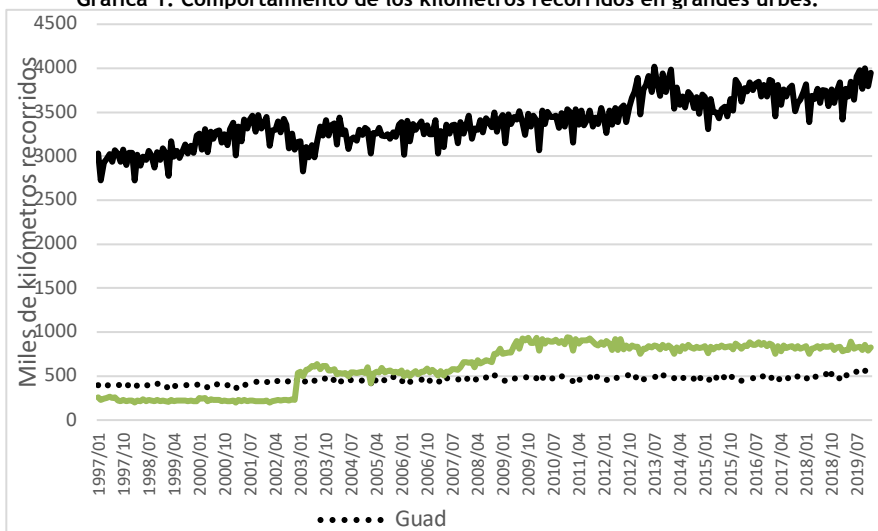
En segundo lugar, si esta relación se puede estimar en el largo plazo, ofrece información importante para los planeadores del transporte, pues indicaría que las posibles inversiones en nuevas modalidades o la inversión en reparación de infraestructura y equipo podrían ser viables en dicho periodo.

### ***III. La relación de largo plazo: un análisis econométrico.***

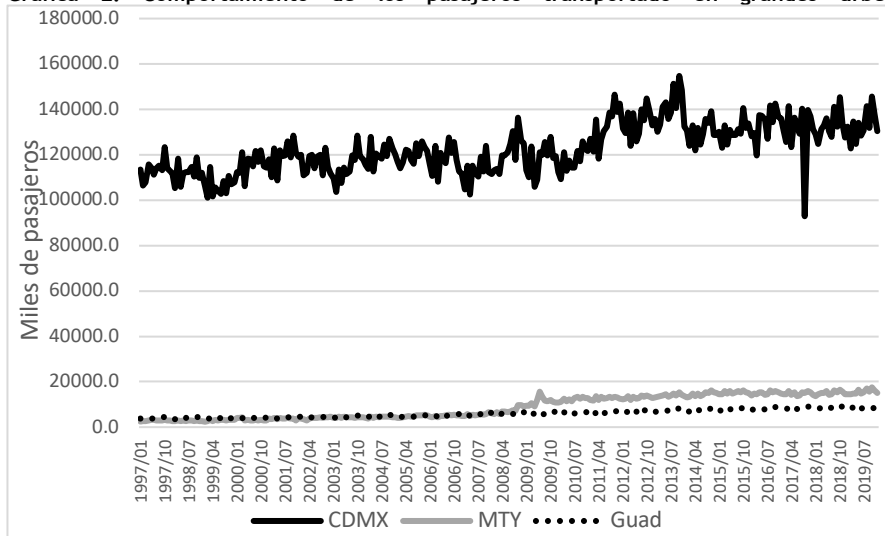
Cuando los usuarios deciden agregadamente utilizar cierta modalidad de transporte, se convierten en la demanda que tomarán las modalidades para producir su servicio de transporte. Si las personas toman esta decisión constantemente, se estará ante la presencia de una decisión habitual, la cual se supone tiene la característica de haberse repetido, es decir, es una decisión constante. En esta sección se busca aplicar un análisis de cointegración para buscar relaciones de equilibrio de largo plazo, que puedan reflejar la relación de las decisiones habituales de los usuarios y la producción de servicios de transporte de las modalidades involucradas, cuya clasificación se puede observar en la figura 1. Posteriormente, se retoma el concepto de cambio modal temporal que, como se mencionó en el segundo apartado, significa que los usuarios deciden utilizar otra modalidad por algún tiempo, pero regresan a su modalidad habitual. En términos econométricos esto significa que las decisiones de los usuarios, se pueden desviar en el corto plazo, pero pueden regresar al equilibrio de largo plazo. Por ello, se busca estimar un modelo de corrección de errores que indicaría la desviación de corto plazo.

