

Gómez-Lobo, Andrés; Price, Juan José

Working Paper

La enfermedad de costos de baumol y el transporte público

IDB Working Paper Series, No. IDB-WP-1096

Provided in Cooperation with:

Inter-American Development Bank (IDB), Washington, DC

Suggested Citation: Gómez-Lobo, Andrés; Price, Juan José (2020) : La enfermedad de costos de baumol y el transporte público, IDB Working Paper Series, No. IDB-WP-1096, Inter-American Development Bank (IDB), Washington, DC, <https://doi.org/10.18235/0002252>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/234683>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>

DOCUMENTO DE TRABAJO DEL BID N° IDB-WP-1096

LA ENFERMEDAD DE COSTOS DE BAUMOL Y EL TRANSPORTE PÚBLICO

Andrés Gómez-Lobo
Juan José Price

Banco Interamericano de Desarrollo
División de Transporte

Marzo 2020

LA ENFERMEDAD DE COSTOS DE BAUMOL Y EL TRANSPORTE PÚBLICO

Andrés Gómez-Lobo
Juan José Price

**Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo**

Gómez-Lobo, Andrés.

La enfermedad de costos de Baumol y el transporte público / Andrés Gómez-Lobo,
Juan José Price.

p. cm. — (Documento de trabajo del BID ; 1096)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Urban transportation-Latin America-Costs. 2. Urban transportation-Latin
America-Finance. 3. Labor productivity-Latin America. I. Price, Juan José. II.
Gómez Reino, Juan Luis. III. Banco Interamericano de Desarrollo. División de
Transporte. IV. Título. V. Serie.
IDB-WP-1096

Códigos Jel: L91 ; R40 ; R41, R480

Palabras claves: Baumol, productividad, transporte público, sistemas de buses.

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2020 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Después de un proceso de revisión por pares, y con el consentimiento previo y por escrito del BID, una versión revisada de esta obra podrá reproducirse en cualquier revista académica, incluyendo aquellas referenciadas por la Asociación Americana de Economía a través de EconLit, siempre y cuando se otorgue el reconocimiento respectivo al BID, y el autor o autores no obtengan ingresos de la publicación. Por lo tanto, la restricción a obtener ingresos de dicha publicación sólo se extenderá al autor o autores de la publicación. Con respecto a dicha restricción, en caso de cualquier inconsistencia entre la licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas y estas declaraciones, prevalecerán estas últimas.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



LA ENFERMEDAD DE COSTOS DE BAUMOL Y EL TRANSPORTE PÚBLICO¹

Andrés Gómez-Lobo²

Juan José Price³

¹ Queremos agradecer muy especialmente a Patricia Brennan, quien realizó un enorme esfuerzo para recolectar la información de Buenos Aires. Agradecemos también a Marcela Meléndez, Carlos Prada y Ricardo Valenzuela del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia, por facilitar la base de datos de ese país, y a Tomás Serebrisky, Laureen Montes, Javier Morales y Elías Rubinstein por comentarios a una versión preliminar de este informe, así como los aportes de un evaluador anónimo. Naturalmente, ni ellos ni el Banco Interamericano de Desarrollo, quien encargó este estudio, son responsables de las opiniones que aquí se presentan ni de los posibles errores u omisiones.

² Departamento de Economía (Universidad de Chile): agomezlo@econ.uchile.cl.

³ Escuela de Negocios (Universidad Adolfo Ibañez): juan.price@uai.cl.

Resumen

El argumento de la enfermedad de costos de Baumol señala que la producción de determinados servicios está, por razones estructurales, caracterizada por un estancamiento de la productividad. Sin embargo, en vista de que estos sectores compiten por factores de producción con otras áreas de la economía en las que la productividad sí aumenta, los costos de dichos factores también aumentan en el tiempo. La consecuencia es obvia: estos servicios se vuelven más costosos en términos relativos (en comparación con los demás bienes y servicios).

En este trabajo presentamos evidencia que respalda la presencia de la enfermedad de Baumol en el transporte público de superficie en varias ciudades de América Latina y el Caribe (ALC). Citamos también evidencia para otras regiones, la que resulta consistente con este resultado. Presentamos las consecuencias que se espera que este fenómeno tenga en términos de costos de tránsito y productividad, y discutimos las opciones de política para superar estos problemas.

Índice

1. Introducción	4
2. La enfermedad de Baumol	5
3. Evidencia.....	8
4. Análisis para ALC.....	10
a. Colombia.....	11
b. Argentina	26
c. Ciudad de Panamá	38
d. Santiago de Chile	40
5. Medidas regulatorias para contrarrestar la enfermedad de Baumol en ALC	44
6. Conclusiones	53
Referencias.....	56
Anexo 1: Formalización del modelo de Baumol	59
Anexo 2: Análisis del IPK para Colombia.....	60
Anexo 3: Análisis del IPK para Buenos Aires	63

1. Introducción

La teoría de la enfermedad de costos (Baumol y Bowen 1966; Baumol 1967; Baumol 2012) plantea que en algunas actividades productivas intensivas en el factor trabajo el cambio tecnológico está (casi completamente) ausente, por lo que la productividad no aumenta; pero, dado que todos los sectores compiten por ese factor, la remuneración de este debería evolucionar de acuerdo al promedio de los salarios en la economía. Por lo tanto, la producción en los sectores estancados se encarece relativamente a otros bienes y servicios.

En este trabajo nos referimos en detalle a la naturaleza y características de este fenómeno en el sector del transporte público de pasajeros y entregamos evidencia que respaldaría su presencia en los sistemas de transporte de algunas ciudades latinoamericanas. Asimismo, citamos evidencia de países desarrollados que es consistente con nuestros resultados.

La comprensión de este fenómeno es fundamental para tomar decisiones correctas en materia de políticas públicas. En efecto, en el caso del transporte público, tratándose este de un servicio considerado esencial desde el punto de vista del bienestar social, el incremento progresivo del costo de provisión no siempre podrá ser traspasado a los usuarios, particularmente los de menores recursos, por lo cual demandará un financiamiento público creciente en el tiempo. En la medida que este fenómeno esté presente, como sociedad tendremos que gastar una proporción relativa del PIB cada vez mayor en este sector, solo para mantener los niveles de servicios existentes previamente. Esto suele gatillar discusiones a nivel político que, debido a la falta de comprensión sobre las causas de los mayores costos, da lugar a decisiones equivocadas que, en la práctica, determinan que este sector (al igual que otros afectados por la enfermedad de costos) esté crónicamente desfinanciado.

La enfermedad de Baumol, en el caso del transporte público, se ve acentuada por la creciente congestión. A medida que aumenta la tasa de motorización privada, se incrementan los índices de congestión y, por tanto, disminuye la velocidad promedio de los buses, requiriendo, así, un aumento de la flota de buses solo para mantener la frecuencia. Vale decir, aumentan los costos para brindar una calidad de servicio constante en el tiempo⁴. En el caso de la congestión, existen políticas públicas que se pueden aplicar para aminorar o revertir este efecto. Al final de este documento se revisarán las opciones de política en este contexto.

Este artículo está organizado de la siguiente forma. En el capítulo 2 se explica de manera detallada la teoría de la enfermedad de costos de Baumol (este análisis se complementa con un modelo matemático formal, el que se presenta en el Anexo 1). El capítulo 3 presenta evidencia empírica respecto a la relevancia de este fenómeno en el caso del transporte público de pasajeros en países desarrollados. El capítulo 4 complementa el anterior con evidencia para las ciudades de Santiago de Chile, Panamá, Buenos Aires (dos subdivisiones geográficas) y para un conjunto de 22 ciudades en Colombia. Finalmente, presentamos lecciones y alternativas de política pública para enfrentar este problema, incluyendo diferentes variantes de cobro por congestión (con una discusión resumida de la experiencia

⁴ Ciertamente, sería muy interesante confirmar si la flota se ajusta o no, o si, por el contrario, se deteriora la calidad de servicio. En este estudio no contamos con esa información, pero para un estudio futuro podría levantarse información sobre cómo se ajustan (si lo hacen) las frecuencias en las horas de mayor demanda.

internacional), los impactos distributivos de diferentes esquemas (particularmente un mecanismo tipo *taking turns*) y otras opciones, tales como invertir en infraestructura exclusiva para servicios de tránsito.

Esperamos que esta discusión sea útil para realizar un diagnóstico correcto respecto a los problemas que afectan al transporte público urbano (y a otros sectores), a fin de diseñar políticas públicas efectivas y eficientes.

2. La enfermedad de Baumol

La teoría de la enfermedad de costos de Baumol fue planteada, en su versión original, para el sector de las artes escénicas (Baumol y Bowen 1966). Sin embargo, hoy su aplicación es más amplia e incluye otros sectores, entre los que destacan la educación, la salud y el transporte público urbano de superficie (Baumol 1967; Baumol 2012).

El argumento es simple. Supongamos que podemos dividir la economía en dos sectores, uno que llamamos dinámico y que agrupa aquellas actividades —como la industria manufacturera y la agricultura— en las que la productividad aumenta como consecuencia del cambio tecnológico, y otro sector, que denominamos estancado, en el que la productividad no crece. En este último la producción es intensiva en el factor trabajo y existen escasas posibilidades de sustitución de trabajo por capital. Más aún, el factor trabajo es parte de la esencia misma del servicio producido: imaginemos el rol que cumple un profesor en el proceso de enseñanza, un médico en la atención de salud, un conductor de bus en el transporte urbano, los músicos que integran una orquesta, etc⁵.

Si los mercados laborales están integrados, es decir, si todos los sectores compiten por el factor trabajo, el costo laboral, representado por la remuneración de este factor, debe evolucionar a la misma tasa en ambos sectores, y dicha tasa está fijada por el aumento promedio de la productividad en la economía⁶.

En vista de lo anterior, la única manera de que los sectores cuya productividad está rezagada pueden sobrevivir en un régimen de mercado y sin apoyo público es cobrando precios que crecen a una tasa mayor que la del conjunto de precios de la economía. Por el contrario, los bienes y servicios producidos en aquellos sectores que exhiben un aumento de productividad mayor al promedio se hacen relativamente más baratos.

⁵ Es difícil imaginar que el uso de nuevas tecnologías pueda disminuir significativamente el tiempo que un profesor destina a una clase o aumentar significativamente el número de alumnos por curso sin sacrificar calidad. De igual forma, hoy se requiere el mismo tiempo y número de músicos para interpretar una obra estrenada hace doscientos años.

⁶ Si en un sector se paga menos que el salario promedio de la economía (para un nivel dado de capital humano), los trabajadores migrarán hacia sectores con mayores salarios. En Chile, por ejemplo, esto se manifiesta en el sector del transporte público cuando hay un ciclo expansivo en el sector minero; en este caso, se produce una escasez de mano de obra de conductores, electricistas y mecánicos, que migran a las zonas mineras en busca de salarios más altos.

Para mantener los mismos niveles de oferta de bienes y servicios en los sectores rezagados, es necesario que el sector privado o el Estado gasten un monto creciente en dichos bienes y servicios. Eventualmente, se alcanzará una situación en que los agentes privados o los representantes políticos no estarán dispuestos a soportar la consecuencia de este fenómeno: pagar el mayor costo en la forma de una tarifa adicional o aumentar el presupuesto público destinado a estas actividades. La menor producción o la menor calidad del servicio sería el costo que pagaría la sociedad.

El caso del transporte público parecería ser uno en que los efectos de la enfermedad de Baumol pueden ser especialmente dramáticos. Aún se requiere un conductor por bus y hay escasas posibilidades de sustitución de capital por trabajo, salvo por la limitada sustitución dada por el tamaño de los vehículos, particularmente en transporte de superficie⁷. Además, los crecientes niveles de congestión —con la consiguiente reducción de velocidad media de la flota y de la frecuencia de los servicios— impactan negativamente en la evolución de la productividad de este sector (como veremos, en los servicios de superficie/sobre rieles —trenes y metro— el efecto de la enfermedad de Baumol no es tan agudo)⁸.

Uno puede argumentar que es socialmente eficiente que aquellos bienes que pierden competitividad no sean producidos, pero hay situaciones en que la sociedad prefiere evitar que esto ocurra. En efecto, el interés general puede indicar que muchas veces sea la capacidad de pago social y no la privada aquella que debe ser considerada. Esto explica, en parte, por qué como sociedad destinamos crecientes recursos a asegurar la provisión de educación (al menos en los niveles primario y secundario). Asimismo, las externalidades negativas asociadas a la prevalencia de ciertas enfermedades pueden justificar que el presupuesto público para algunas atenciones de salud crezca a una tasa mayor que la de otros presupuestos sectoriales. O, en el caso del transporte público, la mayor congestión asociada al uso de medios de transporte privados socialmente ineficientes determina que muchos países inviertan montos —y porcentajes del ingreso nacional— crecientes en mejorar sus sistemas de transporte público.

Este análisis es especialmente relevante en el caso del transporte público pues, a diferencia de otros sectores en los que la enfermedad de Baumol estaría presente, este no cuenta con antidotos privados para ella. En efecto, uno de los supuestos del planteamiento original de Baumol es que el porcentaje de gasto destinado a cada bien se mantiene constante en el tiempo. Este supuesto no se cumple, por ejemplo, en el caso de la educación y de las artes: al volverse más ricas, las personas y, por agregación, las naciones destinan un porcentaje cada vez mayor de sus ingresos a algunos bienes educacionales, artísticos y culturales (se trata de bienes superiores en el sentido económico, es decir, tienen una elasticidad ingreso positiva y mayor a la unidad). La contracción de la oferta representada por la menor productividad será, en ese caso, compensada (parcial o totalmente) por una expansión de la

⁷ Este problema podría reducirse con la entrada en operaciones de los llamados vehículos autónomos. En una sección posterior de este trabajo hacemos referencia a este tema.

⁸ Un factor que también incidiría en la tendencia de costos en este sector es la tasa de sindicalización (ver Morales-Sarriera, Salvucci y Zhao 2018). Si esta fuera relativamente alta, estaríamos en presencia de un sector en el que el factor trabajo no solo tiene un alto peso en la tecnología de producción, sino también un alto poder de negociación en comparación con otros sectores de la economía. Lamentablemente, en este trabajo no contamos con información que nos permita controlar por esta variable.

demanda; la sociedad estaría dispuesta a mantener —e incluso incrementar— el nivel de producción en equilibrio, aun cuando tenga que pagar más por ello.

Este antídoto no funciona, sin embargo, en otros casos, tales como el transporte público urbano. En efecto, la evidencia empírica sugiere que el transporte público (de superficie) es un bien inferior — la demanda presenta una elasticidad ingreso negativa y bastante alta en términos absolutos —, por lo cual su consumo disminuye a medida que aumenta el ingreso. Wardman y Shires (2003) realizan un metaanálisis estimando una regresión con datos provenientes de 104 estudios realizados en Gran Bretaña entre 1951 y 2002, y encuentran que la elasticidad ingreso varía entre -0,5 y -1 en el largo plazo, aunque es algo más reducida (en valor absoluto) en el corto plazo y cuando se considera el efecto de propiedad de automóvil y el parque automotriz está cercano al punto de saturación (ver también Glaister y Graham 2002; Goodwin, Dargay y Hanly 2004; Oum, Waters y Yong 1992; Pratt 2004; Wardman y Shires 2011)⁹. Los trenes, en cambio, muestran una elasticidad ingreso positiva, es decir, proveen servicios que pueden ser considerados un bien normal (ver también Asquith 2011). Para ALC, Gandelman y Serebrisky (2018) estiman curvas de Engel y elasticidades ingreso con datos de varios países de la región, y obtienen una elasticidad ingreso del transporte público entre 0,7 y -1,0, dependiendo del grupo socioeconómico. Según este estudio, el transporte público en la región es un bien necesario para los grupos de menores ingresos y un bien inferior para los grupos más ricos.

Sin embargo, además de los beneficios esperados en términos de seguridad vial y reducción de emisiones contaminantes, existen otros varios motivos por los cuales es socialmente eficiente mantener el transporte público e, incluso, aumentar su uso. El primero es que, cuando existe congestión en una ciudad —y no es posible corregirla mediante alguna medida como tarificación vial—, es eficiente incentivar el uso de un modo de transporte sustituto como es el transporte público¹⁰. La segunda razón es que existe una externalidad positiva en el consumo de transporte público, y esta externalidad está asociada al llamado efecto Mohring (Mohring 1972), que explicamos a continuación. Supongamos un ciclo de servicios de buses con cuatro buses por hora, y que las personas se distribuyen de manera uniforme a lo largo de toda la ruta. Esto sería como un carrusel donde las personas van llegando y hay cuatro vehículos que pasan cada hora. En promedio, cada usuario tendrá que esperar 7,5 minutos¹¹. Si aumenta el número de pasajeros, es necesario aumentar la oferta de buses. Supongamos que ahora hay seis buses por hora, con lo cual hay un bus que pasa por un paradero cada 10 minutos. En este caso, la espera promedio baja a 5 minutos. Por lo tanto, los nuevos usuarios, al provocar un aumento de la oferta, les han generado un beneficio a todos los usuarios existentes, ya que su tiempo promedio de espera ha disminuido. En este sentido, fomentar un mayor uso del transporte público resulta eficiente, ya que genera una externalidad positiva en los usuarios que ya usaban este servicio.

⁹ El *Australian Bureau of Infrastructure, Transport and Regional Economics* (BITRE) tiene una excelente base de datos, de libre acceso, con información sobre elasticidades (precio, ingreso y cruzada) y cerca de doscientas referencias bibliográficas (www.bitre.gov.au/tedb/index.aspx).

¹⁰ Técnicamente, este argumento es lo que en economía se denomina un argumento de segundo mejor.

¹¹ Hay personas que llegan justo antes que pase un bus y no tendrán que esperar nada, mientras que hay otros que llegan al paradero justo cuando partió un bus y tendrán que esperar 15 minutos para el siguiente bus. Con llegada uniforme al paradero, es fácil demostrar que la espera promedio es de 7,5 minutos.

Los dos argumentos anteriores justifican promover el transporte público. Parry y Small (2009), en esta línea, explican así un aumento de los subsidios, ya altos, en ciudades como Los Ángeles, Washington D.C. y Londres¹². Por lo tanto, es razonable suponer que, al menos en las grandes ciudades, no es conveniente disminuir la provisión de transporte público y, dado que este sector está sujeto a la enfermedad de costos de Baumol, como se demostrará más abajo, se debe aumentar el gasto en la provisión de transporte para simplemente mantener el nivel de servicio existente.

3. Evidencia

Aunque limitada, existe evidencia que muestra el grado en que la enfermedad de Baumol afecta al sector del transporte público de pasajeros. Nordhaus (2008) testea económicamente la hipótesis de Baumol utilizando datos de distintos sectores, y confirma que el producto de las industrias tecnológicamente estancadas (incluido el transporte público de pasajeros) exhibe un crecimiento más lento que los sectores en los que existe avance tecnológico. Consecuentemente, observa este autor, los costos en las industrias estancadas crecen más rápido que en otros sectores.

Evangelinos et al. (2012) utilizan datos de cuentas nacionales de Estados Unidos para calcular la productividad laboral en este sector. Este estudio muestra que, mientras a nivel agregado el producto por trabajador creció un 1,4 % promedio anual durante el período 1977-2007, sectores como educación, salud, artes escénicas y empresas públicas tuvieron un crecimiento promedio negativo, y el sector que tuvo el menor crecimiento de la productividad laboral fue el de transporte público (urbano), con un promedio de -1,6% anual.

Estos autores también hacen un análisis desagregado con datos de producción, insumos y costos para una muestra de 250 empresas de transporte de buses en Estados Unidos y de 75 en Alemania. La muestra también incluyó 21 empresas de Estados Unidos y 49 de Alemania con operaciones mixtas (buses, trenes, monorrieles, tranvías u otros modos de transporte). Para este estudio se realiza un análisis de frontera de producción, concretamente, estos autores utilizan una técnica de estimación no paramétrica llamada análisis envolvente de datos (DEA), la que permite construir, a partir de la información disponible sobre insumos y productos para cada unidad de producción (operador), la frontera de posibilidades de producción (también llamada frontera eficiente), y estimar la distancia de cada operador respecto a esa frontera. Evangelinos et al. (2012) utilizan como producto (*output*) los kilómetros comerciales recorridos y como insumos, el número de empleados, la dotación de vehículos y la densidad poblacional. Eso les permite estimar un indicador de Productividad Total de Factores (PTF) y, dado que cuentan con información para varios períodos, proceden a estimar un índice Malmquist, el que, en términos sencillos, corresponde al cociente entre la PTF de un determinado período y aquella del período anterior¹³.

¹² En promedio, en Estados Unidos, más de un 60 % de los costos operativos de los sistemas de transporte urbano son subsidiados. Cifras similares se encuentran en las grandes ciudades europeas. Para más detalles, incluida la fuente de estos datos, ver Parry y Small, 2009.

¹³ Para una explicación más detallada sobre el análisis envolvente de datos y el índice Malmquist; ver Coelli, Prasada Rao y Battese, 1999.