Antes de seguir explicando las líneas econométricas conviene presentar las gráficas, tanto de los pasajeros transportados como de los kilómetros recorridos en las grandes ciudades. En la gráfica 1 se puede observar el comportamiento de los kilómetros recorridos, mientras que en la gráfica 2, se observa el número de pasajeros. Resalta la primacía de la Ciudad de México (CDMX) sobre las otras urbes en ambas variables. También se observa que, al inicio del periodo estudiado, las ciudades de Guadalajara y Monterrey, tenían niveles parecidos en ambas variables, pero con el paso del tiempo, Monterrey ha ido incrementado sus niveles por encima de Guadalajara.

Gráfica 1. Comportamiento de los kilómetros recorridos en grandes urbes.



Fuente: elaboración propia con datos INEGI

**Gráfica 2. Comportamiento de los pasajeros transportado en grandes urbes.**

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

Se aprecia que la series no tienen marcada estacionalidad. Esto puede deberse a que, a diferencia de las series de pasajeros transportados o kilómetros recorridos de las de transporte turístico, dado su marcado factor estacional, las de tiempo en ciudades muestran constante movilidad.

El análisis econométrico que se lleva a cabo en esta sección consta de tres pasos sucesivos e interrelacionados. Inicialmente se les aplicó logaritmos naturales a las series “pasajeros transportados” y “kilómetros recorridos” por cada modalidad para cada uno de los medios a analizar en las tres diferentes ciudades. El número de pasajeros transportados es *proxy* al tiempo que los usuarios utilizan en trasladarse, que es idealmente la variable de interés. Cabe detenerse a explicar esta situación. Una vez que cada usuario decidió la modalidad que toma para realizar su viaje, pasa cierta cantidad de tiempo en el medio de transporte escogido; algunos pasan más que otros dependiendo de las distancias que cada uno recorre y otros factores como el tráfico, implicando que la cantidad de tiempo que invierten en su traslado los convierte en pasajeros de la modalidad que ellos mismos decidieron. Es por ello por

lo que, ante la falta de estadística del tiempo que cada pasajero usó en su traslado, se usará la cantidad de pasajeros. Por su parte, la producción del servicio de transporte está representada por los kilómetros recorridos por cada modalidad. Ambas tienen periodicidad mensual en todas las modalidades. Posteriormente, se realiza la prueba de raíz unitaria a cada serie, para determinar si son o no estacionarias. A las series que pasen esta prueba se les aplica la prueba de cointegración, que indique la existencia de una relación de equilibrio de largo plazo y, finalmente, se estima un mecanismo de corrección de errores (MCE) que permite cuantificar cuán grande es la desviación del equilibrio.

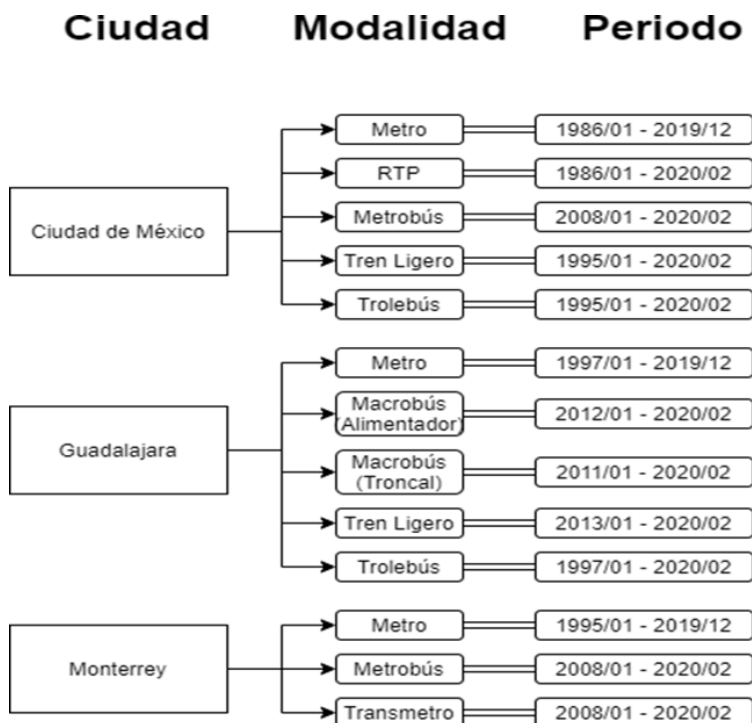
Respecto a la prueba de raíz unitaria se busca demostrar para todas las series: **(1)**  $H_0$ , la trayectoria de la serie cuenta con raíz unitaria, es decir, es no estacionaria y también llamada  $I(1)$ ; **(2)**  $H_a$ , la serie presenta estacionariedad en niveles, es decir, es  $I(0)$ .

Una vez corroborado el orden de integración de las variables, se puede proceder al análisis de cointegración. A este respecto se utilizó el método de Johansen que utiliza dos pruebas: el máximo eigenvalor y el estadístico de la traza, para después estimar un modelo de corrección de error cuya ecuación para series cointegradas se puede expresar, según Engle y Granger (1987), como:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_1 \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \delta_i \Delta X_{t-i} + \varphi Z_{t-1} + u_t \quad (1)$$

Donde  $y_t$  son los kilómetros recorridos por cada modalidad,  $x_t$  es el número de pasajeros que transporta cada modalidad,  $\Delta$  es el operador de primeras diferencias y  $u_t$  una perturbación estocástica. El coeficiente del MCE,  $\varphi$ , representa la velocidad de ajuste, ya que mide la velocidad a la cual  $Y$  regresa al equilibrio ante cambios en  $X$ .

Figura 1. Ciudades, modalidades y periodos a analizar.



Fuente: elaboración propia.

Para el presente documento se contó con la información por parte del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) para las tres principales ciudades (Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey) en la figura 1 se puede observar los años que se utilizaron, ya que cada modalidad presenta fecha de inicio de operación diferente y, por ello, el tiempo que abarca cada serie es también diferente.

Tabla 1. Prueba de raíz unitaria para sistemas de transporte colectivo

		ADF			PP		
		A	B	C	A	B	C
CDMX	LnKmCdmx	-2.55	-3.3	1.92	2.81	-14.02*	1.93
	$\Delta$ LnKmCdmx	-10.49*	10.52*	-9.9*	-72.97*	-74.54*	-67.91*
	LnPasCdmx	-2.83	-2.14	0.39	-13.03*	-15.4*	0.45
	$\Delta$ LnPasCdmx	-23.14*	-23.11*	-11.81*	-54.77*	-54.69*	-52.57*
GDL	LnKmGDL	-2.85	-2.77	0.83	-7.31*	-14.45*	0.73
	$\Delta$ LnKmGDL	-11.68*	-11.65*	-11.43*	-73.56*	-73.86*	-64.52*
	LnPasGDL	-1.55	-1.59	1.13	-1.73	-12.75*	1.22
	$\Delta$ LnPasGDL	-14.02*	-14*	-13.89*	-80.87*	-80.39*	-49.97*
MTY	LnKmMTY	-1.06	-1.47	1.25	-1.1	-2.26	1.03
	$\Delta$ LnKmMTY	-26.7*	-26.66*	-26.63*	-25.8*	-25.79*	-25.53*
	LnPasMTY	-0.69	-2.71	1.6	-0.52	-3.96	1.69
	$\Delta$ LnPasMTY	-12.07*	-12.06*	-27.74*	-31.83*	-31.81*	-29.42*

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Geografía (INEGI).

Nota: Los datos señalados con \* indican rechazo de la hipótesis nula al 5% de nivel de significancia. La hipótesis nula se basa en que la variable cuenta con raíz unitaria y la alternativa indica que son estacionarias. El modelo "A" indica que se incluye en la ecuación el término constante, en "B" se incluye el término constante y la tendencia y el "C" no se incluye ni tendencia ni constante.

Los resultados de la prueba de raíz unitaria realizada para metros, se presentan en la tabla 1 e indican que no puede rechazar la hipótesis nula, es decir, las variables son todas I(1), por lo cual se les aplicó primeras diferencias y los resultados indicaron que son variables I(0). Esto se comprobó tanto para Dickey-Fuller como para Phillips-Perron.



Tabla 2. Prueba de raíz unitaria para trenes ligeros

		ADF			PP		
		A	B	C	A	B	C
CDMX	Ln kmCDMX	-3.99	-4.04*	0.06	-6.03*	-6.36*	-0.01
	$\Delta$ Ln kmCDMX	-9.64*	-9.71*	-9.66*	-29.38*	-29.44*	-29.44*
	Ln pasjCDMX	-2.16	-2.99	0.16	-4.32*	-6.18	0.41
	$\Delta$ Ln pasjCDMX	-14.54*	-14.58*	-14.57*	-39.18*	-38.93*	-39.2*
GDL	Ln kmGDL	-1.25	-2.14	0.74	-1.3	-2.58	0.68
	$\Delta$ Ln kmGDL	-10.77*	-10.7*	-10.76*	-10.89*	-10.82*	-10.85*
	Ln pasjGDL	-1.04	-1.33	1.07	-1.01	-1.87	0.71
	$\Delta$ Ln pasjGDL	-11.8*	-11.75*	-11.73*	-11.69*	-11.65*	-11.55*

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Geografía (INEGI).