Los resultados indican nuevamente que las operaciones de transporte público solo con buses tienen un crecimiento de productividad (en este caso de la PTF) muy bajo, de solo 0,5 % promedio anual. Sin embargo, en ambos países el crecimiento de la productividad es mayor cuando las operaciones se realizan con trenes (metro, trenes ligeros y pesados, tranvías y otros). Esto probablemente se deba a que existe cambio tecnológico en la industria de rieles, lo que permite un aumento importante de productividad¹⁴. Esta conclusión es confirmada por el análisis de la evolución de costos de buses y trenes en Nueva York y Chicago.

Morales-Sarriera y Salvucci (2016) realizan un análisis similar al de Evangelinos et al. (2012) y llegan a conclusiones semejantes. En primer lugar, indican que, entre las 195 industrias de la economía de Estados Unidos, el sector «transporte público y transporte de superficie de pasajeros» es el que ha tenido el noveno menor crecimiento de la productividad media por trabajador entre 1990 y 2012. Asimismo, utilizando un panel de datos de 49 empresas que operan buses, 16 que operan ferrocarriles livianos, 14 de ferrocarriles pesados y nueve que operan trenes de cercanía (*commuter rail*) en Estados Unidos entre 1997 y 2013, analizan dos medidas de productividad: el número de millas comerciales por trabajador y el número de pasajeros transportados por trabajador. Los resultados de este ejercicio indican que en casi todos los casos (siendo la excepción el ferrocarril pesado cuando se mide la productividad por pasajero milla) el crecimiento promedio de la productividad es bajo y menor al crecimiento de la productividad de la economía como un todo. Nuevamente, el sector de buses es el de más bajo crecimiento; incluso decrece si la productividad se mide utilizando las millas comerciales como indicador de oferta.

Finalmente, estos autores analizan la evolución de los costos laborales de las distintas agencias de transporte, y confirman que estos han crecido más aceleradamente que la inflación y que el índice de salarios promedio en Estados Unidos¹⁵.

El hecho que los salarios crezcan más rápido en el sector de transporte en comparación con la economía en general sugiere que además de la enfermedad de Baumol puede haber otros factores operando en este caso. Morales-Sarriera, Salvucci y Zhao (2018) conjeturan que un crecimiento de los salarios superior al de la economía se puede explicar, en parte, por la existencia de sindicatos fuertes (resultado respaldado por Schwarz-Miller y Talley, 1995) y el carácter monopólico de los servicios de transporte urbano en las agencias analizadas¹⁶. Por falta de información, en este trabajo no se pudo evaluar el posible impacto del poder sindical sobre la productividad y la inflación de costos.

¹⁴ Un ejemplo es el sistema CBTC para metros, los que operan sin conductor. La nueva línea 6 del Metro de Santiago opera con esta tecnología, al igual que la línea 3. Esto también podría aplicar si contáramos con buses autónomos corriendo por carriles segregados.

¹⁵ Durante el período 1997-2013, la tasa de crecimiento promedio anual de los costos laborales fue 3,5 % para los buses y entre 2,9 % y 3,6 % para las operaciones con rieles. Esto es superior al crecimiento promedio anual de los salarios (2,8 %) y de la inflación media anual (2,3 %) durante el mismo período.

¹⁶ Estos autores distinguen, también, entre servicios provistos por agencias privadas y operadores estatales, análisis, sin duda interesante, que en el presente trabajo no es muy relevante porque, con la excepción del caso de Panamá, todos los otros operadores de buses son privados, por lo que no es posible realizar una comparación.

Otro factor, muy característico de este sector y que sin duda afecta negativamente la productividad, es la congestión, tal como sugieren Evangelinos et al. (2012). Más adelante se aborda el posible efecto de la congestión como elemento adicional que puede exacerbar los efectos de la enfermedad de costos de Baumol en el caso del transporte público de superficie.

4. Análisis para ALC

En esta sección analizamos si la enfermedad de costos de Baumol afecta o no los sistemas de transporte urbano de pasajeros en algunas ciudades de ALC. Dependiendo de la información disponible, utilizamos una o más de las metodologías en las que se basaron los autores antes mencionados.

En primer lugar, analizamos la productividad laboral, utilizando como medida de producción los kilómetros recorridos por vehículo y los pasajeros por vehículo. La flota de vehículos tiene una relación directa con el número de conductores y, por ende, las medidas anteriores son un *proxy* de la productividad laboral¹⁷. Sin perjuicio de esto, en algunos análisis se controla también por la capacidad promedio de cada vehículo.

En el caso de Chile, Panamá y Argentina, contamos además con datos de costos nominales, lo que nos permite calcular costos medios de producción, cuya evolución puede ser comparada con la del índice de precios al consumidor de cada país.

Finalmente, comparamos el transporte de superficie (buses) y el subterráneo (metro). Esto nos permite aislar el efecto de algunas características diferenciales de ambos medios, particularmente la congestión (que afecta al primer modo de transporte) y el avance tecnológico (presente en mayor grado en el segundo modo de transporte).

Realizamos un análisis basado en estadísticas descriptivas (análisis gráfico de la evolución de medidas de productividad o costo y comparación con otros sectores y la economía en general). En los casos de Argentina y Colombia, presentamos resultados basados en técnicas de regresión y utilizamos técnicas basadas en Análisis Envolvente de Datos (DEA, por sus siglas en inglés) para estimar cambios de la Productividad Total de Factores (PTF).

Las observaciones y variables disponibles para el caso de Ciudad de Panamá y Santiago de Chile son menos abundantes que en el caso de Buenos Aires y Colombia, por lo que el análisis para estos dos casos es más limitado.

En resumen, realizaremos los siguientes análisis en ciudades de los países de la muestra (Cuadro 1):

¹⁷ Se esperaría también que el número de mecánicos y otros trabajadores no conductores sea una función directa del tamaño de la flota. Lo que no considera esta medida son diferencias en la gestión de recursos humanos de cada operador (número de conductores requeridos por bus).

Cuadro 1. Tipo de análisis realizado con datos de los cuatro países

	Estadísticas descriptivas (gráficos)	Análisis estadístico multivariante (regresiones)	Contraste entre buses y metro	Análisis de PTF
Argentina	X	X		X
Colombia	X	X	X	X
Panamá	X			
Chile	X		X	

a. Colombia

Utilizamos datos de la Encuesta de Transporte Urbano de Pasajeros (ETUP) que tiene información de pasajeros, kilómetros recorridos y flota a nivel mensual entre enero 2005 y marzo de 2018 para 57 municipios. Eliminamos 26 municipios menores, que tienen información incompleta, y el resto se agrupa en ciudades o áreas metropolitanas¹⁸. La muestra final considera, entonces, 22 ciudades con distintos tamaños de sistemas de transporte público, tal como muestra la Tabla 1.

La encuesta considera distintos modos de transporte (ver Tabla 2). El presente análisis se concentra solo en el sistema de superficie vía buses, busetas y otros vehículos similares (grupo 1) y en el sistema de metro de Medellín (grupo 2)¹⁹.

¹⁸ Los municipios eliminados son principalmente del departamento de Cundinamarca.

¹⁹ Contrastamos los resultados del sistema de superficie solo con el metro de Medellín, excluyendo del análisis otros modos de transporte —tranvía de Ayacucho, Metro Cable y Cable— que muestran un comportamiento muy errático, se concentran en pocos años y para los cuales disponemos de muy poca información. Respecto a la representatividad de los datos para el metro, solo cabe señalar que hemos trabajado con la serie de datos completa del período indicado y que Medellín es la única ciudad que cuenta con este medio de transporte. Ciertamente, el hecho de que corresponda a una sola ciudad limita la validez externa del análisis estadístico, aunque el período cubierto es, nos parece, suficientemente extenso.

Tabla 1. Listado de ciudades y número de pasajeros promedio mensual

Ciudad	Pasajeros promedio mensual enero 2005 a marzo 2018 (millones)
Bogotá D. C.	146,3
Medellín	29,9
Barranquilla	27,1
Cali	22,1
Cartagena	12,3
Bucaramanga	10,9
Santa Marta	10,1
Cúcuta	8,4
Pereira	7,6
Ibagué	6,2
Manizales	5,9
Villavicencio	5,0
Pasto	3,1
Popayán	3,0
Neiva	2,6
Tunja	2,0
Armenia	1,7
Montería	1,1
Valledupar	1,0
Sincelejo	0,7
Quibdó	0,7
Florencia	0,5

Fuente: Encuesta de Transporte Urbano de Pasajeros (ETUP).

Tabla 2. Modos de transporte considerados

Grupo	Modo de transporte
1	Alimentador / bus corriente / bus ejecutivo / bus intermedio / bus superejecutivo / buseta corriente / buseta ejecutiva / buseta superejecutiva / complementarios / especiales / microbús-colectivo / padrón / padrón tradicional / troncal / articulado / biarticulado / zonales
2	Metro de Medellín

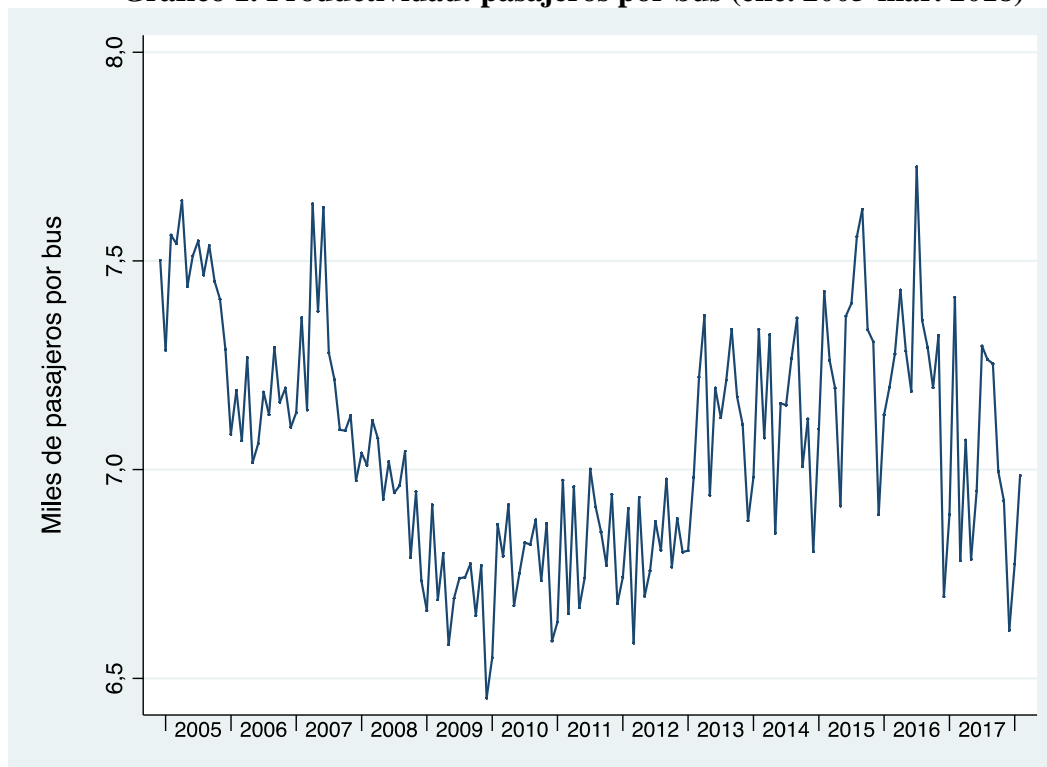
Fuente: Encuesta de Transporte Urbano de Pasajeros (ETUP).

Análisis gráfico

Los siguientes gráficos muestran, en el eje de ordenadas, la evolución de dos medidas de productividad durante el período enero 2005-marzo 2018:

- (Miles de) pasajeros transportados / n.º de buses en servicio
- (Miles de) kilómetros recorridos / n.º de buses en servicio²⁰

Gráfico 1. Productividad: pasajeros por bus (ene. 2005-mar. 2018)²¹



Fuente: Cálculos propios en base a la ETUP. Variable agregada para las 22 ciudades de la base.

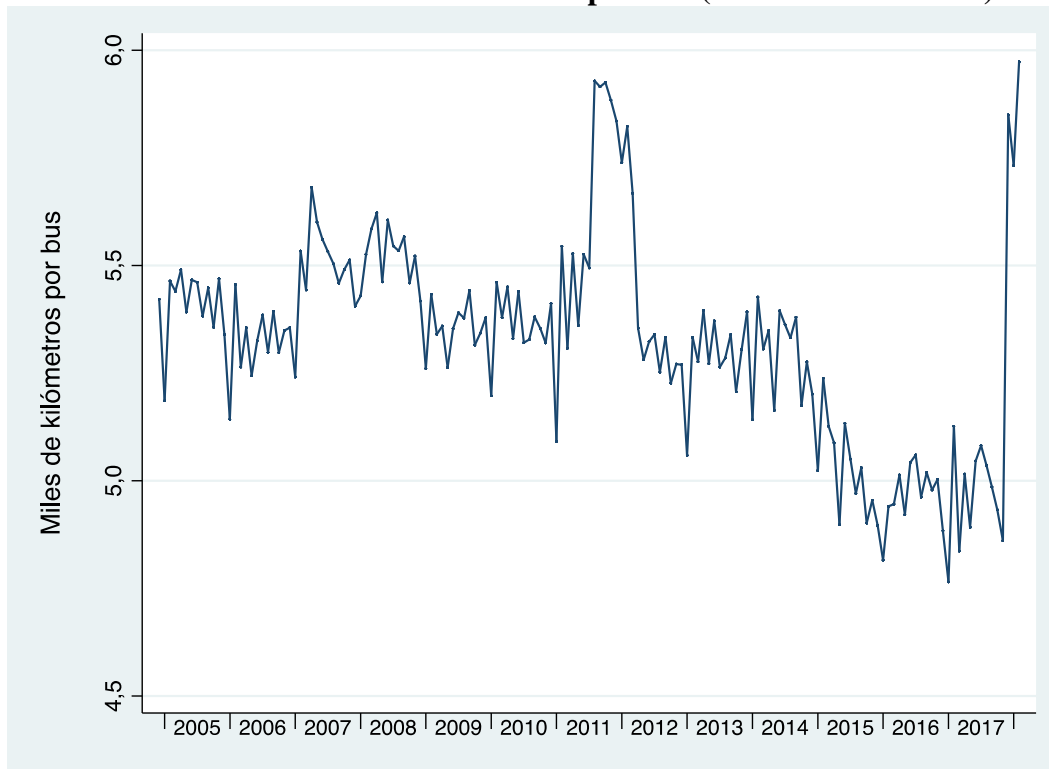
En el caso de la medida de productividad basada en kilómetros, Bucaramanga presenta un comportamiento muy errático, el que explica en buena medida los saltos de la tendencia presentada en el Gráfico 2 (en la mitad del período y especialmente en los últimos tres meses). Por lo mismo presentamos en el Gráfico 3 la evolución de esta medida de productividad excluyendo los datos de Bucaramanga²².

²⁰ En esta encuesta se mide el total de kilómetros recorridos, no los comerciales. Es decir, están incluidos los desplazamientos desde (hacia) la central de los buses hasta (desde) el punto de inicio (término) del recorrido, desplazamientos que por definición no contemplan transporte de pasajeros. Desde el punto de vista de la medición de productividad, nos parece que esta variable, tal como es medida, es la más adecuada. La variable ajustada por los mencionados desplazamientos «no comerciales» (que los descuenta) sería más relevante, en nuestra opinión, para entender la demanda.

²¹ Todos los gráficos de esta sección (Colombia) son de elaboración propia usando los datos de ETUP.

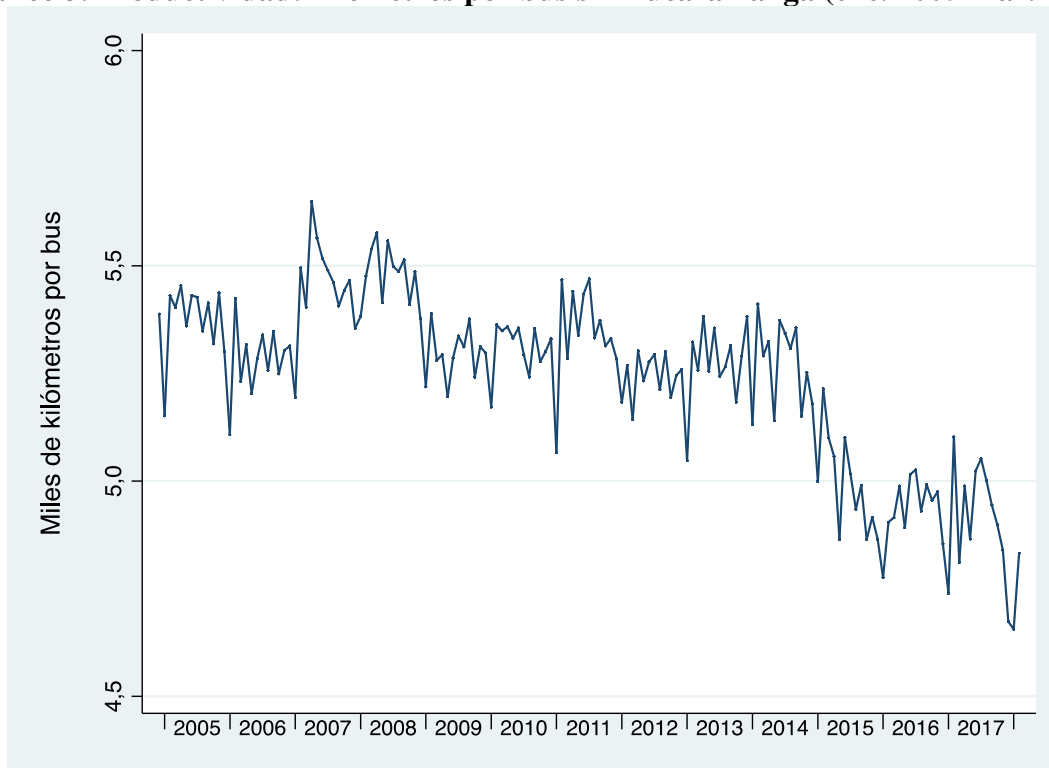
²² En los ejercicios econométricos, sin embargo, hemos decidido incluir la información de Bucaramanga, pues, tal como hemos confirmado, no altera los resultados en términos de magnitud, signo o significancia estadística de los coeficientes estimados.

Gráfico 2. Productividad: kilómetros por bus (ene. 2005-mar. 2018)



Fuente: Cálculos propios en base a la ETUP. Variable agregada para 22 ciudades de la base.

Gráfico 3. Productividad: kilómetros por bus sin Bucaramanga (ene. 2005-mar. 2018)



Fuente: Cálculos propios en base a la ETUP.

La productividad presenta un comportamiento relativamente estable a lo largo del período en el caso de ambos indicadores. Se observa, también, cierta variabilidad al interior de cada período anual, lo que sugiere que hay efectos estacionales. Sin embargo, esos gráficos sin duda esconden la influencia de muchos otros factores. En la siguiente sección se realiza un ejercicio econométrico teniendo en consideración algunos determinantes adicionales de la productividad.

Análisis econométrico

Los gráficos anteriores reflejan la realidad agregada de las 22 ciudades de la encuesta, pero no permiten derivar conclusiones respecto a la presencia de la enfermedad de Baumol. Para eso, es necesario examinar la significancia estadística de las tendencias temporales de los dos indicadores de productividad controlando por la influencia de otros factores.

A continuación, se presentan los resultados de un modelo econométrico basado en datos mensuales a nivel de ciudad. Se realiza el análisis para cada una de las dos medidas de productividad mencionadas en la sección anterior. Primero, se considera la muestra completa de 22 ciudades y, luego, se restringe el análisis a las ciudades más grandes, que en este caso se identifican como aquellas donde el promedio mensual de pasajeros transportados es mayor a 5 millones de pasajeros (ver Tabla 1). Todas las regresiones incluyen variables discretas por ciudad (a fin de controlar por factores no observables que pueden variar entre ciudades, pero que a nivel de cada ciudad son invariables en el tiempo) y por estacionalidad mensual. En algunas especificaciones se incluye también la capacidad promedio de los buses en cada ciudad por mes. Para construir el indicador de capacidad se utilizó la información presentada en la Tabla 3²³.

En algunos modelos también se controla por la entrada en operación de sistemas integrados de transporte masivo (SITM). Estos sistemas corresponden al modelo de buses de tránsito rápido (BRT, por su sigla en inglés) que fueron impulsados por la Política Nacional de Transporte Urbano (PNTU) desarrollada a comienzos de la década pasada en Colombia²⁴. A partir del año 2006, entró en operación el SITM en Pereira (2006), Cali (2009), Bucaramanga (2010), Barranquilla (2011), Medellín (2012) y Cartagena (2016). En todas estas ciudades se crearon sistemas tipo BRT, además de racionalizar (chatarrizar) la flota del sistema tradicional y de crear, también, servicios alimentadores mediante una reestructuración de recorridos.

²³ Utilizando los datos de la Tabla 3 y los datos de flota por modo de transporte, se generó un indicador de capacidad de transporte de pasajeros para cada ciudad en cada período mensual. Se trata de un indicador de capacidad promedio (del bus representativo de cada zona geográfica).

²⁴ Ver CONPES 2002. En este documento se realiza un diagnóstico de la situación del transporte público de las distintas ciudades colombianas. Este diagnóstico critica los sistemas tradicionales de transporte público, que se caracterizaban por la informalidad de los operadores, sobreoferta de servicios, flota antigua e importantes externalidades negativas en términos ambientales y de seguridad vial. Este documento establece, también, los lineamientos generales de la PNTU y define que las ciudades de más de 600 mil habitantes serán objeto de inversión en infraestructura especializada de carriles para buses de alta capacidad en el marco del SITM tipo BRT.

Tabla 3. Capacidad de cada modo de transporte, Colombia

Modo de transporte	Capacidad (pasajeros por vehículo)
Alimentador	70
Bus corriente	60
Bus ejecutivo	60
Bus intermedio	60
Bus superejecutivo	60
Buseta corriente	45
Buseta ejecutiva	45
Buseta superejecutiva	45
Complementarios	60
Especiales	35
Microbús-colectivo	18
Padrón	68
Padrón tradicional	68
Troncal/articulado/biarticulado	160
Zonales	50

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en internet y de opinión experta.

Finalmente, en algunas especificaciones se interactuó la variable de tendencia con la de SITM para examinar si la entrada en operación de estos sistemas tuvo algún efecto en la dinámica de la productividad en el tiempo.

En resumen, las variables independientes (regresores) de los modelos son las que siguen.

Tabla 4. Variables independientes incluidas en el análisis econométrico

Variable	Tipo	Descripción
t	tendencia temporal (variable mes/año)	Principal variable de interés
Ciudad	variable discreta	Una variable por ciudad para controlar efectos invariantes en el tiempo de cada ciudad (tamaño, densidad, etc.)
SITM	variable binaria	Toma el valor 1 en los períodos en que el Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) entra en operación
t*SITM	término interactivo	Mide cambios en el coeficiente de la variable de tendencia temporal al entrar en operación un SITM
Capacidad	variable numérica	Capacidad promedio de los buses en cada ciudad en cada momento del tiempo
Mes	variable discreta para cada mes	Variable que permite controlar por posibles efectos estacionales

Las Tablas 5 y 6 presentan los resultados para la regresión que mide la productividad en función de los pasajeros transportados por bus. La primera de estas tablas considera las 22 ciudades de la muestra, mientras que la Tabla 6 muestra los resultados basados en la muestra restringida de las ciudades más grandes.

Analizamos primero los resultados de la Tabla 5. Se presentan cuatro especificaciones, y todas controlan por estacionalidad. La primera incluye como variable independiente la tendencia temporal. El coeficiente de esta variable es negativo, estadísticamente significativo y sugiere una caída de la productividad de 0,03 % en promedio por mes. La entrada en vigencia de los modelos SITM (columna 2) habría contrarrestado la caída de la productividad; esto se refleja en el coeficiente de la variable SITM, el cual es positivo y estadísticamente significativo, y también en el hecho de que la caída de la productividad es aún mayor en esta especificación. En otras palabras, la especificación presentada en la columna 1 sufriría de un problema de variable omitida y el coeficiente de la tendencia temporal estaría escondiendo la influencia positiva del SITM sobre la productividad.

En la tercera especificación controlamos además por posibles diferencias entre ciudades, en lo que respecta a la capacidad promedio de los buses. La tendencia negativa de la productividad se mantiene prácticamente inalterada, pero el coeficiente de la variable SITM se reduce (aunque sigue siendo significativo), lo cual es consistente con el hecho de que con el SITM entran en operaciones buses con mayor capacidad²⁵. Finalmente, la variable interactiva sugiere que el SITM tiene un efecto sobre la productividad que además de ser positivo es creciente en el tiempo (las conclusiones respecto a las otras variables se mantienen inalteradas, con la excepción de la variable SITM, la que se vuelve no significativa). Esto sugiere que la entrada en operación de un SITM afecta la dinámica temporal de la productividad más que su nivel. Sin embargo, si se suma el coeficiente de la variable temporal con el de la interacción, el resultado es negativo, lo que sugiere que, con o sin un SITM, la productividad cae en el tiempo, pero la introducción de estos sistemas ayuda a mitigar esta caída.

²⁵ La capacidad promedio de los buses aumentó un 0,07 % mensual a nivel de toda la muestra.

Tabla 5. Evolución de la productividad (ene. 2005- mar. 2018)
Variable dependiente: logaritmo de los pasajeros por bus
(toda la muestra)

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Toda la muestra	Toda la muestra	Toda la muestra	Toda la muestra
t	-0,000299*** (5,85e-05)	-0,000520*** (6,12e-05)	-0,000664*** (6,07e-05)	-0,000762*** (6,60e-05)
SITM		0,108*** (0,0107)	0,0815*** (0,00953)	0,00177 (0,0160)
Capacidad			0,334*** (0,0274)	0,320*** (0,0270)
t*SITM				0,000772*** (0,000138)
Constante	8,573*** (0,0124)	8,591*** (0,0124)	7,303*** (0,107)	7,366*** (0,106)
Observaciones	3.497	3.497	3.497	3.497
R-cuadrado	0,815	0,820	0,835	0,836
Estacionalidad	Sí	Sí	Sí	Sí

Paréntesis: errores estándar robustos

*** p<0,01

** p<0,05

* p<0,1

Las cuatro especificaciones de la Tabla 6 muestran un panorama similar, aunque con algunos matices. En efecto, de acuerdo con la primera especificación, la productividad parece estancada, pero nuevamente parece haber un problema de variable omitida; de acuerdo con los resultados de la segunda columna, dicha tendencia nula podría estar contaminada por el efecto positivo que la entrada en operaciones del SITM habría tenido sobre la productividad. Al controlar por esta variable, la productividad exhibe una caída estadísticamente significativa en el tiempo. Si controlamos por capacidad promedio de los buses, la productividad parece caer aún más, y el efecto del SITM se vuelve estadísticamente nulo, pues es esperable que ambas variables estén altamente correlacionadas (con la entrada del SITM, la capacidad promedio creció un 0,12 % mensual en este grupo de ciudades). Al igual que en el análisis para toda la muestra, la variable interactiva sugiere que el SITM tiene un efecto positivo sobre la productividad, pero que no alcanza a compensar su caída en el tiempo (las conclusiones respecto a las otras variables se mantienen inalteradas, con la excepción de la variable SITM, la que se vuelve, en este caso, estadísticamente significativa, pero negativa).

Tabla 6. Evolución de la productividad (ene. 2005-mar. 2018)
Variable dependiente: logaritmo de los pasajeros por bus
(ciudades grandes)

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Ciudades grandes	Ciudades grandes	Ciudades grandes	Ciudades grandes
t	3,51e-05 (7,77e-05)	-0,000350*** (8,40e-05)	-0,00109*** (7,94e-05)	-0,00124*** (9,92e-05)
SITM		0,0947*** (0,0109)	0,0583*** (0,00883)	0,0134 (0,0138)
Capacidad			0,827*** (0,0314)	0,806*** (0,0314)
t*SITM				0,000514*** (0,000136)
Constante	8,577*** (0,0111)	8,591*** (0,0108)	5,794*** (0,107)	5,871*** (0,107)
Observaciones	1.805	1.805	1.805	1.805
R-cuadrado	0,828	0,835	0,892	0,893
Estacionalidad	Sí	Sí	Sí	Sí

Paréntesis: errores estándar robustos

*** p<0,01

** p<0,05

* p<0,1

Los resultados para el modelo en que la productividad es medida como el ratio de kilómetros por bus se presentan en las Tablas 7 y 8. La primera de estas tablas considera toda la muestra (22 ciudades), mientras que la segunda considera solo el grupo de ciudades grandes, de acuerdo al criterio ya indicado.

También en este caso presentamos cuatro columnas de resultados. La primera solo incluye como variable independiente la tendencia temporal y la estacionalidad, y, al igual que en el caso de los pasajeros, observamos un coeficiente de la variable temporal negativo y estadísticamente significativo; la productividad medida de esta manera habría caído un 0,057 % promedio mensual durante este período (0,072 % en el caso de las ciudades grandes). Nuevamente vemos que la entrada en operación de un SITM habría afectado positivamente la productividad. En efecto, al controlar por la variable SITM, cuyo coeficiente presenta un signo positivo y estadísticamente significativo, el parámetro asociado a la variable temporal es nuevamente negativo, aunque mayor en términos absolutos. La productividad decrece en este caso 0,069 % promedio mensual (0,11 % en el grupo de ciudades grandes).

La tercera especificación controla por la capacidad promedio de los buses. El coeficiente es positivo y estadísticamente significativo en el análisis para toda la muestra y negativo (y

también estadísticamente significativo) en el análisis que considera solo ciudades grandes. Los otros coeficientes no se ven alterados.

La variable interactiva sugiere que el efecto positivo del SITM sobre la productividad es creciente en el tiempo solo en el caso de las ciudades grandes y, nuevamente, no logra compensar la dinámica negativa de productividad en el sector. Las conclusiones respecto a las otras variables se mantienen inalteradas.

Tabla 7. Productividad (ene. 2005-mar. 2018)
Variable dependiente: logaritmo de los kilómetros por bus
(toda la muestra)

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Toda la muestra	Toda la muestra	Toda la muestra	Toda la muestra
t	-0,000565*** (5,63e-05)	-0,000688*** (6,06e-05)	-0,000720*** (6,26e-05)	-0,000688*** (6,27e-05)
SITM		0,0602*** (0,0103)	0,0542*** (0,0108)	0,0801*** (0,0233)
Capacidad			0,0747** (0,0306)	0,0793** (0,0314)
t*SITM				-0,000251 (0,000208)
Constante	8,633*** (0,0160)	8,643*** (0,0165)	8,354*** (0,119)	8,334*** (0,123)
Observaciones	3.497	3.497	3.497	3.497
R-cuadrado	0,767	0,769	0,770	0,770
Estacionalidad	Sí	Sí	Sí	Sí

Paréntesis: errores estándar robustos

*** p<0,01

** p<0,05

* p<0,1

Tabla 8. Productividad (ene 2005-mar. 2018)
Variable dependiente: logaritmo de los kilómetros por bus
(ciudades grandes)

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Ciudades grandes	Ciudades grandes	Ciudades grandes	Ciudades grandes
T	-0,000720*** (7,91e-05)	-0,00110*** (9,04e-05)	-0,000887*** (0,000104)	-0,00106*** (9,19e-05)
SITM		0,0926*** (0,0112)	0,103*** (0,0112)	0,0511** (0,0235)
Capacidad			-0,236*** (0,0258)	-0,260*** (0,0301)
t*SITM				0,000594*** (0,000218)
Constante	8,633*** (0,0133)	8,647*** (0,0135)	9,444*** (0,0892)	9,533*** (0,105)
Observaciones	1.805	1.805	1.805	1.805
R-cuadrado	0,569	0,585	0,596	0,599
Estacionalidad	Sí	Sí	Sí	Sí

Paréntesis: errores estándar robustos

*** p<0,01

** p<0,05

* p<0,1

En el caso de los kilómetros por bus, puede surgir la interrogante sobre si los cambios en esta variable se deben a cambios exógenos o endógenos. Por ejemplo, un aumento en la congestión (con una reducción en la velocidad promedio de la flota) generaría un cambio exógeno en el número de kilómetros recorridos por bus. Sin embargo, también es posible que los operadores (o el regulador, en el caso de los SITM) cambien los planes operacionales, modificando recorridos y generando un cambio endógeno en el número de kilómetros por bus. En este último caso, si los cambios implican una optimización de la red de servicios, con una reducción de kilómetros, pero permitiendo mantener el nivel de pasajeros, entonces es posible que la reducción de kilómetros por vehículo esté en realidad indicando un aumento en la productividad total de factores, ya que para una misma demanda existiría un ahorro de otros insumos, principalmente combustible. Sin embargo, esta última hipótesis no se condice con el análisis del índice de pasajeros por kilómetro (IPK) que se presenta en el Anexo 2. Los resultados presentados en dicho anexo muestran que el IPK en Colombia se mantuvo constante o disminuyó durante el período analizado.

En resumen, para Colombia, se evidencia una reducción de la productividad en el tiempo, tanto si esta se mide por kilómetros por bus en servicio como si lo hace por pasajeros por bus en servicio. Estos resultados son consistentes con lo que predice la enfermedad de Baumol y con la evidencia empírica de estudios para países desarrollados que se presentó al comienzo de este informe. También hay evidencia de que los SITM, con su infraestructura dedicada

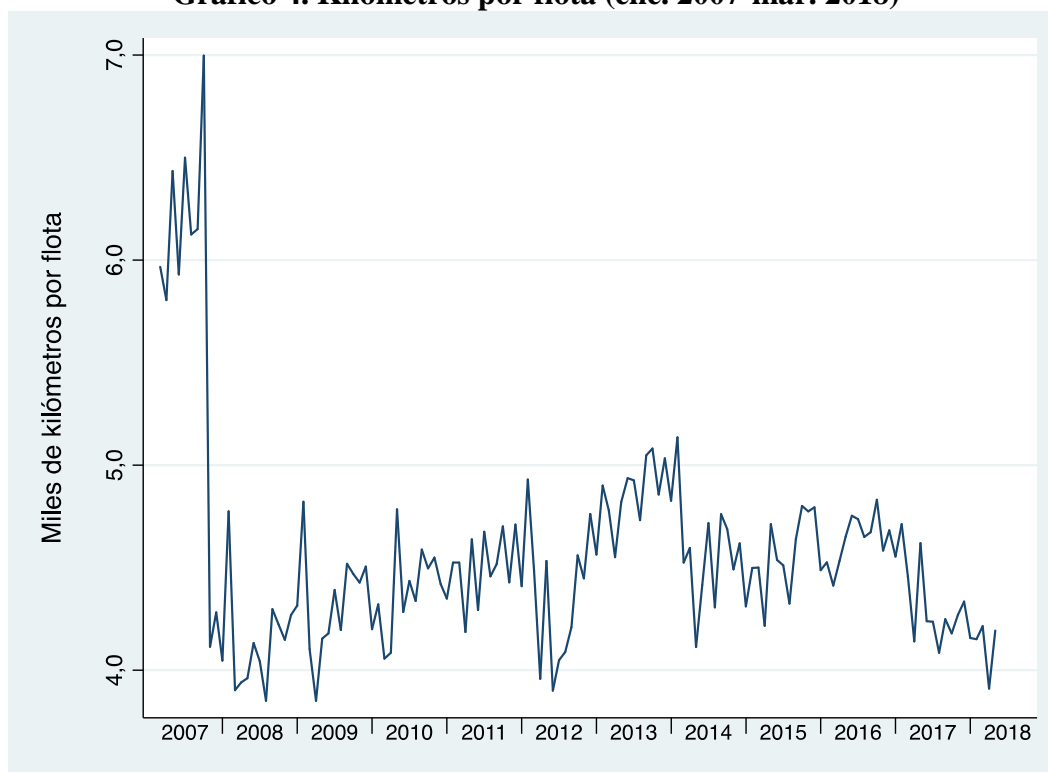
para buses, reduce la caída en productividad, aunque esta sigue siendo negativa. Esto es algo importante que se comentará más abajo, cuando se discutan las alternativas de política para reducir o revertir la enfermedad de Baumol.

Contraste: Resultados para el metro de Medellín

Se realizó también un ejercicio con datos del metro de Medellín. Para este modo de transporte contamos con 270 observaciones distribuidas en las dos líneas de metro que cubren el período enero 2007 a marzo 2018. Solo computamos la medida de productividad como kilómetros por flota en servicio, pues no tenemos información sobre pasajeros transportados.

El siguiente gráfico muestra los kilómetros recorridos por unidad de flota. Para los primeros ocho meses se observa lo que pareciera ser una anomalía en los datos, por lo cual presentamos regresiones para el período completo y también excluyendo estos meses (en ese caso el período cubierto es desde septiembre 2007 a marzo 2018). Estos resultados se presentan en la Tabla 9. Las columnas (1) y (2) muestran los resultados para todo el período y las columnas (3) y (4) muestran los resultados basados en la muestra que excluye los primeros ocho meses de información. Para cada una de estas dos muestras se estimó un modelo con y sin variables para controlar por estacionalidad mensual (modelos (1) y (3) no incluyen estas variables, mientras que los modelos (2) y (4) sí las incluyen).

Gráfico 4. Kilómetros por flota (ene. 2007-mar. 2018)



Fuente: Cálculos propios en base a la ETUP.

Tabla 9. Productividad del metro de Medellín
Variable dependiente: logaritmo de los kilómetros/flota

Variables	(1) Enero 2007-marzo 2018	(2) Enero 2007-marzo 2018	(3) Septiembre 2007-marzo 2018	(4) Septiembre 2007-marzo 2018
t	-0,000445 (0,000307)	-0,000449 (0,000308)	0,000469*** (0,000162)	0,000475*** (0,000149)
Constante	1,541*** (0,0280)	1,527*** (0,0420)	1,457*** (0,0126)	1,436*** (0,0204)
Observaciones	135	135	127	127
R-cuadrado	0,028	0,111	0,070	0,287
Estacionalidad	No	Sí	No	Sí

Paréntesis: errores estándar robustos

*** p<0,01

** p<0,05

* p<0,1

En los primeros dos modelos, la variable temporal es negativa, pero no significativa estadísticamente. En los siguientes dos modelos (que excluyen los primeros ocho meses de información) se ve que el coeficiente de la tendencia temporal es positivo y estadísticamente significativo (la productividad aumentaría un 0,047 % promedio mensual, lo que implica un crecimiento anual promedio de 0,57 %). Vale decir, la productividad en el caso del transporte subterráneo vía rieles tiene una dinámica positiva y mayor que aquella del sistema de buses, pero pequeña en comparación con el crecimiento de la productividad laboral general en la economía²⁶. Este resultado, como se ha indicado, es plenamente consistente con la literatura empírica y con lo que cabría esperar desde el punto de vista teórico.

Productividad total de factores

En el caso de Colombia resulta factible calcular una medida del cambio anual de la PTF del sistema de buses. Para esto, se utiliza el índice de Malmquist (ver Coelli et al. 1999 y 2003). Con base en los datos disponibles para cada período, comparamos la situación de cada unidad productiva (*Decision Making Unit*, DMU) respecto a la más eficiente (se trata, por tanto, de un concepto de eficiencia relativa). En el caso de Colombia, cada DMU está representada por una ciudad, es decir, cada ciudad es conceptualizada como una unidad de producción que ofrece servicios de transporte, y se calcula un indicador de eficiencia relativa de cada ciudad respecto a la más eficiente.

Presentamos en la Tabla 10 y en el Gráfico 5 los resultados de un análisis con dos insumos (flota en servicio y capacidad promedio de los buses en operación) y un producto (pasajeros transportados). Los resultados indican que la PTF decreció un 0,8 % promedio anual durante el período.

²⁶ Utilizando la base de datos provista por Fernández-Arías (2014) disponible en la página web del BID, es posible calcular una tasa anual de crecimiento en la productividad laboral de la economía colombiana de 2 % entre el año 2006 y 2011 (último año con datos disponibles).

La Tabla 11 y el Gráfico 6 presentan los resultados de un análisis con los mismos dos insumos (flota en servicio y capacidad promedio de los buses en operación), aunque considerando los kilómetros recorridos como unidad de producción. Los resultados indican que la PTF decreció un 0,6 % promedio anual durante el período.