Nota: Los datos señalados con \* indican rechazo de la hipótesis nula al 5% de nivel de significancia. La hipótesis nula es que la variable cuenta con raíz unitaria y la alternativa indica que la serie es estacionaria. El modelo "A" indica que se incluye en la ecuación el término constante, en "B" se incluye el término constante y la tendencia y el "C" no se incluye ni tendencia ni constante.

Para el caso de trenes ligeros y trolebuses, los resultados de las pruebas se presentan en las tablas 2 y 3. En ambos casos los resultados fueron iguales, indicando que no se rechaza hipótesis nula.

Tabla 3. Prueba de raíz unitaria para trolebús

		ADF			PP		
		A	B	C	A	B	C
CDMX	LnKmCdmx	-0.97	-2.97	-0.77	-1.41	-3.99*	-0.67
	$\Delta$ LnKmCdmx	-25.15*	-25.15*	-25.16*	-25.56*	-25.71*	-25.42*
	LnPasCdmx	-2.19	-2.73	-0.68	-2.39	-3.15	-0.65
	$\Delta$ LnPasCdmx	-21.42*	-21.39*	-21.44*	-21.38*	-21.35*	-24.44*
GDL	LnKmGDL	-1.23	-2.55	-0.86	-1.28	-2.71	-0.85
	$\Delta$ LnKmGDL	-16.65*	-16.63*	-16.64*	-16.65*	-16.63*	-16.64*
	LnPasGDL	-1.37	-4.28*	-1.36	-2.16	-6.06*	-1.42
	$\Delta$ LnPasGDL	-16.15*	-16.12*	-16.07*	-26.46*	-26.4*	-25.3*

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Geografía (INEGI).

Nota: Los datos señalados con \* indican rechazo de la hipótesis nula al 5% de nivel de significancia. La hipótesis nula es que la variable cuenta con raíz unitaria y la alternativa indica que la serie es estacionaria. El modelo "A" indica que se incluye en la ecuación el término constante, en "B" se incluye el término constante y la tendencia y el "C" no se incluye ni tendencia ni constante

Los resultados para autobuses de mediana capacidad, indican que no se rechaza la hipótesis nula al 5%, es decir, las variables son no estacionarias, por lo que se

procedió a aplicar la prueba a las diferencias de cada una. Los resultados de Dickey-Fuller y Phillips-Perron indicaron que todas son  $I(0)$ . Por último, lo mismo se puede decir para los metrobus, pues los resultados indican en la tabla 5 que las variables son  $I(0)$ .

Como se pudo observar, todas las modalidades en las ciudades bajo estudio, mostraron los mismos resultados por lo que se pasa a la siguiente fase.

**Tabla 4. Prueba de raíz unitaria para autobuses de mediana capacidad**

		ADF			PP		
		A	B	C	A	B	C
CDMX	LnkmCDMX	-1.43	-1.49	-1.45	-1.52	-1.64	-1.52
	$\Delta$ LnkmCDMX	-27.63*	-27.63*	-27.56*	-27.69*	-27.95*	-27.62*
	LnPasjCDMX	-1.6	-1.23	-1.67	-1.56	-1.42	-1.21
	$\Delta$ LnPasjCDMX	-29.3*	-29.33*	-29.2*	-29.96*	-30.08*	-29.59*
GDL	LnkmGDL	-1.67	-2.81	-1.01	-2.63	-5.02*	-1.16
	$\Delta$ LnkmGDL	-16.78*	-16.7*	-16.8*	-20.24*	-20.09*	-19.51*
	LnPasjGDL	-2.45	-2.83	-0.36	3.13*	3.41	-0.36
	$\Delta$ LnPasjGDL	-12.02*	-7.12*	-12.08*	-11.98*	-11.97*	-12.03*
MTY	LnkmMTY	-4.83*	-4.36*	0.97	-4.6*	-3.68*	0.93
	$\Delta$ LnkmMTY	-8.45*	-8.74*	-8.38*	-13.63*	-14.14*	-13.61*
	LnPasjMTY	-3.85*	-3.59*	0.69	-3.9*	-3.71*	0.77
	$\Delta$ LnPasjMTY	-13.24*	-13.44*	-13.23*	-13.3*	-14.09*	-13.29*

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Geografía (INEGI).