Gráfico 5. Colombia: PTF (Índice de Malmquist 2005-2017)
Output: pasajeros

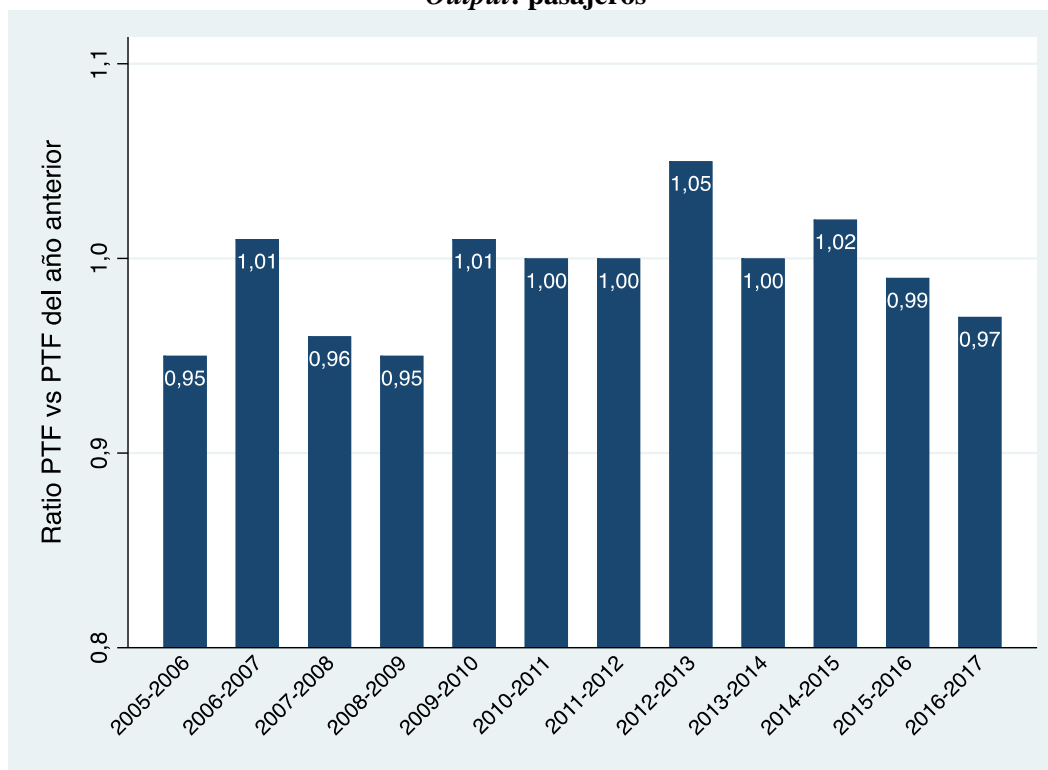


Tabla 10. Colombia: Índice de Malmquist para buses (2005-2018)
Output: pasajeros / Inputs: número de buses y capacidad promedio

Período	PTF_t/PTF_{t-1}
2005-2006	0,954719
2006-2007	1,013494
2007-2008	0,955641
2008-2009	0,951598
2009-2010	1,005499
2010-2011	0,999628
2011-2012	0,998692
2012-2013	1,053536
2013-2014	0,998955
2014-2015	1,018091
2015-2016	0,991048
2016-2017	0,971341
Promedio	0,992687

Gráfico 6. Colombia: PTF (Índice de Malmquist 2005-2017)
Output: kilómetros

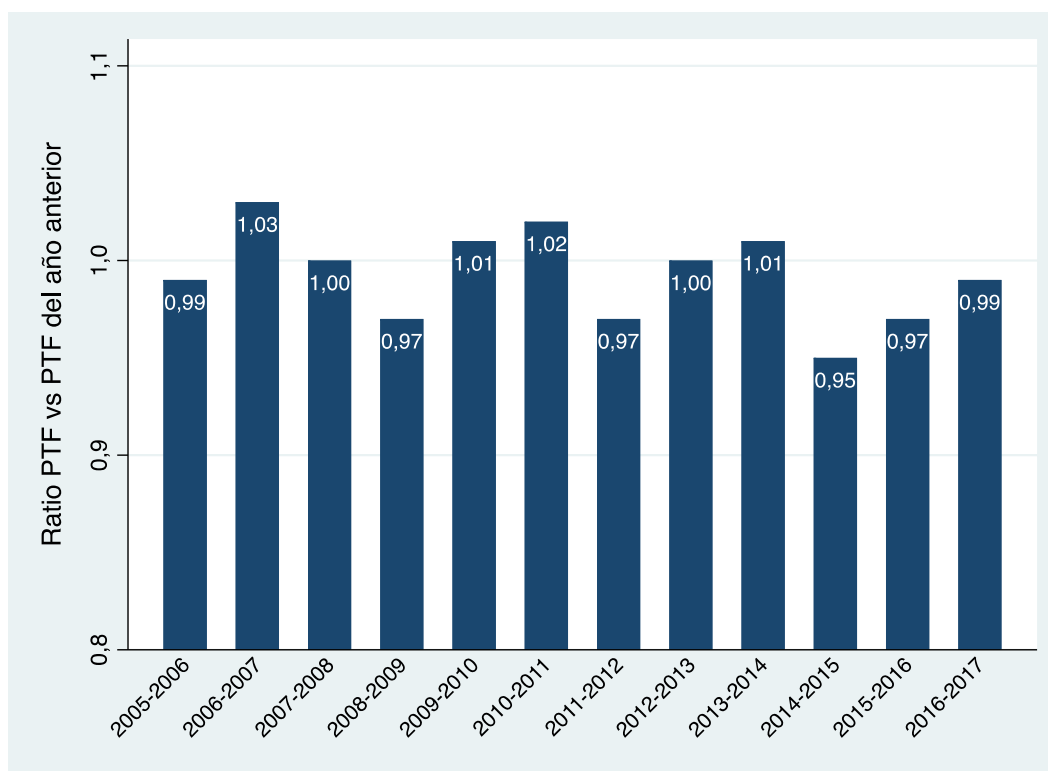


Tabla 11. Índice de Malmquist para buses, Colombia 2005-2018
Output: Kilómetros / Inputs: Número de buses y capacidad promedio

Período	PTF_t/PTF_{t-1}
2005-2006	0,987056
2006-2007	1,028020
2007-2008	0,996830
2008-2009	0,974862
2009-2010	1,005198
2010-2011	1,024944
2011-2012	0,974440
2012-2013	1,004685
2013-2014	1,010788
2014-2015	0,951383
2015-2016	0,972036
2016-2017	0,992008
Promedio	0,993521

b. Argentina

Se dispone de datos para servicios (líneas) dentro de dos unidades geográficas en Buenos Aires: el Distrito Federal (D.F.) y el Subgrupo Urbano I (SGI). Las líneas clasificadas bajo el rótulo D.F. cubren recorridos exclusivamente dentro de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), mientras que las clasificadas como SGI incluyen las rutas que, teniendo una de sus terminales en la CABA, extienden sus operaciones hasta 50 km fuera de la CABA, aunque siempre dentro de la región administrativa llamada Gran Buenos Aires.

La Tabla 12 muestra el número de líneas y el período de tiempo cubierto en el caso de cada unidad geográfica. Estas no son todas las líneas, sino una muestra de operadores para los cuales fue posible obtener información (en total existen aproximadamente 200 líneas).

Tabla 12. Líneas en la base de datos de Buenos Aires

Unidad geográfica	N.º de líneas	Período	N.º de años	N.º de meses
SGI (Subgrupo I)	30	Ene. 2007-Dic. 2017	11	132
D.F. (Distrito Federal)	12	Ene. 2007-Dic. 2017	11	132
Total	42	Ene. 2007-Dic. 2017	11	132

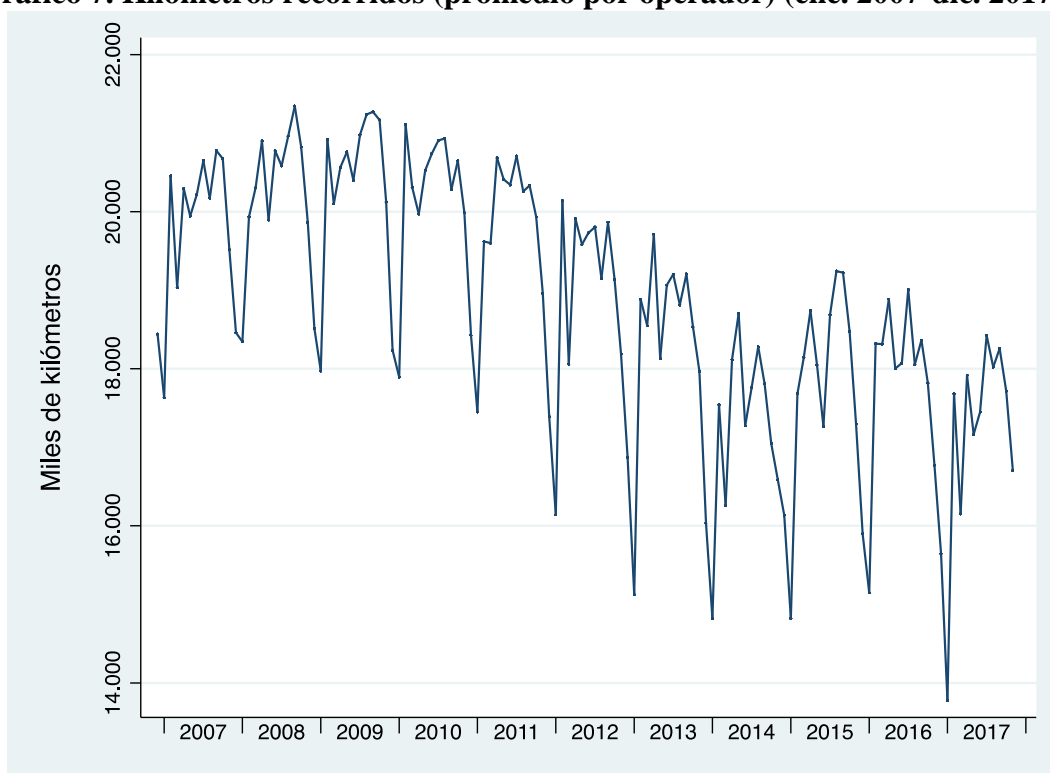
Dado que algunas líneas operan solo en el D.F. y otras cubren un radio adicional de 50 kilómetros fuera de este, para efectos de operación de transporte podemos considerar el D.F. como una subunidad geográfica contenida en el SGI. Por esta razón, en los análisis gráficos y econométricos que presentamos a continuación, agregamos la información de las líneas a nivel de dos unidades geográficas en un solo grupo.

Indicadores de productividad

Los Gráficos 7, 8 y 9 muestran la evolución de los kilómetros recorridos, los pasajeros transportados y la flota durante este período. Se observa un claro efecto estacional, el que se tendrá en cuenta en la sección que presenta los resultados econométricos.

Ignorando estas estacionalidades, el número de pasajeros transportados se comporta de manera bastante estable. Los kilómetros recorridos, en cambio, han caído, mientras que la flota parece haber crecido.

Gráfico 7. Kilómetros recorridos (promedio por operador) (ene. 2007-dic. 2017)²⁷



²⁷ Todos los gráficos de esta sección (Argentina) son de elaboración propia con datos de una muestra de los operadores del D.F. y el Subgrupo Urbano I de Buenos Aires.

Gráfico 8. Pasajeros transportados (ene. 2007-dic. 2017)

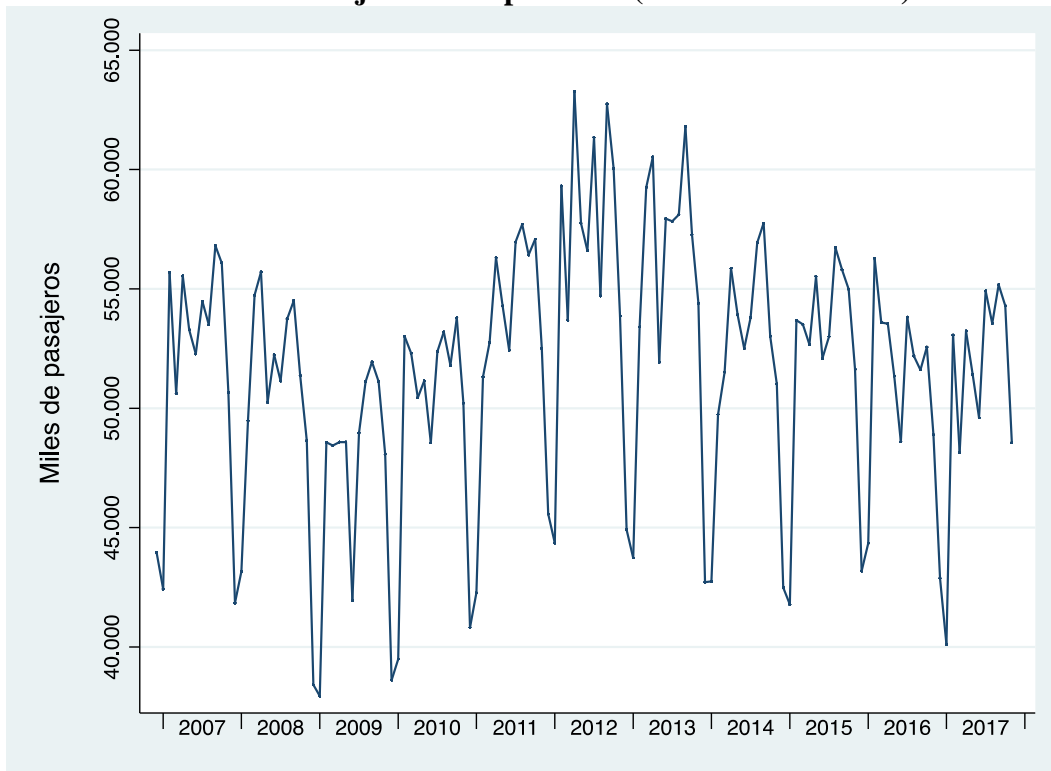
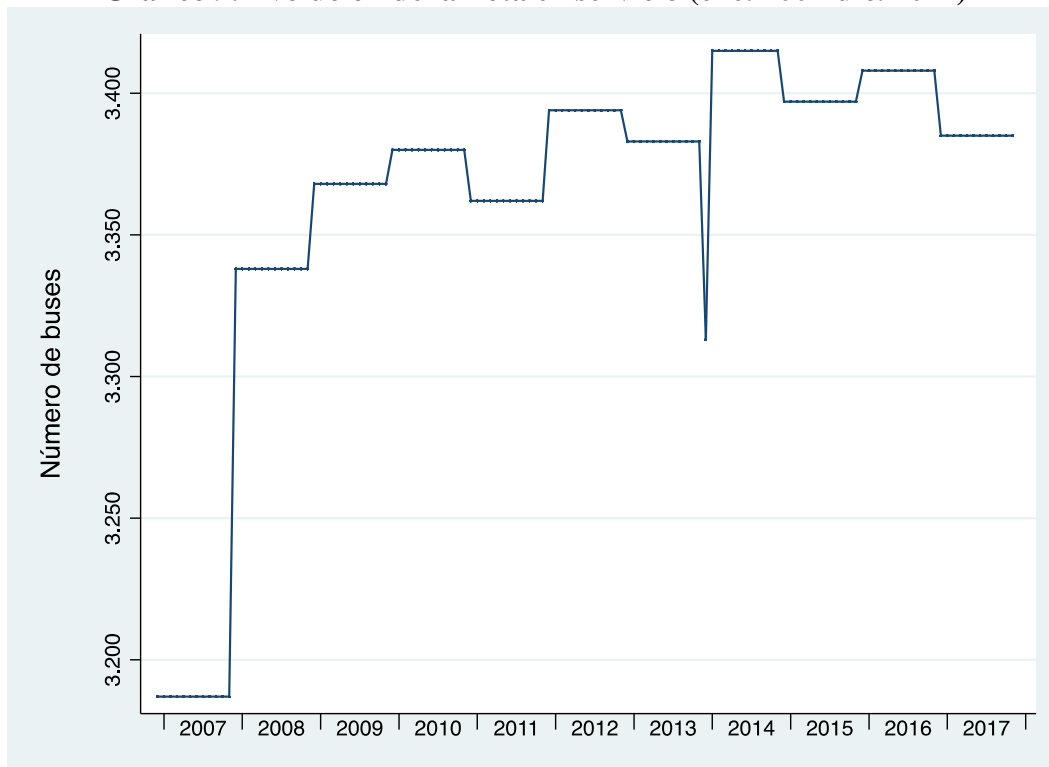
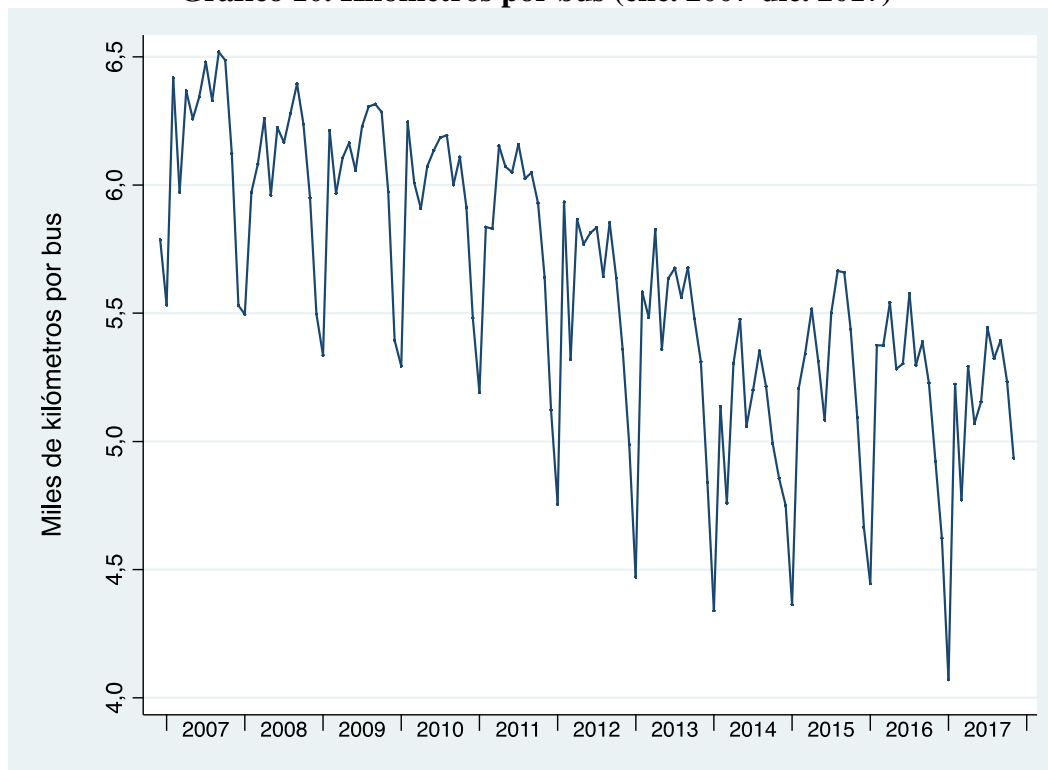


Gráfico 9. Evolución de la flota en servicio (ene. 2007-dic. 2017)



Lo anterior es consistente con la evolución de la productividad. El Gráfico 10 muestra la evolución de la productividad, medida como kilómetros por unidad de flota en servicio. Vemos un leve ajuste en la tendencia en el año 2015. Esto podría deberse (entre otras cosas) al cambio que experimentó el sistema de conteo de kilómetros recorridos: a partir de ese año comenzó el monitoreo vía GPS. Sin embargo, la tendencia es decreciente durante el período.

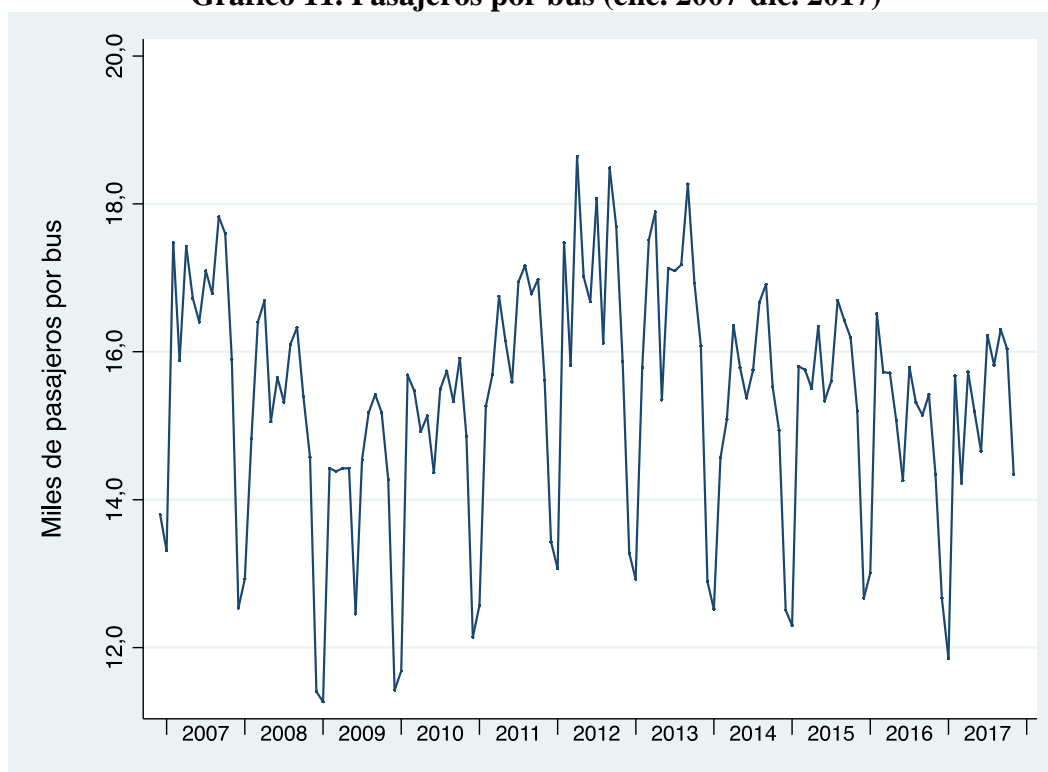
Gráfico 10. Kilómetros por bus (ene. 2007-dic. 2017)



El Gráfico 11 muestra la evolución de los pasajeros transportados por unidad de flota en servicio. Aunque tiene variaciones año a año, este indicador muestra una productividad bastante constante durante el período e, incluso, una tendencia decreciente durante la segunda mitad del período²⁸.

²⁸ La evolución de la productividad al nivel de cada línea (empresa operadora) respalda la apreciación que se deriva de la observación de datos agregados y a nivel de las dos unidades geográficas: la productividad se mantiene relativamente estable en el caso de los pasajeros y parece decrecer cuando el indicador de producción (oferta) está representado por los kilómetros. Estos resultados, por razones de espacio (repetimos que contamos con información para 42 líneas), no se reportan en este documento, pero están disponibles para los interesados.

Gráfico 11. Pasajeros por bus (ene. 2007-dic. 2017)



Costos

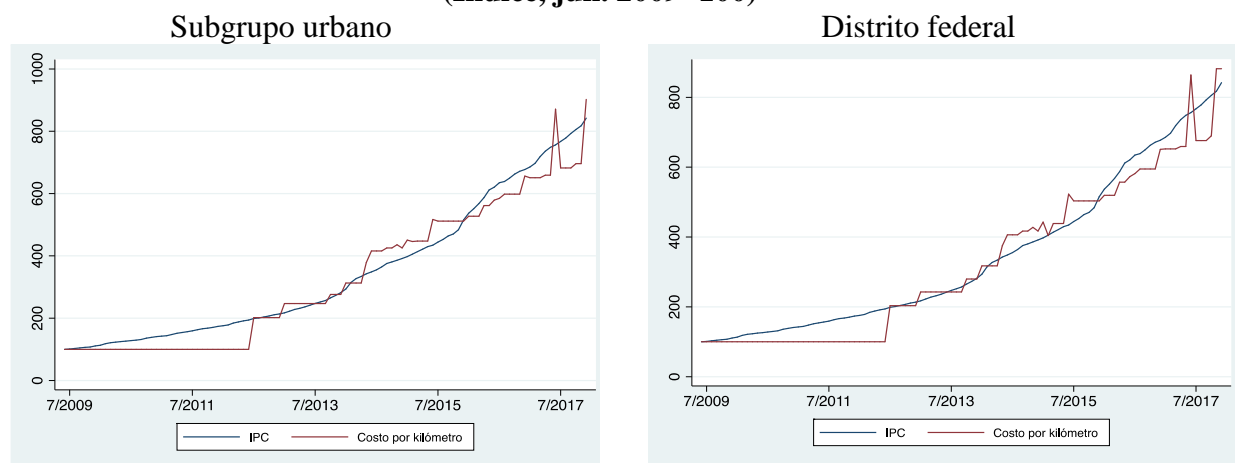
En el caso de Argentina, a diferencia de Colombia, contamos con información sobre costos. Estos son los que calcula la autoridad para fijar los subsidios. Los siguientes gráficos muestran la evolución de los costos medios para ambas zonas. Presentamos las zonas de manera separada, pues, de acuerdo a la regulación vigente, el reajuste de los costos se realiza en función de una fórmula cuyos parámetros cambian dependiendo de si la línea opera solo en el D.F. o en la zona más amplia del SGI. Como consecuencia, la serie de costos medios (costos totales por kilómetro recorrido) es la misma para todos los operadores al interior de cada unidad geográfica, pero difiere entre dichas áreas.

Contamos con información de costos a partir de junio del año 2009 y hasta diciembre de 2017 (103 períodos mensuales). Se presenta la serie nominal de costos medios y la serie de IPC (índice general de precios al consumidor) de la provincia de San Luis, pues es la única serie de datos utilizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) que se ha computado siguiendo una metodología homogénea durante todo este período (la metodología de cálculo del IPC a nivel nacional fue recientemente modificada, la serie original,

discontinuada y la serie de IPC de la ciudad de Buenos Aires se ha construido utilizando una metodología invariable recién desde julio de 2012)²⁹.

En algunos períodos, los reajustes a los costos nominales por parte de la autoridad han tomado tiempo. Por ejemplo, entre enero de 2007 y mayo de 2012 los costos no fueron reajustados. Por ese motivo, vemos tramos horizontales en la serie de costos medios, razón por la cual, si deflactáramos la serie de costos medios por el IPC, tendríamos un costo expresado en términos reales que, aunque crecería en el largo plazo, exhibiría muchas discontinuidades; la curva resultante no sería muy informativa. Parece más adecuado, desde el punto de vista económico, realizar la comparación a partir de junio de 2012, cuando tiene lugar el primer reajuste. Si tomamos la variación mes a mes durante ese período, el costo medio ha crecido 2,55 % promedio mensual en el SGI (2,59 % en el D.F.), más que la serie de IPC (que ha crecido en un 2,25 % promedio mensual). Si tomamos un promedio a partir de los puntos inicial y final (desde junio 2012), los costos crecen 5,1 % mensual en el SGI (5,2 % en el D.F.) mientras que el IPC lo hace a un 4,8 % promedio cada mes³⁰.

Gráfico 12. IPC general vs costo por kilómetro (Jun. 2009-sep. 2017)
(Índice, jun. 2009=100)



²⁹ El coeficiente de correlación entre el IPC de San Luis y el de Buenos Aires entre julio 2012 y noviembre de 2017 es de 0,9984, lo que implica que el primero es un buen *proxy* del segundo.

³⁰ Aunque observamos que los costos crecieron más en las rutas que cubren las zonas más alejadas de CABA, no podemos pronunciarnos sobre la significancia de dicha diferencia ni identificar la(s) causa(s) de esta. Una hipótesis podría relacionarse con la mayor congestión en CABA, pero no contamos con evidencia al respecto.

Análisis econométrico

Como se ha indicado, se dispone de datos para distintas líneas al interior de cada unidad geográfica. Pero algunas operan solo en el D.F. y otras cubren un radio adicional de 50 kilómetros fuera de este. Por lo tanto, para efectos de operación de transporte, podemos considerar el D.F. como una subunidad geográfica, contenida en el SGI. En vista de esto, las regresiones consideran todos los datos de la muestra.

Dado que la regulación (incluyendo la determinación de la flota en respuesta a los kilómetros recorridos) es distinta en ambas unidades geográficas, deberíamos incluir una variable para verificar este posible efecto. Pero esto lo hacemos implícitamente, incorporando variables discretas para cada línea; estas capturarán tanto posibles diferencias a nivel de las dos categorías como también características no observables de cada línea que podrían afectar su eficiencia relativa.

Se realizan dos análisis de regresión, uno en el que la variable dependiente es el número de kilómetros recorridos en promedio por cada bus y otra en que dicha variable mide los pasajeros transportados por cada bus, ambas variables expresadas en logaritmo, lo cual permite interpretar el coeficiente de la variable temporal como un cambio porcentual (semielasticidad). Esto es equivalente al análisis presentado en el caso de Colombia.

Contamos con un panel de datos perfectamente balanceado: información para un período de 11 años (2007-2017) con frecuencia mensual (132 meses) para dos unidades geográficas (D.F. y SGI). Por lo mismo, realizamos una estimación con datos de panel y efectos fijos por línea.

Parte de la evolución de la productividad puede ser explicada por la entrada en operaciones de una serie de corredores (vías exclusivas) durante el período. Para tener en cuenta lo anterior, incluimos variables discretas que toman el valor 1 a partir del mes siguiente a la entrada en operaciones de cada corredor y para aquellas líneas beneficiadas por la nueva infraestructura. La siguiente tabla (Tabla 13) muestra la fecha en que comenzaron a operar los corredores en distintos puntos de AMBA y las líneas que los utilizan.

Tabla 13. Corredores (Buenos Aires)

Nombre	Corr.	Identificador del servicio (líneas) de la muestra que lo utilizan	Inicio de operaciones
Juan B. Justo	1	2003-1028	Agosto 2011
9 de Julio	2	1010-1013-1001-1003	Julio 2013
Sur	3	Ninguna (se omite en las regresiones) ^a	Agosto 2013
AU 25 de mayo	4	1009	Octubre 2015
Norte etapa 1	5	1006-1010-1011-1014-1026	Junio 2015
San Martín	6	1015-1021-1024-1005-2008	Abril 2016
Norte etapa 2	7	1011-2006-1026-1010-1013-1012	Noviembre 2016
La Matanza	8	1029	Mayo 2017
Del Bajo	9	2011-1025-1007-1026-1018-2002	Junio 2017
Ruta 8	10	1015	Octubre 2017

^a Los datos son una muestra de servicios, ninguno de los cuales pasa por este corredor. Este es utilizado por otros servicios que no están en la muestra utilizada en este estudio.

La Tabla 14 muestra los resultados para la variable pasajeros por bus. Vemos que el coeficiente de la tendencia temporal no es significativo en ninguna de las tres especificaciones. Respecto a los corredores, tres de ellos tienen un impacto positivo y estadísticamente significativo en el número de pasajeros promedio, pero dicho efecto no se refleja en el coeficiente asociado a la evolución de la productividad en el tiempo, el cual sigue siendo no significativo³¹.

Estos resultados indicarían una productividad constante en este sector en el caso de Buenos Aires. Esto no significa que la enfermedad de Baumol no esté presente, ya que una productividad laboral constante en un sector, mientras la productividad laboral general de la economía crece, igualmente implica un aumento en el costo relativo del bien o servicio en cuestión. De hecho, la evidencia de costos presentada más arriba sugiere que estos han aumentado más que la inflación general de la economía, al menos desde el año 2012.

La Tabla 15 presenta los resultados cuando la variable dependiente es el indicador de productividad en función del número de kilómetros recorridos por bus (en logaritmo). Vemos que el coeficiente de la tendencia temporal es negativo y estadísticamente significativo en las tres especificaciones, lo cual es consistente con la teoría. Si solo consideramos la segunda y tercera especificación (que controlan por estacionalidad), observamos que los kilómetros por bus decrecen entre 0,152 % y 0,163 % por mes en promedio. Más interesante aún es el hecho de que esta variable cae más cuando se controla por la entrada en operaciones de los distintos corredores (tercera especificación). Cinco de estos corredores parecen haber tenido un impacto positivo y estadísticamente significativo en el número de kilómetros recorridos por bus para aquellas líneas beneficiadas por estos corredores. La especificación 2, al no controlar por este efecto, predice una caída algo menor en los kilómetros por bus.

³¹ En el caso del corredor 25 de mayo, el coeficiente es negativo, lo que implica que la productividad cayó con la apertura de ese corredor. No tenemos una explicación para este resultado.

Tabla 14. Evolución de la productividad (Buenos Aires)
Estimación por efectos fijos

Variables	(1) Log (pas./bus)	(2) Log (pas./bus)	(3) Log (pas./bus)
T	0,000118 (0,000227)	-0,019203 (0,000227)	-0,000238 (0,000209)
corr_1			0,260*** (0,0363)
corr_2			0,111** (0,0499)
corr_4			-0,0236* (0,0139)
corr_5			-0,0492 (0,0383)
corr_6			-0,0121 (0,0374)
corr_7			0,0217 (0,0384)
corr_8			-0,0201 (0,0142)
corr_9			-0,00620 (0,0490)
corr_10			0,135*** (0,0330)
Constante	9,621*** (0,0151)	9,432*** (0,0156)	9,435*** (0,0150)
Observaciones	5.544	5.544	5.544
R-cuadrado	0,001	0,310	0,345
Estacionalidad	Sí	42	42

Paréntesis: errores estándar robustos

*** p<0,01

** p<0,05

* p<0,1

Tabla 15. Evolución de la productividad (Buenos Aires)
Estimación por efectos fijos

Variables	(1) Log (km/bus)	(2) Log (km/bus)	(3) Log (km/bus)
T	-0,00143*** (0,000180)	-0,00152*** (0,000180)	-0,00163*** (0,000197)
corr_1			0,0566 (0,0402)
corr_2			0,0543** (0,0216)
corr_4			0,0680*** (0,0132)
corr_5			-0,00927 (0,0215)
corr_6			0,0382 (0,0447)
corr_7			-0,0402 (0,0363)
corr_8			0,0700*** (0,0135)
corr_9			0,0431** (0,0161)
corr_10			0,127*** (0,0389)
Constante	8,687*** (0,0120)	8,596*** (0,0142)	8,599*** (0,0143)
Observaciones	5.544	5.544	5.544
R-cuadrado	0,156	0,379	0,387
Estacionalidad	No	Sí	Sí

Paréntesis: errores estándar robustos

*** p<0,01

** p<0,05

* p<0,1

Al igual que en el caso de Colombia, surge la interrogante de si la caída en los kilómetros por bus pudiera ser endógena, producto de una optimización de la red de recorridos, permitiendo mantener el nivel de demanda ahorrando el costo de algunos otros insumos. Para examinar esta hipótesis, en el Anexo 3 se presenta un análisis del IPK para el caso de Buenos Aires. Hay evidencia de que este indicador aumentó durante el período bajo análisis, lo que sería consistente con una optimización de la malla de recorridos que mejora la productividad del sector.

Otra hipótesis consistente con estos resultados es que existe una congestión urbana creciente que afecta adversamente la productividad del transporte por superficie, medida por kilómetros recorridos, pero no así la demanda que puede ser más bien cautiva si los usuarios no tienen alternativas de transporte. Los corredores, al aislar a los buses del efecto de la congestión en algún tramo de sus servicios ayuda a mitigar dicho impacto negativo.

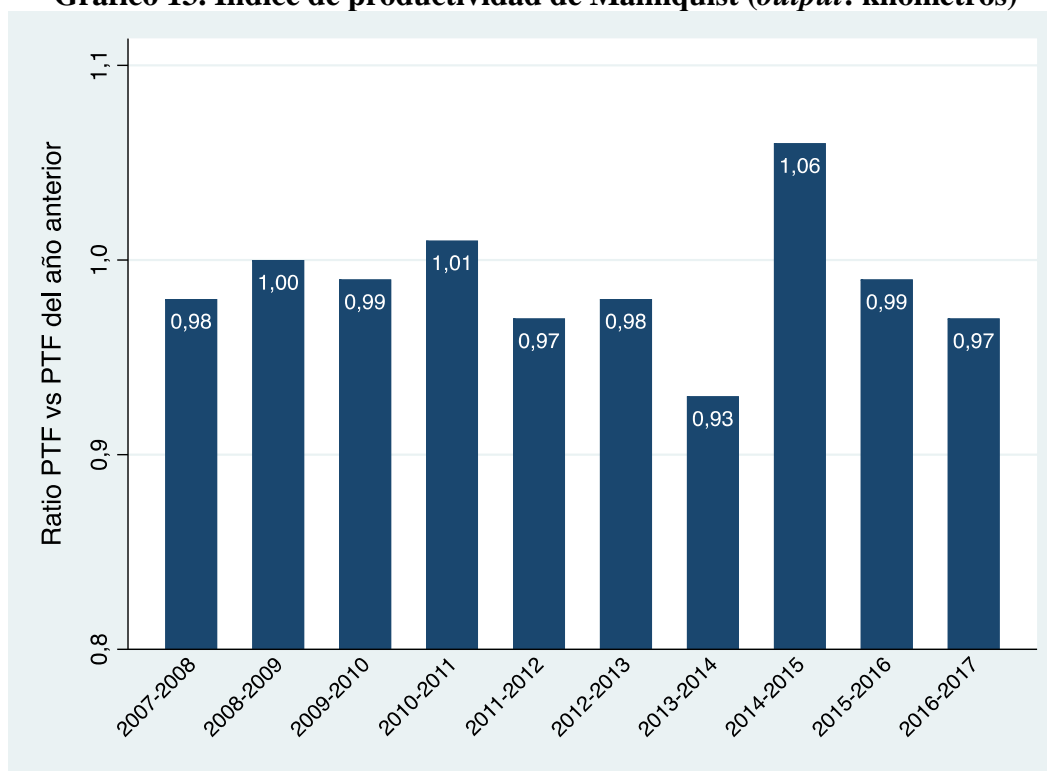
Productividad total de factores (PTF)

En el caso de Argentina, también se dispone de información para calcular la PTF y sus cambios, en base al índice de Malmquist.

A diferencia de Colombia, las DMU no son las ciudades, sino las líneas (operadores) para las que se dispone de información. Además, se cuenta con información sobre trabajadores totales de cada operador, lo que nos permite hacer los análisis con dos insumos (flota y trabajadores totales)³².

El Gráfico 13 y la Tabla 16 presentan los resultados de este análisis considerando los kilómetros como indicador de producción (*output*). Vemos que la PTF tiene un cambio promedio anual negativo; en promedio la PTF es un 98,5 % de aquella del período anterior³³.

Gráfico 13. Índice de productividad de Malmquist (*output*: kilómetros)



³² La elección de los insumos estará siempre condicionada por la información disponible; en esta oportunidad, los datos nos posibilitan trabajar con estas variables. En el caso de Colombia utilizamos como insumos el número y la capacidad promedio de los buses en servicio; Evangelinos et al. (2012) usan buses, conductores y densidad poblacional.

³³ Como se indicó en el análisis para Colombia, la evidencia encuentra cambios cercanos al 0,5 % en países desarrollados en diversos subperíodos de las dos o tres últimas décadas, aunque esa literatura también indica que este tipo de análisis es sensible a valores extremos (*outliers*) y problemas de los datos (ver Evangelinos et al. 2012). También es cierto que la PTF en Argentina, de acuerdo a estimaciones recientes, ha caído durante el período para la economía en general.

Tabla 16: Índice de Malmquist (*output*: kilómetros)

Período	PTF_t/PTF_{t-1}
2007-2008	0,976769
2008-2009	1,000226
2009-2010	0,987576
2010-2011	1,006706
2011-2012	0,967911
2012-2013	0,979917
2013-2014	0,925510
2014-2015	1,057319
2015-2016	0,985500
2016-2017	0,972556
Promedio	0,985999

El mismo análisis es confirmado utilizando el número de pasajeros como *output*, tal como muestran la Tabla 17 y el Gráfico 14. En este caso la PTF es, en promedio, un 99,9 % de aquella del período anterior

Gráfico 14. Índice de productividad de Malmquist (*output*: pasajeros)

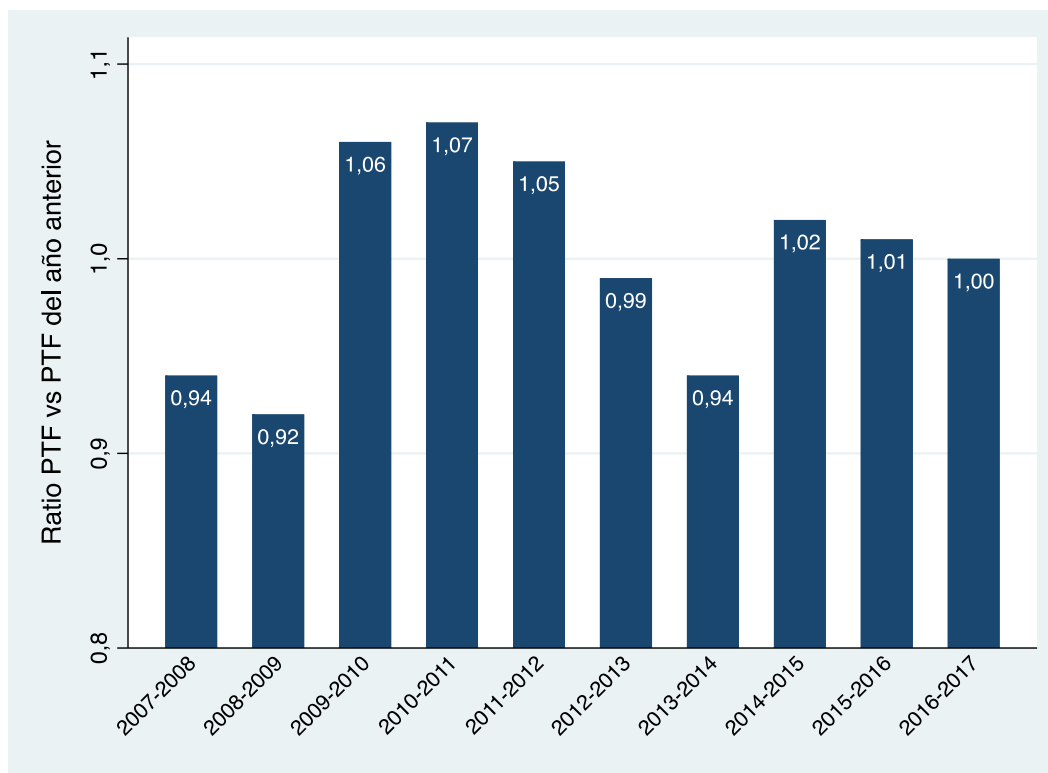


Tabla 17: Índice de Malmquist (*output*: pasajeros)

Período	PTF_t/PTF_{t-1}
2007-2008	0,938305
2008-2009	0,924918
2009-2010	1,057345
2010-2011	1,070490
2011-2012	1,049732
2012-2013	0,988238
2013-2014	0,935982
2014-2015	1,015711
2015-2016	1,008451
2016-2017	0,997510
Promedio	0,998668

En resumen, en el caso de Buenos Aires, la evidencia sobre cambios en productividad es mixta. Los pasajeros por bus se han mantenido relativamente constantes y ha aumentado el IPK. Sin embargo, la evolución de los costos medios de los servicios indicaría que esto ha sido insuficiente para contrarrestar la enfermedad de Baumol, la que seguiría estando presente, aunque tal vez en menor medida que en los otros casos presentados en este estudio.

c. Ciudad de Panamá

En el caso de Ciudad de Panamá, se utilizan datos de la empresa Transporte Masivo de Panamá S. A. (MiBus), sociedad pública, subsidiaria del Metro de Panamá S. A. y encargada de la operación del servicio de transporte de pasajeros en el Área Metropolitana de Panamá³⁴. La información disponible es desde enero de 2014 a diciembre de 2017.