Nota: Los datos señalados con \* indican rechazo de la hipótesis nula al 5% de nivel de significancia. La hipótesis nula es que la variable cuenta con raíz unitaria y la alternativa indica que la serie es estacionaria. El modelo "A" indica que se incluye en la ecuación el término constante, en "B" se incluye el término constante y la tendencia y el "C" no se incluye ni tendencia ni constante.

Tabla 5. Prueba de Raíz Unitaria para Metrobuses

		ADF			PP		
		A	B	C	A	B	C
CDMX	LnkmCDMX	2.28	3.4	2.88	2.38	4.11	3.72*
	$\Delta$ LnkmCDMX	-16.98*	-17.13*	-16.27*	-17.46*	-18.86*	-16.27*
	LnPasjCDMX	-2.16	-3.02	1.27	-2.08	-5.36*	3.76
	$\Delta$ LnPasjCDMX	-19.65*	-19.72*	-19.27*	-25.84*	-31.16*	-20.67*
GDL	LnkmGDL	-0.14	-7.73*	1.35	-6.69*	-7.88*	1.04
	$\Delta$ LnkmGDL	-8.97*	-8.96*	-8.83*	-30.58*	-29.95*	-30.27*
	LnPasjGDL	-2.13	-2.28	0.75	-2.41	-3.52*	-1.14
	$\Delta$ LnPasjGDL	-15.93*	-16*	-15.94*	-20.75*	-31.87*	-18.93*
MTY	LnkmMTY	-1.46	-1.57	-1.05	-1.47	-2.1	0.85
	$\Delta$ LnkmMTY	-18.97*	-18.94*	-18.93*	-18.84*	-18.73*	-18.88*
	LnPasjMTY	-8.18*	-9.12*	0.08	-8.19*	-8.83*	-0.31
	$\Delta$ LnPasjMTY	-9.55*	-9.51*	-9.58*	-71.31*	-70.95*	-65.13*

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Geografía (INEGI).

Nota: Los datos señalados con \* indican rechazo de la hipótesis nula al 5% de nivel de significancia. La hipótesis nula es que la variable cuenta con raíz unitaria y la alternativa indica que la serie es estacionaria. El modelo "A" indica que se incluye en la ecuación el término constante, en "B" se incluye el término constante y la tendencia y el "C" no se incluye ni tendencia ni constante.

Para realizar el análisis de cointegración es necesario determinar el número de rezagos que se debe aplicar al modelo, ya que, si los rezagos aplicados son mayores o menores, se puede generar un sesgo por omisión de variables. Debido a esto, se tomó el criterio de Akaike (AIC) y Schwartz (SIC) que pretender reducir la suma de cuadrados residuales en la estimación (Gujarati y Porter, 2010). De esta manera, el modelo busca identificar si el rezago en los periodos anteriores de la serie de pasajeros transportados tiene un efecto significativo en el corto plazo sobre la variable kilómetros recorridos.

Tabla 6. Prueba de cointegración para metros

<b>Metros</b>				
Hipótesis: Numero de vectores en cointegración	Máximo Eigenvalor	Trace Statistic	Valor critico 0.05	Probabilidad
<b>CDMX (8)</b>				
Ninguno*	134.7210	193.6188	15.4947	0.0001
No más de uno*	58.8978	58.8978	3.8415	0.0000
<b>GDL (7)</b>				
Ninguno*	94.8430	157.2177	15.4947	0.0001
No más de uno*	62.3747	62.3747	3.8415	0.0000
<b>MTY (7)</b>				
Ninguno*	52.6425	86.2679	15.4947	0.0000
No más de uno*	33.6254	33.6254	3.8415	0.0000

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Geografía (INEGI). Nota: el valor entre paréntesis indica el número de rezagos utilizados. \*Indica que no se rechaza la hipótesis al 0.05.

Los resultados de las pruebas se pueden observar en las tablas 6 y 7 que indican que la relación de largo plazo existe, lo cual puede interpretarse como que las decisiones agregadas de los usuarios son estables y reflejan un hábito en el tiempo, impactando la producción de servicios de transporte de la modalidad de su preferencia.

Tabla 7. Prueba de cointegración para diversas modalidades.