Se utilizan dos medidas de producción: kilómetros y pasajeros. Para construir los indicadores de productividad se utiliza, al igual que en el caso de Colombia y Buenos Aires, el número de buses como denominador.

Los Gráficos 15 y 16 muestran los resultados para cada indicador. La productividad presenta una tendencia decreciente, independientemente de cuál sea la medida utilizada. Cuando se consideran los pasajeros transportados por bus, la caída mensual promedio es de 0,659 %, y cuando se considera los kilómetros por bus como unidad de producción, la caída mensual promedio es 0,601 %. En este último caso, sin embargo, existe una alta variabilidad^{35, 36}.

³⁴ Ver sitio web de MiBus (www.mibus.com.pa).

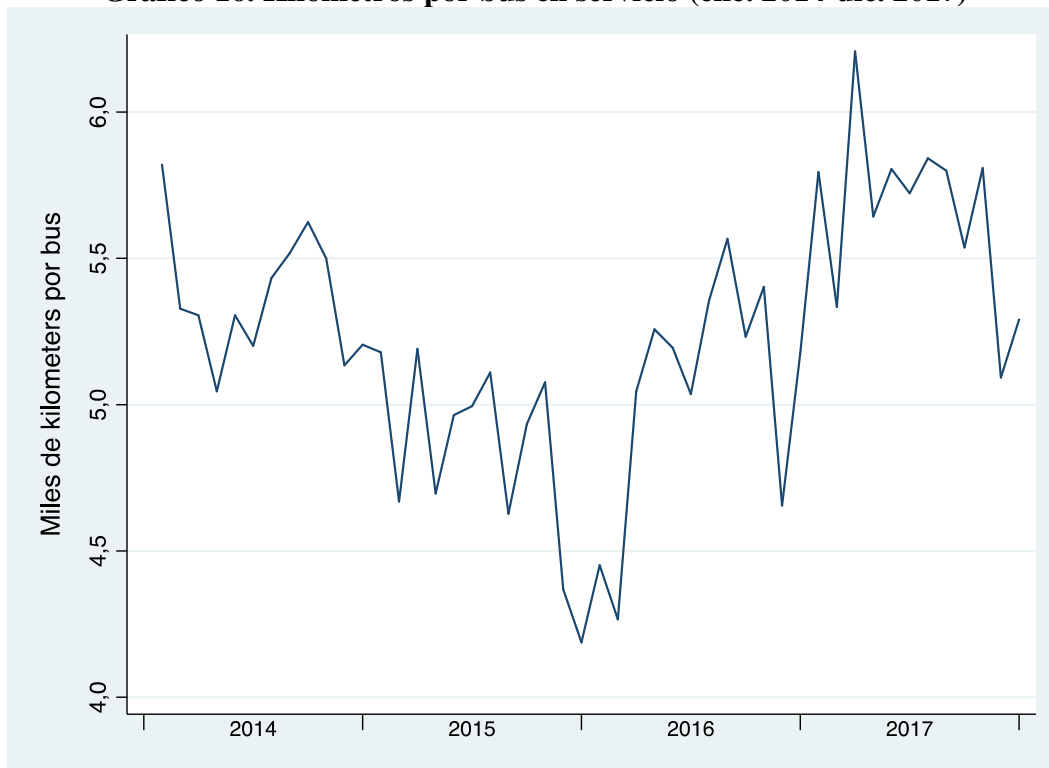
³⁵ En este caso, como solo hay una unidad productiva (MiBus), no tiene sentido realizar un análisis econométrico, como en el caso de Colombia y Buenos Aires.

³⁶ Estas cifras implican una caída en el nivel de IPK en este caso.

Gráfico 15. Pasajeros por bus en servicio (ene. 2014-dic. 2017)

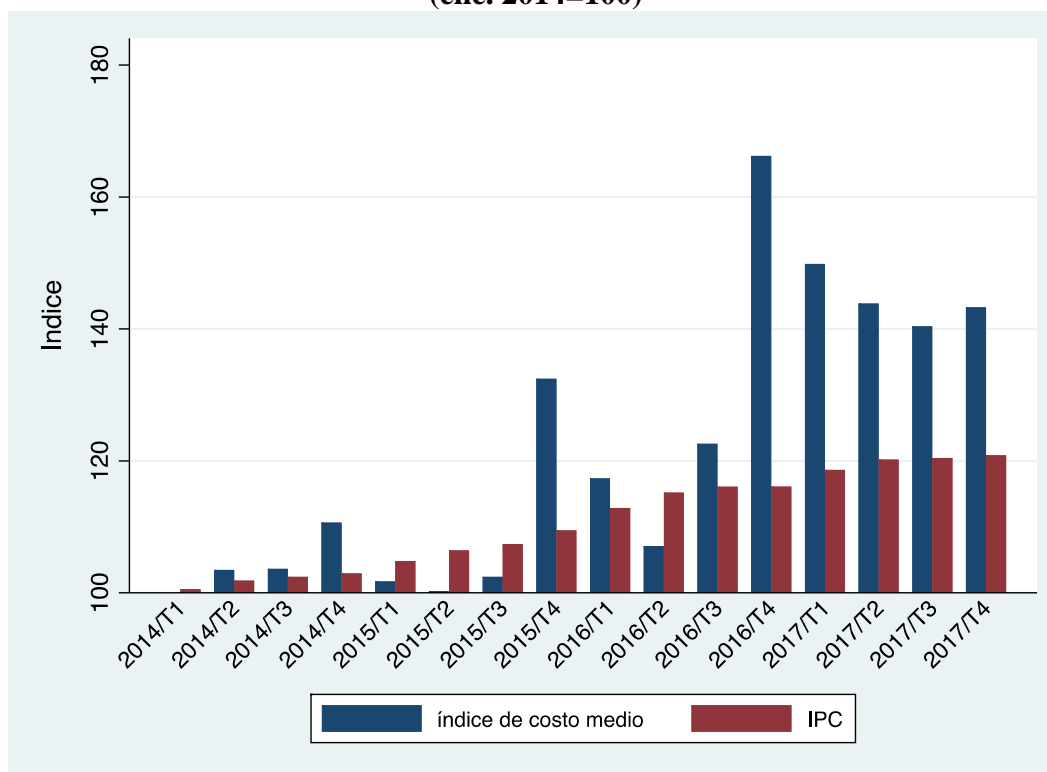


Gráfico 16. Kilómetros por bus en servicio (ene. 2014-dic. 2017)



Para el caso de Ciudad de Panamá, también se cuenta con información de costos. Los costos por pasajero aumentaron 1,13 % promedio mensual, tasa mayor al crecimiento promedio del IPC de la economía panameña durante el mismo período (0,41 %). Por lo tanto, los costos reales han aumentado en el tiempo, al igual que en el caso de Buenos Aires.

Gráfico 17. Costo medio vs. IPC (serie trimestral)
(ene. 2014=100)



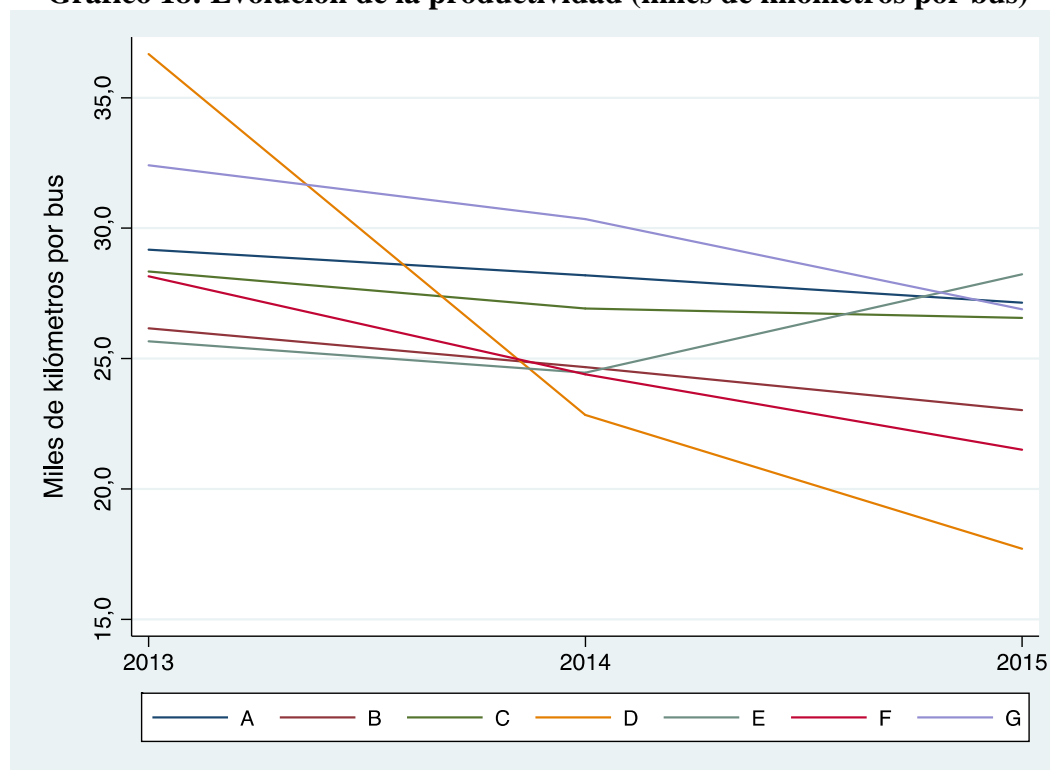
Los resultados para el caso del servicio de transporte público de superficie en Ciudad de Panamá son cualitativamente similares a los de Colombia y Buenos Aires, confirmando la presencia de la enfermedad de Baumol. Lamentablemente, no se cuenta con información del metro de Panamá para realizar un contraste similar al de Colombia.

d. Santiago de Chile

El análisis para Santiago se realiza con base en información de siete operadores de buses de superficie y para el metro (tren subterráneo). La información para los buses es muy limitada (solo cuatro observaciones anuales por operador, para los años 2013 a 2015). Además, se tiene información agregada (para el sistema de buses completo) para el período 2012-2017.

En el Gráfico 18 se muestra la evolución, marcadamente decreciente, de los kilómetros promedio por bus en operación. Esta tendencia se confirma en el caso de todos los operadores, y en el caso de uno de ellos es particularmente acentuada.

Gráfico 18: Evolución de la productividad (miles de kilómetros por bus)

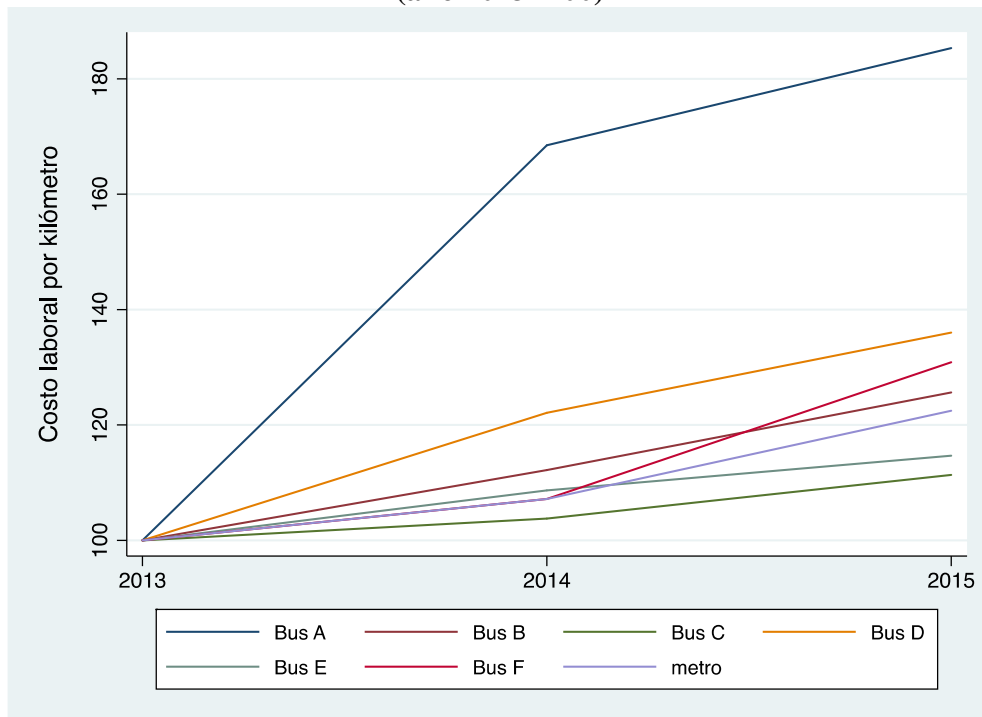


Fuente: DTPM, Directorio de Transporte Público Metropolitano, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile. Las letras A-F corresponden a cada operador de buses (su identidad no se revela por razones de confidencialidad de la información).

Consistente con la evolución de la productividad es el aumento del costo laboral por kilómetro recorrido (Gráfico 19). Dicha evolución creciente, como es de esperar, es especialmente marcada en el caso del operador cuya productividad decrece más acentuadamente. Este gráfico incluye datos de costos para seis de los siete operadores de buses del gráfico anterior (uno de ellos no reportó datos de costos). Los costos laborales por kilómetro recorrido del sistema metro crecen menos que cuatro de estos seis operadores de buses. El Gráfico 20 complementa esta evidencia comparando el costo laboral por kilómetro recorrido en el caso de los buses como sistema agregado y del metro con la evolución del IPC³⁷.

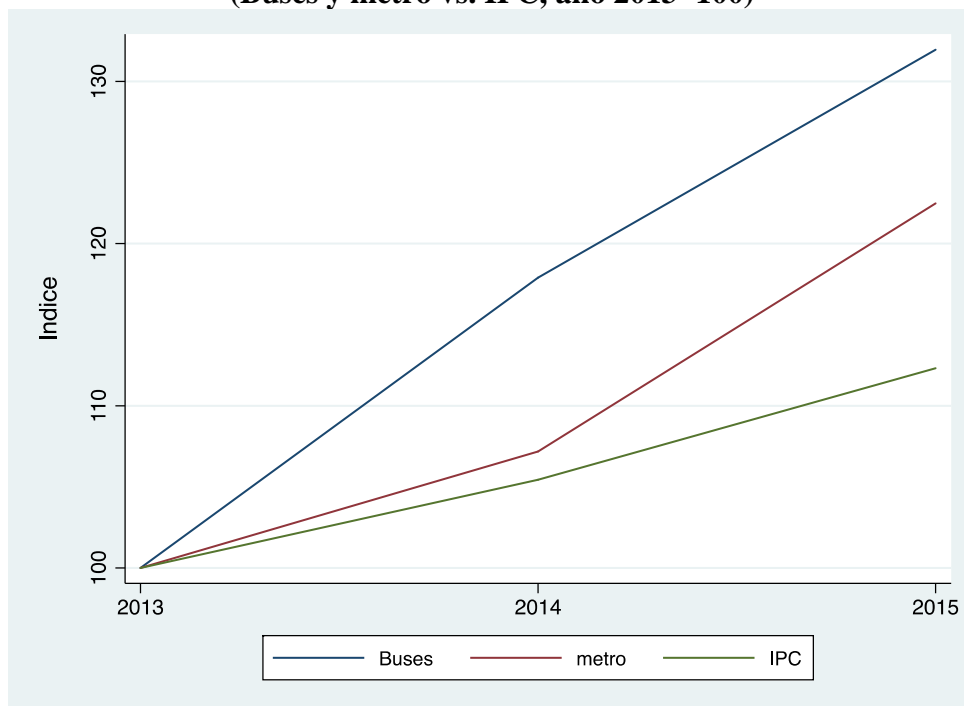
³⁷ Como se puede notar, en los Gráficos 17 y 18 hemos presentado indicadores de costo laboral por kilómetro recorrido. Para ilustrar la prevalencia de la enfermedad de Baumol es ciertamente mejor contar con datos de costo total (no solo de costo laboral), pero en este caso esta es la información a la que hemos podido acceder.

**Gráfico 19. Índice de costo laboral por kilómetro recorrido
(año 2013=100)**



Fuente: DTPM, Directorio de Transporte Público Metropolitano, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile. Las letras A-F corresponden a cada operador de buses (su identidad se mantiene en reserva por razones de confidencialidad de la información).

**Gráfico 20. Índice de costo laboral por kilómetro recorrido
(Buses y metro vs. IPC, año 2013=100)**



Fuente: DTPM, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile.

La productividad medida en términos de pasajeros transportados también decrece más en el caso del sistema de buses que del transporte vía metro, como se indica en la Tabla 18, donde se presenta la información anual para ambos indicadores, tanto para el metro como para el sistema de buses en el agregado³⁸.

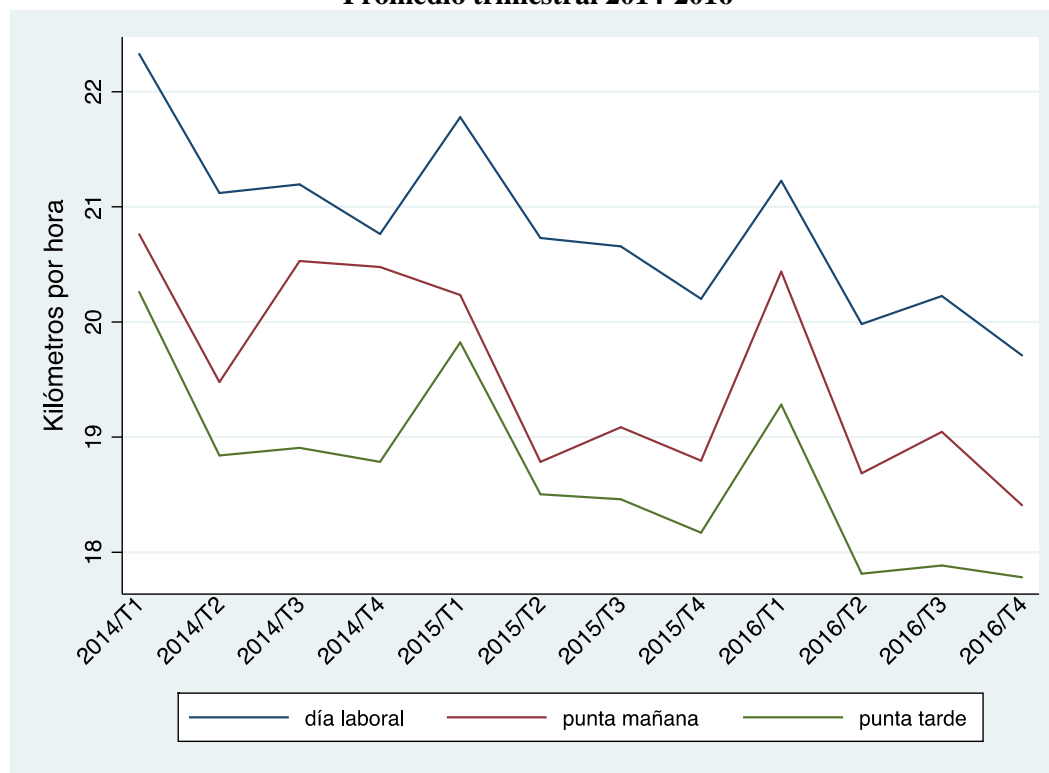
Tabla 18. Productividad del sistema de buses de superficie vs. metro

Período	Km./flota		Pas./flota	
	Metro	Buses	Metro	Buses
2012	0,69	0,07	3.414.783	164.421
2013	0,77	0,07	3.589.625	155.597
2014	0,75	0,07	3.595.337	149.356
2015	0,74	0,07	3.558.120	140.690
2016	0,73	0,07	3.612.571	132.557
2017	0,67	0,07	3.396.687	129.932
2012-17	-3,14 %	-9,08 %	-0,53 %	-20,98 %
2012-17 (promedio)	-0,63 %	-1,82 %	-0,11 %	-4,20 %

En parte, la caída en la productividad se explicaría por la caída en la velocidad promedio de los buses, producto de la mayor congestión en la ciudad, asunto que se resaltaré en la discusión de opciones de política para aminorar la enfermedad de Baumol. El Gráfico 21 muestra la evolución de la velocidad promedio entre 2014 y 2015, considerando distintos horarios (el horario de menor afluencia de público y los dos horarios de mayor congestión). Estas tendencias son decrecientes en el tiempo, reflejo, sin duda, de la mayor congestión vehicular.

³⁸ En este cuadro el índice de pasajeros por bus puede estar influenciado por cambios en la tasa de evasión en este medio de transporte (que fluctúa entre un 20 % y un 30 % y que ha ido creciendo en el tiempo). Esto no afectaría los pasajeros de metro, ya que la evasión en este medio es casi nula. Por otro lado, ignorando el posible efecto de la evasión, la caída en los pasajeros por bus ha sido mayor que en los kilómetros por bus, indicando que el IPK también ha caído durante el período.