<b>Metrobús</b>				
Hipótesis: Numero de vectores en cointegración	Máximo Eigenvalor	Trace Statistic	Valor critico 0.05	Probabilidad
<b>CDMX (2)</b>				
Ninguno*	100.284	138.412	15.494	0.000
No más de uno*	38.128	38.128	3.841	0.000
<b>GDL(2)</b>				
Ninguno*	58.447	98.176	15.494	0.000
No más de uno*	39.729	39.729	3.841	0.000
<b>MTY (4)</b>				
Ninguno*	65.861	91.260	15.494	0.000
No más de uno*	25.399	25.399	3.841	0.000
<b>Autobús de Mediana Capacidad</b>				
Hipótesis: Numero de vectores en cointegración	Máximo Eigenvalor	Trace Statistic	Valor critico 0.05	Probabilidad
<b>CDMX (2)</b>				
Ninguno*	219.41	344.13	15.4	0.000
No más de uno*	124.72	124.72	3.84	0.000
<b>GDL (3)</b>				
Ninguno*	39.36	73.68	15.4	0.000
No más de uno*	34.32	34.32	3.84	0.000
<b>MTY (8)</b>				
Ninguno*	69.604	110.634	15.494	0.000
No más de uno*	41.029	41.029	3.841	0.000

<b>Tren Ligero</b>				
Hipótesis: Numero de vectores en cointegración	Máximo Eigenvalor	Trace Statistic	Valor crítico 0.05	Probabilidad
<b>CDMX (6)</b>				
Ninguno*	68.294	126.632	15.49	0.000
No más de uno*	58.338	58.338	3.841	0.000
<b>GDL (2)</b>				
Ninguno*	52.146	75.342	15.49	0.000
No más de uno*	23.196	23.196	3.841	0.000
<b>Trolebús</b>				
Hipótesis: Numero de vectores en cointegración	Máximo Eigenvalor	Trace Statistic	Valor crítico 0.05	Probabilidad
<b>CDMX (8)</b>				
Ninguno*	58.02	92.606	15.49	0.000
No más de uno*	34.57	34.578	3.841	0.000
<b>GDL (3)</b>				
Ninguno*	102.94	161.87	15.49	0.000
No más de uno*	58.93	58.93	3.841	0.000

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Geografía (INEGI). Nota: el valor entre paréntesis indica el número de rezagos utilizados. \*Indica que no se rechaza la hipótesis al 0.05.

Una vez establecida la relación de largo plazo entre las series, es posible averiguar los desequilibrios que se pueden llegar a presentar en periodos cortos. Cabe recordar que las desviaciones de corto plazo son posibles de identificar, con el cambio modal temporal que se puede presentar por razones ya mencionadas.

Los resultados de la estimación del modelo de corrección de errores (MCE), se observan en la tabla 8, y permiten identificar la duración y la intensidad de los desequilibrios que pueden presentar en el corto plazo. El MCE especifica la

velocidad de recuperación de la tendencia cointegrante en el largo plazo a través del coeficiente  $\phi$ , expresado en la ecuación uno.

**Tabla 8. Resultados de la estimación del modelo de corrección de errores (MCE)**

	Metro			Metrobús			Autobús			Tren Ligero		Trolebús	
	CDMX	GDL	MTY	CDMX	GDL	MTY	CDMX	GDL	MTY	CDMX	GDL	CDMX	GDL
<b>Coefficiente MCE</b>	<b>-0.12</b>	<b>-0.54</b>	<b>-0.12</b>	<b>-0.44</b>	<b>-0.64</b>	<b>-0.03</b>	<b>-0.82</b>	<b>-0.32</b>	<b>-0.12</b>	<b>-0.58</b>	<b>-0.54</b>	<b>-0.51</b>	<b>-0.26</b>
Error Estándar	0.02	0.15	0.05	0.15	0.24	0.02	-0.02	0.12	0.21	0.07	0.14	0.13	0.07
R <sup>2</sup>	0.87	0.77	0.61	0.61	0.67	0.61	0.71	0.71	0.48	0.7	0.14	0.59	0.39
Durbin-Watson	2.02	2.04	2.2	2.03	2.08	2.15	2.8	2.2	2.06	1.97	3.04	2.1	2.1

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Geografía (INEGI) Nota: Los coeficientes en negritas son significativos en el nivel 0.05

De acuerdo con Baker, Merket y Kamruzzaman (2015), la forma de leer los resultados expresados en la tabla 8, es que el coeficiente MCE indica el porcentaje de desequilibrio que se corrige en un mes, sobre la relación que existe entre los pasajeros transportados y los kilómetros recorridos de cada modalidad en cada ciudad. Así, el metro de la Ciudad de México corrige este desequilibrio en el corto plazo, en cerca de un 12% mensual, significando que poco más de ocho meses tarda en ajustarse. El metro de Guadalajara corrige el desequilibrio en 54%, significando poco menos de dos meses de ajuste. El metro de Monterrey corrige su desequilibrio en 12% implicando que es igual a la Ciudad de México.

Los metrobuses presentan 44, 64 y 3% para el caso de la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey, respectivamente, lo que implica que el ajuste se daría en dos, uno y medio meses para los primeros dos casos y casi tres años para el último caso. En cuanto a los autobuses de mediana capacidad, los resultados indican que para la Ciudad de México, ocupan un porcentaje de 0.81%, Guadalajara un 31% y Monterrey un 11%, indicando que el desequilibrio se corrige en poco más de un mes, tres meses y medio para Guadalajara y nueve meses para Monterrey. Para los trenes

ligeros de la Ciudad de México y Guadalajara los porcentajes son similares: 57 y 54%, indicando que ambos tardan menos de dos meses en ajustarse.

Por último, los Trolebuses presentan un porcentaje de ajuste de 50 y 26 por ciento para la Ciudad de México y Guadalajara, respectivamente, implicando dos meses para la capital y casi cuatro meses para Guadalajara.

Estos resultados tienen impacto, por ejemplo, en aspectos como la certidumbre de la continuación de las operaciones de las modalidades, pues de no existir cointegración y estimación de una tasa de ajuste, las modalidades podrían no saber si tendrán continuidad en su demanda y, por tanto, se podrían ver truncados planes de expansión de rutas, estaciones, infraestructura o planes de inversión en mantenimiento. Por lo cual, al hablar de permanencia de las decisiones de los usuarios por una modalidad, los resultados contribuyen a la certidumbre de su operación en el futuro.

#### *IV. Conclusiones*

El principal objetivo de esta investigación fue analizar la relación de largo plazo, entre los pasajeros transportados y los kilómetros recorridos para cinco modalidades de transporte en tres diferentes ciudades mexicanas. En el contexto de movilidad urbana, las personas deciden las modalidades de transporte que utilizarán para sus desplazamientos cotidianos, al tomar una modalidad se convierten en usuarios, que con su decisión, incentivan la producción del servicio de transporte de la modalidad que hayan elegido. De la misma forma, si cambian de modalidad temporalmente, se puede esperar que en algún momento regresen a su decisión habitual. El análisis se llevó a cabo utilizando métodos de cointegración y estimación de un modelo de corrección de errores. Los resultados indican que existe una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables mencionadas, sugiriendo que las desviaciones entre ellas tienden a reducirse. El modelo de corrección de errores se aplicó con la idea de calcular la desviación del equilibrio de corto plazo hacia su ajuste de largo



plazo. La existencia de cambio modal implica que hay usuarios que cambian temporalmente de modalidad, pero que regresan a su decisión habitual, por lo que el modelo de corrección de errores indicaría cuánto tardan en regresar a las trayectorias a su valor de equilibrio. Los resultados indican heterogeneidad en los tiempos de retorno al equilibrio, pues mientras los autobuses de mediana capacidad en la Ciudad de México reportan la restauración del equilibrio en poco más de un mes, el Metrobús de Monterrey hace lo propio en casi tres años. Un patrón apenas reconocible surge al observar que las grandes modalidades de transporte, como los metros de cada una de las ciudades, tienen valores más pequeños, indicando que las personas regresan más rápido a usarlos, posiblemente por su amplia cobertura mientras que modalidades como el tren ligero, que suele tener menos coberturas y menor cantidad de pasajeros, es el que reporta valores más altos, señalando que su valor tarda más en retornar a su valor de equilibrio.

Las limitaciones que pueden tener los resultados son que la información es agregada y no permite observar detalles, como características demográficas de las personas que regresan o que no regresan a su decisión habitual de transporte.

Las posibles extensiones al tema de investigación giran en torno a emplear datos de más ciudades y estimar modelos de panel que sean más robustos, posiblemente agrupando ciudades grandes y pequeñas.

## ***V. Referencias***

- Aguirre, J. (2017): "Movilidad urbana en México", *Instituto Belisario Domínguez*, 30: 4-38.
- Albalade, D., Bel, G. and Fageda, X. (2015): "Competition and cooperation between HSR and air transportation in Europe", *Journal of Transport Geography*, 42: 166-174.
- Alcántara, E. (2010): *Análisis de la movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad*, Bogotá: CAF.
- Arnold, N. and Rietveld, P. (2010): "Perceptions of public transport travel time and their effect on choice-sets among car drivers", *Journal of Transport and Land Use*, 3/4: 75-86.