Gráfico 21. Velocidad Promedio (km/h)
Promedio trimestral 2014-2016



Fuente: DTPM Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile.

En resumen, al igual que en el caso de Colombia, Buenos Aires y Ciudad de Panamá, en Santiago de Chile también hay evidencia para sostener que la enfermedad de Baumol está presente en el transporte público, particularmente en el transporte de superficie. Además, para el caso de Santiago, se cuenta con información, aunque limitada, que sugiere que la congestión podría estar agudizando las consecuencias de esta enfermedad en el transporte de superficie³⁹.

5. Medidas regulatorias para contrarrestar la enfermedad de Baumol en ALC

Como se discutió al comienzo de este informe, la enfermedad de Baumol implica que el transporte público se encarecerá continuamente en relación a otros bienes y servicios de la economía. Esto implica que la sociedad (ya sea de forma privada o con apoyo público) deberá destinar una cantidad creciente de recursos a este sector, asunto que se discutirá en las conclusiones de este informe. Sin embargo, cualquier acción que mejore la productividad del sector ayudará a contrarrestar los efectos de la enfermedad de Baumol. En esta sección

³⁹ Durante este período la flota del Transantiago se mantuvo prácticamente constante por lo que la dinámica descrita no obedece a un aumento de flota. Los planes operacionales tuvieron que ser modificados (ofreciendo menos servicios y menos frecuencia) para adecuarse a la menor velocidad promedio de la flota.

revisamos las políticas, regulaciones y cambios tecnológicos que podrían ser útiles para este propósito. Se argumentará que lo más probable es que estas políticas no logren reducir completamente este fenómeno, al menos durante las próximas décadas y, por lo tanto, persistirán sus consecuencias en algún grado en el futuro cercano.

1) Vehículos Autónomos (VA)

Como hemos señalado, la enfermedad de Baumol afecta a aquellas actividades productivas que dependen críticamente del factor trabajo y en las que las posibilidades de este factor productivo por capital son muy limitadas. En el sector transporte, este sería el caso de los conductores. Aún se requiere un número fijo de conductores por vehículo y, salvo el aumento en los tamaños de los buses (el que, por lo demás, suele venir acompañado de una reducción de la frecuencia de servicio), existe escaso cambio tecnológico que incremente la productividad. En el caso de transporte por rieles (trenes y metro), existe mayor cambio tecnológico y sustitución de factores — como, por ejemplo, la conducción automática —, por lo que el fenómeno de Baumol es menos intenso que en el caso de los buses.

En el sector transporte de superficie se vislumbra también la introducción de vehículos autónomos. Este cambio tecnológico podría reducir significativamente la enfermedad de Baumol, en la medida que promueve la sustitución de mano de obra por capital.

Por lo tanto, promover y acelerar la transición hacia vehículos autónomos en el transporte público puede ser un remedio para la enfermedad de Baumol. Sin embargo, esto aún parece lejano en la práctica, tanto en países desarrollados como en economías en desarrollo⁴⁰. La tecnología aún está en desarrollo, tiene costos iniciales altos en relación con la tecnología convencional existente, y hay una serie de problemas de transición (legales y técnicos) que se deben resolver⁴¹. Además, por analogía con el desarrollo de la tecnología de trenes y metro, la automatización de la conducción y el cambio tecnológico en materia de señalización no logran eliminar del todo la enfermedad de Baumol. La productividad del transporte sobre rieles crece a un ritmo mayor que la de buses, pero aún es menor al crecimiento de la productividad promedio de la economía.

Por otro lado, los VA también pueden ser una amenaza para el transporte público en la medida que le quiten demanda al transporte mayor (transporte público masivo). Algo similar ya está ocurriendo con los servicios de plataformas (Uber, Lyft); una fracción significativa de usuarios sustituyen transporte público por estos nuevos servicios (Tirachinni y Gómez-Lobo 2018).

En conclusión, los países de la región deben estar preparados para la revolución tecnológica que viene con la automatización vehicular y para adoptarla cuando sea económicamente conveniente hacerlo. Esto reducirá significativamente la enfermedad de Baumol en este sector. Pero aún falta mucho tiempo para que este cambio se haga realidad, por lo que es necesario adoptar otras medidas también.

⁴⁰ Litman (2018) estima que no será sino en la década del 2040 o 2050 que la mayoría de los vehículos serán conducidos en forma autónoma.

⁴¹ Ver Litman (2018) para una revisión muy completa de los costos y beneficios de la introducción de vehículos autónomos.

2) Políticas para reducir la congestión

Otro fenómeno que contribuye a acentuar los efectos de la enfermedad de Baumol en el transporte público de superficie es la congestión. La creciente tasa de motorización en la región, afecta la velocidad promedio del transporte por buses cuando estos comparten el mismo espacio vial que los vehículos privados. Esto reduce la calidad del servicio de transporte público (al aumentar los tiempos de viaje) y aumenta los costos de mantener el nivel de oferta en el tiempo. A medida que disminuye la velocidad promedio de los buses, se requiere más flota para ofrecer la misma frecuencia y cobertura. Por lo tanto, la congestión aumenta los costos del transporte público de superficie, manteniendo los mismos niveles de cobertura y frecuencia, pero, probablemente, con una menor demanda (en respuesta al aumento de los tiempos de viaje)⁴².

Cualquier política o regulación que contribuya a disminuir la congestión — o que permita aislar al transporte público de sus efectos — tendrá como consecuencia un aumento de la productividad del transporte público.

A continuación, se hace una revisión de las opciones para mitigar la congestión. Antes, es necesario aclarar que en general la congestión en las grandes urbes de la región se debe al aumento en la tasa de motorización de vehículos privados⁴³, por lo que las medidas de mitigación deben apuntar a reducir el uso del automóvil privado durante los horarios de mayor tráfico y en las zonas más congestionadas⁴⁴.

A modo de ejemplo, Rizzi et al. (2017) hacen una estimación muy detallada de las externalidades generadas por el transporte privado y el transporte público en el área metropolitana de Santiago, Chile. Incluyen el costo de la congestión, daño a la infraestructura, contaminación atmosférica, contaminación acústica y accidentes. Los resultados indican que los costos externos totales en horario punta son USD\$0,51 por kilómetro recorrido para los autos de gasolina, USD\$0,53 por kilómetro recorrido para los autos diésel y USD\$1,80 por kilómetro recorrido para los buses. La mayor parte de estos costos se debe a la congestión (USD\$0,45 para cada tipo de auto y USD\$1,24 para los buses). Sin embargo, por pasajero kilómetro, los buses generan 10 veces menos externalidades que los autos en horario punta (USD\$0,04 vs. USD\$0,41 y USD\$0,42)⁴⁵. Esto es indicativo que los autos son los responsables de la mayor parte de las externalidades y que la principal externalidad causada por estos es la congestión.

⁴² Como ejemplo, para una ciudad como Santiago de Chile, con una flota de 6 500 buses, una disminución anual del 1,5 % en la velocidad promedio implica que se requiere expandir la flota en más de 90 buses al año para mantener la misma frecuencia y cobertura, al menos en horario punta. Estos buses adicionales encarecen el sistema sin aumentar la demanda de pasajeros.

⁴³ Las tasas de motorización (número de vehículos per cápita) en América Latina y el Caribe son menores que aquellas de Europa, EE. UU. y Japón, y se espera que sigan subiendo en las próximas décadas.

⁴⁴ Una necesaria aclaración es que las propuestas no apuntan a restringir la tenencia de automóviles, asunto por lo demás difícil dada la alta elasticidad ingreso que presenta la compra de un vehículo. Es una aspiración legítima que los hogares puedan acceder a un vehículo privado, especialmente en zonas rurales o ciudades menores con pocas alternativas de movilidad. El punto aquí es desincentivar que dichos vehículos sean utilizados en zonas y horarios de alta congestión.

⁴⁵ En horario de menor congestión (fuera de punta), la diferencia en el costo externo por pasajero kilómetro entre buses y autos se acorta a solo tres veces.

a. Impuesto a los combustibles

Una primera medida para desincentivar el uso del automóvil son los impuestos a los combustibles. Estos impuestos existen en la mayoría de los países de la región, aunque en Chile son menores que en el promedio de los países de la OECD⁴⁶.

Sin embargo, generalmente estos impuestos son determinados con fines de recaudación fiscal y no para reducir las externalidades generadas por el transporte. En el caso de Santiago, Chile, por ejemplo, Rizzi et al. (2017) estiman que el impuesto específico a los combustibles es de USD\$0,03 por kilómetro recorrido para los autos de gasolina, USD\$0,008 para los autos a diésel y USD\$0,03 para los buses. Estos valores son una fracción menor de las externalidades totales calculadas para el horario punta en esta ciudad, que se reportaron más arriba.

Además, como medida para combatir la congestión, el impuesto a los combustibles es un instrumento muy poco focalizado, pues la congestión es un fenómeno localizado en ciertas ciudades y zonas de las ciudades, y se genera en horarios específicos (períodos punta durante los días laborales). Por lo tanto, impuestos, como los de los combustibles, que se aplican a todo un país y sin distinguir horarios, son ineficientes para controlar un fenómeno que es local y estacional en el tiempo.

Así, los impuestos a los combustibles sirven para desincentivar el uso general de los vehículos, pero tanto en lugares y horarios con congestión como en aquellos sin congestión.

b. Restricciones vehiculares

Una medida que ha sido aplicada en varias ciudades de la región, y que fue motivada principalmente por problemas de congestión, es la restricción vehicular⁴⁷. Esta ha sido aplicada en Ciudad de México, varias ciudades de Colombia (incluyendo su capital, Bogotá), São Paulo, en Brasil, San José, en Costa Rica, y Quito, en Ecuador, entre otras. Esta regulación consiste en prohibir la circulación de un porcentaje del parque de vehículos livianos durante ciertos horarios o zonas de una ciudad. Generalmente la restricción opera en función del último dígito de la placa patente del vehículo, con dígitos restringidos que varían según el día de la semana⁴⁸.

Estas medidas tienen un impacto en la congestión, pero solo en el corto plazo. En el mediano plazo pueden ser contraproducentes, ya que se generan incentivos para que los hogares compren un vehículo adicional que complementa su vehículo principal cuando este tiene restricción. A la larga, aumenta el parque automotriz y la congestión es igual o peor que en

⁴⁶ Según Yañez (2011) la tasa promedio de impuesto sobre las gasolinas de los países de la OECD era de 8,8 UTM/m³ al comienzo de la presente década (UTM: unidad tributaria mensual, medida monetaria indexada en Chile), mientras que en Chile fue de 6,0 UTM/m³. Países como Colombia, Perú, Brasil y México tenían impuestos a la gasolina menores que en Chile. En el caso de México, se subsidia tanto el diésel como la gasolina. Ver también Mendoza (2014).

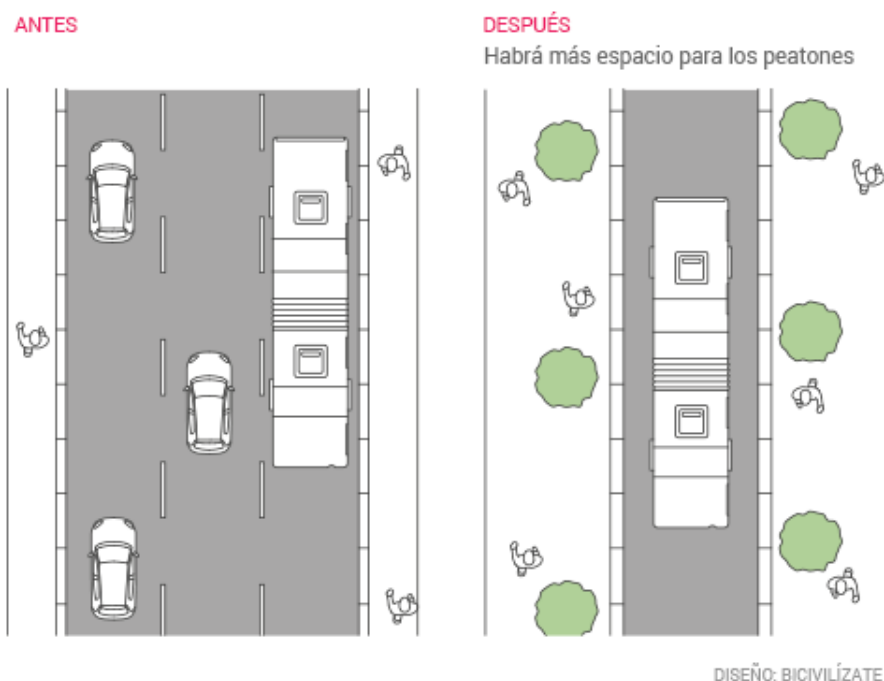
⁴⁷ También se ha aplicado en Santiago de Chile, pero como un instrumento para combatir la contaminación durante días de episodios críticos de contaminación atmosférica.

⁴⁸ En Bogotá, por ejemplo, son cinco dígitos restringidos cada día, por lo que, en principio, el 50 % del parque vehicular no puede circular cada día laboral.

un inicio. Esta dinámica ha sido documentada, por ejemplo, para ciudad de México (Davis 2008; Gallego et al. 2013a; Gallego et al. 2013b)⁴⁹.

Otra alternativa es restringir completamente el acceso a los vehículos privados a ciertas zonas de la ciudad (generalmente el centro). Esto, naturalmente, disminuye la congestión, pero puede no ser viable en todos los casos, particularmente cuando afecta a residentes o comercios de esas zonas. Más común es la peatonalización de ciertas vías o restringir su uso exclusivo para el transporte público en ciertos horarios. Un ejemplo es el Plan Integral de Movilidad (conocido como Plan Centro) impulsado por la Alcaldía de Santiago de Chile el año 2015, en el que, como parte de un plan general de mejoramiento urbano —que incluía la expansión de veredas, iluminación, promoción de la bicicleta y medios sustentables de transporte y renovación de mobiliario público—, se convirtieron los principales ejes céntricos en calles exclusivas para el transporte público entre las 7 a. m. y las 9 p. m.⁵⁰. La Figura 1 muestra un ejemplo del tipo de intervención contemplado para siete ejes en el Plan Centro de Santiago, donde se destaca la ampliación de veredas y la priorización para el transporte público.

Figura 1. Ejemplo de intervención del Plan Centro de Santiago, Chile.



Fuente: www.plataformaurbana.cl.

⁴⁹ En el caso de Bogotá, es de público conocimiento que los vehículos usados se venden publicitando el último dígito de su patente para que potenciales compradores puedan reconocer cuando tienen restricción. Esto facilita la compra de un vehículo complementario para evitar la restricción.

⁵⁰ El Plan Centro de Santiago ganó el *Sustainable Transport Award 2017*, otorgado por el *Institute for Transportation and Development Policy*.

c. Costo y disponibilidad de estacionamientos

Otra alternativa que se ha explorado en la literatura es la tarificación y oferta de estacionamientos como política para controlar la congestión. En la medida que el costo de un estacionamiento es un complemento de un viaje, encarecer este servicio afecta el costo del viaje, desincentivando el modo privado de transporte.

Sin embargo, la literatura teórica indica que las tarifas de estacionamiento son un sustituto imperfecto de la tarificación vial por congestión (Inci 2015), entre otras razones, porque estos cobros no distinguen entre la distancia y el origen de un viaje. Las restricciones de oferta de estacionamientos son aún más imperfectas (Verhoef et al. 1995).

d. Tarificación vial

El mecanismo regulatorio más eficaz, técnicamente, para controlar la congestión es la tarificación vial. Este consiste en cobrar un peaje a los automóviles que transitan en ciertas partes de la ciudad y en ciertos horarios. De esta forma, los automovilistas deben pagar por el daño que causan en congestión en la ciudad, al tiempo que esto los incentiva a reprogramar el horario de sus viajes, modificar el modo en que se viaja o, simplemente, no hacer el viaje.

Un esquema de tarificación vial puede consistir en el pago de un peaje por entrar a cierta zona de la ciudad, como en Londres o Estocolmo, o puede ser un precio variable por horario y vía, como en Singapur⁵¹.

A pesar de sus virtudes técnicas, el uso de la tarificación vial ha sido muy escaso en el mundo⁵². Esto se debe a que, en general, las personas se oponen al uso de mecanismos de precios para racionar bienes públicos, particularmente por sus efectos distributivos. Se trata, por tanto, de una medida que tendría un alto costo político.

Arnott et al. (1994), por ejemplo, muestran que cuando hay heterogeneidad en los usuarios, un cobro por congestión beneficia a aquellos con alta valoración del tiempo y perjudica a aquellos con baja valoración del tiempo. En la medida que la valoración del tiempo está correlacionada con el ingreso, esta política tiende a ser regresiva. Si se reciclan los ingresos del cobro por congestión en una compensación pareja para todos los usuarios, entonces, esta política podría ser progresiva, pero va a depender de la distribución de la heterogeneidad en la población.

Estudios como el de Arnott et al. (1994) ignoran que, en algunos países, especialmente en América Latina, la partición modal implica que las personas más pobres se movilizan en

⁵¹ Otras ciudades que han introducido un sistema de tarificación vial son Bergen y Oslo (Noruega), Gotenburgo (Suecia) y Milán (Italia). Santiago tiene carreteras urbanas concesionadas con un sistema de peajes, que, además, aumentan su valor en horarios punta. Sin embargo, el valor de estos peajes fue fijado para financiar las obras de infraestructura y está muy por debajo de lo requerido para reducir significativamente la congestión. Además, su reducida cobertura (la mayoría de las arterias congestionadas no están incluidas entre las tarifadas) limita el uso de estos peajes como un sistema de tarificación por congestión.

⁵² Incluso en el caso de Londres, la expansión del sistema al oeste de la ciudad en el año 2007 fue revertida en el año 2010.

transporte público, y particularmente en buses. Los usuarios del transporte público de superficie se benefician de la reducción en la congestión asociada a la implementación de un esquema de tarificación vial⁵³. Por esta razón, en países de la región, un sistema de tarificación vial bien podría ser en promedio progresivo si se toma en cuenta el bienestar de las personas que se movilizan en todos los modos de transporte.

Sin embargo, aun cuando en promedio un esquema de tarificación vial pudiera ser progresista, es probable que enfrente resistencia por parte de los automovilistas de menores recursos, que lo considerarán como injusto, ya que el esquema favorece a los automovilistas de más altos ingresos. Este problema de economía política se puede exacerbar cuando existen restricciones institucionales que impiden o dificultan que los ingresos del esquema puedan destinarse a compensar a los usuarios. Incluso en casos donde resulte factible implementar un sistema de compensación —por ejemplo, destinando los ingresos del peaje a mejorar o subsidiar el transporte público—, puede que las personas no asocien el beneficio que están recibiendo al sistema de peajes por congestión.

e. Tomando turnos: una variante de la tarificación vial

Por los problemas anteriores, Daganzo (2000) propone un sistema de tarificación vial que puede tener mejores propiedades distributivas que un esquema de tarificación vial puro, además de ofrecer un mecanismo directo de compensación a los usuarios que deben pagar un peaje por congestión.

Su propuesta consiste en que los usuarios «tomen turnos» en el pago de una tarifa por congestión. Por ejemplo, combinando un sistema de restricción vehicular por patentes con un esquema de tarificación vial. En este caso, solo los días en que un vehículo tiene restricción vehicular, debe pagar un peaje para poder circular. Los otros días circula sin pagar. Esto permite compensar directamente a los usuarios los días que no tiene restricción; en esos días pueden circular gratuitamente y con menores niveles de congestión.

En principio, el esquema de tomar turnos podría tener mejores resultados distributivos y aceptabilidad política. Pero no es completamente eficiente en términos económicos, ya que no racionaliza los viajes en la zona congestionada de acuerdo a su valoración. Sin embargo, cuando el número de días con restricción sube a cinco por semana, se convierte en un esquema de tarificación vial puro, por lo que podría ser una forma de facilitar la introducción de un mecanismo de pago por congestión que, con el tiempo, se va transformando en un mecanismo puro.

Es interesante notar que, desde enero 2017, existe un mecanismo tipo tomar turnos en la ciudad de Cali (Colombia)⁵⁴. En dicha ciudad opera un sistema de pico y placa que restringe los vehículos que pueden circular durante un día laboral. Desde enero 2017, los automovilistas pueden pagar un monto mensual o anual para eximirse de esta restricción.

⁵³ Esto supone que los buses quedan exentos de pagar el peaje por congestión.

⁵⁴ Esta política fue introducida en Cali como una forma de obtener fondos para financiar el déficit de su SITM, denominado MIO, y para mejorar su calidad.

Será interesante evaluar el impacto que ha tenido este esquema sobre los incentivos a comprar un vehículo adicional y sobre la congestión en dicha ciudad⁵⁵.