- Baker, D., Merket, R. and Kamruzzaman, M. (2015): "Regional aviation and economic growth: cointegration and causality analysis in Australia", *Journal of Transport Geography*, 1: 140-150.
- Banco de Desarrollo de América Latina. (2013). CAF. Ciudad de México. Disponible para consulta en: <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2013/08/que-es-movilidad-urbana>
- Batty, P., Palacin, R., and González-Gil, A. (2015): "Challenges and opportunities in developing urban modal shift", *Travel Behaviour and Society*, 2: 109-123.
- Buehler, R. (2011): "Determinants of transport mode choice: a comparison of Germany and the USA", *Journal of Transport Geography*, 19: 644-657.
- Cass, N. and Faulconbridge, J. (2016): "Commuting practices: New insights into modal shift from theories of social practice", *Transport Policy*, 45: 1-14.
- Comunidad de Madrid (2013): "Movilidad urbana sostenible: un reto energético y ambiental", *Medio ambiente*, 1-74.
- Das, S., Boruah, A., Banerje, A. Raoniar, R., Nama, S. and Maurya, A. (2021): "Impact of Covid-19: A radical modal shift from public to private transport mode", *Transport Policy*, 109: 1-11
- De Rus, G., Campos, J. and Nombela, G. (2003): *Economía del Transporte*, Barcelona: Ed. Antoni Bosch.
- Engle, R. and Granger, W. (1987): "Cointegration and error correction: Representation, estimation and testing", *Econometrica*, 2: 251-276.
- Galán, R. (2005): "Determinantes de la demanda por transporte público y privado en el área metropolitana de Monterrey", *Ciencia UANL*, 4: 495-501.
- Gobierno de la Ciudad de México (2020): *Metro de la Ciudad de México*. Disponible en: <http://www.metro.cdmx.gob.mx/organismo/acerca-de>
- Fajardo, C. and Gómez, A. (2015): "Analysis of the Modal Choice of Public and Private Transport in the City of Popayán", *Territorios*, 158: 157-190.
- Figueroa, O. (2005): "Transporte urbano y globalización. Políticas y efectos en América Latina", *Revista eure*, 94: 41-53.
- García-Schilardi, M. (2014): "Transporte público colectivo: su rol en los procesos de inclusión social", *Bitácora*, 24: 35-42.
- Gujarati, D. and Porter, D. (2010): *Econometría (Quinta ed.)*, México: Mc Graw Hill.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Banco de información económica
- Islas, V. and Zaragoza, M. (2007): "Análisis de los sistemas de transporte", *Instituto Mexicano del Transporte*, 1: 1-55.

- Jaramillo, C., Lizárraga, C. and Grindlay, L. (2012): "Spatial disparity in transport social needs and public transport provision in Santiago", *Journal of Transport Geography*, 24: 140-357.
- Lazo, A. (2008): "Transporte, movilidad y exclusión. El caso de Transantiago en Chile", *Le Mirail*, 1: 1-15.
- Ma, X., Yuan, Y., Van Oort, N. and Hoogendoorn, S. (2020): "Bike Sharing systems' impact on modal shift: A case study in Delft", *The Netherlands*, 259: 1-12.
- Miralles-Gausch, C. and Cebollada, Á. (2003): "Movilidad y transporte. Opciones políticas para la ciudad", *Fundación Alternativas*, 1: 1-56.
- Pérez, R. (2013): "El sistema de bicicletas públicas "Ecobici": del cambio modal al cambio social", *Espacialidades*, 2: 104-124.
- Rodríguez, L. (2016): "Demanda y provisión de transporte público en Ciudad Obregón, Sonora", *Región y sociedad*, 67: 243-276.
- Rouwendal, J. and Nijkamp, P. (2004): "Living in Two Worlds: A Review of Home-to-Work Decisions", *Journal of urban and regional policy*, 3: 287-303.
- Schwanen, T., Dieleman, F. and Dijst, M. (2004): "The impact of Metropolitan Structure on Commute Behaviour in the Netherlands: A multilevel Approach", *Growth and Change*, 3: 304-333.
- Sinko, S., Prah, K. and Kramberger, T. (2021): "Spatial Modelling of Modal Shift due to COVID-19", *Sustainability*, 1: 1-15.
- Universidad Nacional de Cuyo (2017): *Medios de transporte urbano*, Argentina: UNCUYO.