A pesar de sus posibles ventajas, un modelo empírico calibrado con datos para Santiago de Chile por Basso et al. (2018) muestra que, sin reciclar los ingresos del esquema, los grupos socioeconómicos bajo y medio pierden con el sistema de tomar turnos propuesto, y los de ingreso alto ganan. Solo cuando los ingresos del esquema son destinados a reducir la tarifa del transporte público o su calidad (frecuencia) ganan los hogares de menores ingresos, aunque los de ingreso medio siguen perdiendo. Por lo tanto, puede que este esquema no resuelva las dificultades de economía política que tienen los sistemas de tarificación vial.

f. Infraestructura exclusiva para el transporte público

Una última propuesta consiste en destinar espacio vial para el transporte público y, de esta forma, aislar a este de la congestión causada por el transporte privado. Una opción es invertir en corredores exclusivos para buses, como ha ocurrido en Colombia con Transmilenio y los distintos SITM en ciudades intermedias, así como en los otros BRT de ciudades de la región. También ha sido la opción implementada en Argentina y particularmente en Buenos Aires, como ya se discutió en este informe.

Estos corredores permiten mejorar la velocidad del transporte público, reduciendo el costo generalizado de viaje en este modo de transporte e incentivando su uso. También es interesante notar que estudios teóricos indican que destinar espacio vial a corredores exclusivos de buses puede lograr casi el mismo nivel de bienestar que un sistema de tarificación vial óptimo (Basso y Silva 2014).

Los resultados reportados en este informe confirmarían los resultados anteriores. En el caso de Colombia, la evidencia sugiere que los SITM aumentan la productividad laboral del transporte público. En el caso de Buenos Aires, la evidencia apunta en la misma dirección en el caso de varios corredores que entraron en operación durante los últimos años.

g. Otras medidas

Existen otras medidas que permiten reducir la congestión, como el fomento del uso de la bicicleta o la caminata, para lo cual es necesario invertir en la infraestructura adecuada en las ciudades (ciclovías y veredas).

Por otro lado, aumentar la tasa de ocupación promedio de los vehículos privados también podría tener un efecto positivo. Por ejemplo, fomentando el uso compartido de los automóviles, incluso con una exención de pago en un sistema de tarificación vial. Sin embargo, en ALC, donde ya existen aplicaciones para el uso compartido de vehículos, los temas de seguridad, entre otros factores, atentan contra un impacto masivo de estas propuestas.

⁵⁵ Se ha propuesto un esquema similar para el pico y placa de Bogotá. Por otro lado, en el año 2016, en Chile se presentó un proyecto de ley para introducir un sistema de restricción vehicular por congestión, con la posibilidad de eximirse con el pago de un pase diario. Hasta la fecha dicho proyecto de ley no ha sido aprobado por el Congreso de Chile.

h. Combinación de políticas

Es probable que la respuesta óptima al problema de la congestión sea una combinación de las medidas discutidas en esta sección. Un plan integral de movilidad debería considerar restricciones a los estacionamientos de vehículos privados, infraestructura que priorice el transporte público y algún sistema de tarificación que permita restringir en forma eficiente el uso de los automóviles en algunas zonas y horarios de las ciudades. Naturalmente, estas políticas deben ir acompañadas con un aumento en la oferta y calidad del transporte público para ofrecer una alternativa al automóvil que resulte atractiva. Por cierto, fomentar viajes en modos sustentables, como la bicicleta y la caminata, en conjunto con otras medidas, también puede contribuir a bajar la congestión.

3) Medidas para mejorar eficiencia productiva

Como se señaló en la revisión bibliográfica, Morales-Sarriera, Salvucci y Zhao (2018) encuentran que, además de la enfermedad de Baumol, otros factores inciden en el aumento de costos de los servicios de transporte público, como la posible presencia de sindicatos fuertes e ineficiencias productivas. Evidencia de lo anterior es el hecho de que en las agencias de tránsito que ellos revisaron, los costos laborales han aumentado más rápido que el aumento salarial general de la economía.

Con la información disponible en este informe no es posible evaluar esta hipótesis. De todas maneras, todas las medidas que se puedan adoptar para mejorar la eficiencia productiva reducirán el crecimiento de costos de los servicios de transporte y ayudarán a mitigar la enfermedad de costos u otros factores que pudieran estar incrementando las necesidades financieras de estos servicios.

Por lo tanto, medidas tales como la provisión privada, mediante licitaciones competitivas, o contratos de incentivos ayudarán a mejorar la productividad. Sin embargo, los casos de Santiago y Colombia, donde los servicios han sido licitados a operadores privados, o el caso de Buenos Aires, donde los servicios son provistos por operadores privados, aunque sin licitación, indican que la enfermedad de Baumol seguirá estando presente. La provisión privada no es suficiente para contrarrestar la enfermedad de Baumol, aunque en algunos contextos puede ayudar a reducir sus consecuencias.

6. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado evidencia preliminar para un conjunto de ciudades de ALC que indica que en el transporte público urbano de pasajeros (operación de buses de superficie) la productividad está estancada o decrece en el tiempo. Esto ha sido confirmado en los casos de Colombia para dos medidas de productividad: pasajeros transportados y kilómetros recorridos. En el caso de Buenos Aires, los pasajeros transportados por bus se han mantenido constantes, mientras que los kilómetros por bus han decrecido, pero, igualmente, han aumentado los costos reales del servicio, sugiriendo la presencia de la enfermedad de Baumol. Estos análisis están basados en muestras amplias de información (datos de panel) y tienen, por tanto, validez estadística. Los análisis para Santiago de Chile y Ciudad de Panamá apuntan en la misma dirección⁵⁶. Esto es consistente con evidencia encontrada por otros autores en países desarrollados.

Aunque muchos factores pueden explicar este resultado, los análisis realizados, la evidencia previa, la teoría y una comparación con el transporte público subterráneo —realizada en el caso de Medellín (Colombia) y Santiago de Chile— sugieren que una de las principales causas es la enfermedad de costos de Baumol. En efecto, este sector cumple con las características fundamentales de esta teoría: se trata de un proceso productivo intensivo en el factor trabajo en el que existe un límite objetivo a las posibilidades de sustitución de trabajo por capital y el cambio tecnológico está relativamente ausente. Además, a diferencia de otros sectores en los que la enfermedad de Baumol está presente, hay dos factores agravantes adicionales y relacionados: la congestión vehicular y el hecho de que no existe el antídoto representado por una elasticidad ingreso positiva.

La consecuencia de este fenómeno es que el transporte público de superficie se vuelve relativamente más costoso para la sociedad; el costo medio del transporte público aumenta en relación al promedio de los demás sectores de la economía, y la evidencia internacional y aquella citada en este trabajo indican que dicho encarecimiento real es significativo. La tendencia de los costos medios, creciente y superior a la del índice general de precios, ha podido ser constatada en tres de los cuatro países incluidos en el análisis.

Una pregunta que la sociedad debe responder es de dónde deben venir los recursos adicionales necesarios para financiar un servicio que se encarece progresivamente en términos reales. Sin duda, la solución combinará un aumento de tarifas al público con un incremento del apoyo público en la forma de subsidios. ¿Cuál debe ser la participación de cada fuente en el total?

La factibilidad del aumento de tarifas (ignorando por el momento su viabilidad política) depende de la elasticidad precio de la demanda y, en el largo plazo, de la elasticidad ingreso. Dado que la primera es negativa, la pregunta es si el crecimiento en los ingresos compensa o no la disminución de demanda en respuesta a un aumento del precio. Una compensación igual o mayor indicaría que la demanda se mantendría en el tiempo, incluso con tarifas que suben. Sin embargo, este suele no ser el caso. En efecto, al menos en el caso del transporte

⁵⁶ En los casos de Santiago de Chile y Ciudad de Panamá la evidencia debe ser considerada con mayor cautela, pues contamos con un número muy limitado de observaciones.

público de superficie vía buses (es decir, excluyendo al metro y a los trenes), la demanda presenta una elasticidad ingreso negativa, según la información revisada en este estudio. Es decir, el transporte público de sería, según esta evidencia, un bien inferior.

Parecería, entonces, que el subsidio público como porcentaje del financiamiento total del sistema debería aumentar. ¿Existen razones que justifiquen ese aumento? El principio de Mohring y las externalidades que causan el uso de medios de transporte privados sugieren que sí (Small y Parry 2009). Pero es importante aclarar que existe un nivel óptimo de subsidios. ¿Es posible que el nivel óptimo justifique tener transporte público gratis? En teoría, sí, e incluso Small y Parry (2009) sugieren que este podría ser el caso para la ciudad de Londres, donde el costo de la congestión es tan alto que podría justificar tarificar el transporte público a un precio igual a cero en esa ciudad. Sin embargo, este no sería el caso en países en desarrollo. Primero, porque, en ausencia de alguna innovación tecnológica relevante, un transporte público gratis dificultaría pagar una parte de la remuneración de los operadores en función de los pasajeros transportados (ya que estos no validarían sus pasajes si el servicio es gratis), con lo cual, estos no tendrían incentivos para atender la demanda (parar en los paraderos, por ejemplo). Cuando los mecanismos de fiscalización y sus instituciones son débiles, resulta óptimo que una parte del pago a los operadores sea por pasajero transportado (Gómez-Lobo y Briones 2014). Segundo, los servicios de transporte público modernos son caros y, si fueran gratis, esto podría implicar un nivel de demanda que requeriría sobredimensionar la capacidad de oferta, lo cual requeriría un volumen muy alto de recursos para su financiamiento. Esto último, sin embargo, es un asunto empírico; se deben considerar los costos de los sistemas y los beneficios de fomentar el uso del transporte público.

Por otro lado, se debe tener cuidado de que los subsidios no generen desincentivos a la eficiencia productiva y contención de costos. Mecanismos efectivos de regulación, o licitaciones competitivas, deben complementar una política de subsidios para que los costos de la provisión de servicios no incluyan ineficiencias productivas o económicas.

Por supuesto que la política pública también puede enfrentar el problema de estancamiento (o caída) de la productividad por otros medios, tales como medidas para combatir la congestión. La evidencia documentada en este informe indicaría que la infraestructura especializada para buses (como carriles exclusivos y BRT) ayudan a mejorar la productividad del sector. Otras políticas, como la tarificación vial, podrían ayudar a potenciar la productividad del transporte público, pero hasta la fecha no han sido probadas en la región. Existe una experiencia interesante de un sistema de tarificación vial denominado pagando por turnos en Cali, desde el inicio del 2017, pero esta aún no ha sido evaluada.

Sin embargo, aun cuando se limite los efectos negativos de la congestión sobre la productividad del transporte público, esta no crecerá o crecerá menos que en otros sectores, y, por lo tanto, los costos del sistema crecerán más que el costo general de vida. En el futuro más o menos distante, los vehículos de conducción autónoma para el transporte público podrían ofrecer un antídoto efectivo para la enfermedad de Baumol. Pero aún es muy temprano para evaluar el efecto neto que tendrá este cambio tecnológico sobre la demanda y los costos del transporte público de superficie.

Lo interesante de la enfermedad de Baumol es que el costo creciente que genera en los sectores rezagados puede ser financiado con los recursos que la sociedad genera en los sectores progresivos. Vale decir, el aumento de la productividad en los sectores dinámicos es la causa de la enfermedad de Baumol, pero también permite contar con mayores recursos para enfrentar sus consecuencias⁵⁷.

Con todo, este es un tema fundamental desde el punto de vista de la carga fiscal que en países en crecimiento representa el financiamiento del transporte público de pasajeros. Esta carga será creciente en el tiempo, pero, en vista de los beneficios sociales que el transporte público genera, habría razones de eficiencia social para destinar dichos recursos a su financiamiento, complementando el financiamiento privado.

Como se ha señalado en este documento, la política pública debe, además y en la medida que sea posible, enfrentar la caída o estancamiento de la productividad por otros medios. Para ello, se puede considerar, además del incremento de tarifas y subsidios, aumentar la productividad reduciendo la congestión, vía tarificación vial, infraestructura exclusiva, medios de rieles (metros), vehículos autónomos y otras nuevas tecnologías.

⁵⁷ Baumol (2012) atribuye esta intuición a la economista británica Joan Robinson.

Referencias

- Arnott, R., A. de Palma y R. Lindsey. 1994. «The Welfare Effects of Congestion Tolls with Heterogenous Commuters». *Journal of Transport Economics and Policy*, mayo: 139-161.
- Asquith, B. J. 2011. «Income Elasticity of Demand for Large, Modern Rapid Transit Rail Networks». *Undergraduate Economic Review*, vol. 7, 1, artículo 20.
- Basso, L. y H. Silva. 2014. «Efficiency and Substitutability of Transit Subsidies and Other Urban Transit Policies». *American Economic Journal: Economic Policy*, 6(4): 1-33.
- Basso, L., J. P. Montero y F. Sepúlveda. 2018. «Efficiency and distributional implications of combining driving restrictions and road pricing». Pontificia Universidad Católica, Santiago, mimeo.
- Baumol, W. J. 1967. «Macroeconomics of Unbalanced Growth: The Anatomy of Urban Crisis». *American Economic Review* 57, 3: 415-426.
- Baumol, W. J. 2012. *The cost disease: Why computers get cheaper and health care doesn't*. New Haven: Yale University Press.
- Baumol, W. J. y W. Bowen. 1966. *Performing Arts, the Economic Dilemma: a Study of Problems Common to Theatre, Opera, Music and Dance*. Nueva York: Twentieth Century Fund.
- Coelli, T., A. Estache, S. Perelman y L. Trujillo. 2003. *A Primer on Efficiency Measurement for Utilities and Transport Regulators*. WBI Development Studies. Washington D. C.: World Bank.
- Coelli, T., D. S. Prasada Rao y G. E. Battese. 1999. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Kluwer Academic Publishers.
- CONPES. 2002. *Política para mejorar el servicio de transporte público urbano de pasajeros*. Documento CONPES n.º 3167.
- Daganzo, C. 2000. «Taking Turns: Rx for congestion», *Access*, 17: 14-19.
- Davis, L. W. 2008. «The Effect of Driving Restrictions on Air Quality in Mexico City». *Journal of Political Economy*, 116(1): 38-81.
- Evangelinos, C., B. Wieland y T. Kuhnhausen. 2012. «Baumol's Cost Disease in the Local Transit Sector: a Comparative Analysis of Germany and the USA». *International Journal of Transport Economics*, vol. 31(1), 2012: 83-104.
- Fernández-Arias, E., ed. 2014. *Productivity Database 2014*. Washington, D. C.: Inter-American Development Bank. Department of Research and Chief Economist. Distributed by Washington, D. C.: Inter-American Development Bank. Numbers for Development. <https://data.iadb.org/DataCatalog/Dataset#DataCatalogID=sbgi-emxz>.

- Gallegos, F., J. P. Montero y C. Salas. 2013a. «The Effect of Transport Policies on Car Use: Evidence from Latin American Cities». *Journal of Public Economics*, 107: 47-62.
- Gallegos, F., J. P. Montero y C. Salas. 2013b. «The effect of transport policies on car use: A bundling model with applications». *Energy Economics*, 40(1): S85-S97.
- Gandelman, N. y T. Serebrisky. 2018. «Household spending in transport in Latin America and the Caribbean: Understanding transport expenditure patterns». Inter-American Development Bank, mimeo.
- Glaister, S. y D. Graham. 2002. «The Demand for Automobile Fuel: A Survey of Elasticities». *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 36(1): 1-25
- Gómez-Lobo, A. y J. Briones. 2014. «Incentives in bus concession contracts: a review of several experiences in Latin America». *Transport Reviews*, vol. 34 (2): 246-265.
- Goodwin, P., J. Dargay y M. Hanly. 2004. «Elasticities of Road Traffic and Fuel Consumption with Respect to Price and Income: A Review». *Transport Reviews*, vol. 24(3), mayo 2004: 275-292
- Inci, E. 2015. «A review of the economics of parking». *Economics of Transportation*, 4: 50-63.
- Litman, T. 2013. «Transport Elasticities: Impacts on Travel Behaviour: Understanding Transport Demand to Support Sustainable Travel Behavior». Documento técnico n.º 11, Sustainable Urban Transport Project and GIZ.
- Litman, T. 2018. «Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implications for Transport Planning». Victoria Transport Policy Institute, www.vtpi.org.
- Mendoza, M. A. 2014. «Panorama preliminar de los subsidios y los impuestos a las gasolinas y diésel en los países de América Latina». Colección Documentos de Proyectos, CEPAL, Santiago, Chile.
- Mohring, H. 1972. «Optimization and Scale economies in Urban Bus Transportation». *American Economic Review*, 62, 4: 591-604.
- Morales Sarriera, J. y F. P. Salvucci. 2016. «Rising costs of transit and Baumol's cost disease». *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n.º 2541. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D. C.: 1-9.
- Morales Sarriera, J., F. P. Salvucci y J. Zhao. 2018. «Worse than Baumol's disease: The implications of labor productivity, contracting out, and unionization on transit operation costs». *Transport Policy*, Elsevier, vol. 61: 10-16.
- Nordhaus, W. 2008. «Baumol's Disease: A Macroeconomic Perspective». *The B. E. Journal of Macroeconomics - Contributions*, 8(1).

- Oum, T., W. G. Waters y J. Yong. 1992. «Concepts of Price Elasticities of Transport Demand and Recent Empirical Estimates». *Journal of Transport Economics*, mayo: 139-154.
- Parry, I. W. y K. A. Small. 2009. «Should urban Transit Subsidies Be Reduced?». *American Economic Review*, 99, 3: 700-724.
- Paulley, N., R. Balcombe, R. Mackett, H. Titheridge, J. M. Preston, M. R. Wardman, J. D. Shires y P. White. 2006. «The demand for public transport: The effects of fares, quality of service, income and car ownership». *Transport Policy*, 13(4): 295-306.
- Pratt, R. 2004. «Traveler Response to Transportation System Changes» TCRP Report B12-A, TRB. <http://www.trb.org/TRBNet/ProjectDisplay.asp?ProjectID=1034>.
- Rizzi, L. I., y C. de la Maza. 2017. «The external costs of private versus public road transport in the Metropolitan Area of Santiago, Chile». *Transportation Research Part A*, 98: 123-140.
- Schwarz-Miller, A. y W. K. Talley. 1995. «Public transit wage rates: Pre-Reagan and Reagan-Bush eras». *J. Labor Res.*, 16 (2): 150-169.
- Tirachini, A. y A. Gómez-Lobo. 2017. «Does ridesourcing increase or decrease vehicle kilometers traveled (VKT)? A simulation approach for the case of Santiago, Chile». Serie Documentos de Trabajo, n.º 457, Departamento de Economía, Universidad de Chile, noviembre.
- Verhoef, E., P. Nijkamp y P. Rietveld. 1995. «The economics of regulatory parking policies: The (im)possibilities of parking policies in traffic regulation». *Transportation Research Part A*, 29: 141-156.
- Wardman, M. y J. Shires. 2003. «Review of fares elasticities in Great Britain». Documento de trabajo. Institute of Transport Studies, University of Leeds, Leeds, UK.
- Wardman, M. y J. Shires. 2011. «Price Elasticities of Travel Demand in Great Britain: A Meta-analysis». *Paper 11-3544*, TRB. <http://trid.trb.org/view.aspx?id=1093095>.
- Yañez, J. 2011. «Tributación de los Combustibles». *Revista de Estudios Tributarios*, n.º 5, Centro de Estudios Tributarios, Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile: 171-206.

Anexo 1. Formalización del modelo de Baumol

El argumento de la enfermedad de costos de Baumol se puede formalizar con un modelo muy simple⁵⁸. Supongamos que existe solamente un insumo (trabajo) y que en el sector 1 (rezagado) una unidad de trabajo produce a unidades del bien:

$$Y_{1t} = a \cdot L_{1t}$$

donde Y_{1t} es la producción del bien 1 en el período t y L_{1t} es el monto de trabajo destinado a la producción del bien 1.

En el sector dinámico una unidad de trabajo produce $b \cdot e^{\tau t}$ unidades del bien 2, donde τ representa cambio tecnológico que aumenta la productividad en el tiempo en este sector. Por lo tanto:

$$Y_{2t} = b \cdot e^{\tau t} \cdot L_{2t}$$

Se supone que los salarios tienen que ser iguales en ambos sectores y que estos salarios aumentan en τ en el tiempo⁵⁹:

$$w_t = w_0 \cdot e^{\tau \cdot t}$$

Los costos de producir el bien 1 son:

$$C_{1t} = \frac{w_t \cdot Y_{1t}}{a} = \frac{w_0 \cdot e^{\tau \cdot t} \cdot Y_{1t}}{a}$$

Mientras que los costos de producción del bien 2 son:

$$C_{2t} = \frac{w_t \cdot Y_{2t}}{b \cdot e^{\tau t}} = \frac{w_0 \cdot Y_{2t}}{b}$$

El costo medio relativo (y marginal, dada la tecnología asumida) de producir el bien 1 es, entonces:

$$\frac{C_{1t}/Y_{1t}}{C_{2t}/Y_{2t}} = \frac{b \cdot e^{\tau t}}{a}$$

⁵⁸ Este modelo proviene de Baumol (1967) y Evangelinos y Kuhnhausen (2012).

⁵⁹ En realidad, los salarios aumentarían a un ritmo menor a τ , ya que el aumento promedio de productividad sería un promedio ponderado entre los aumentos de ambos sectores.

El costo relativo de producir el bien 1 aumenta a una tasa de τ por unidad de tiempo.

Anexo 2. Análisis del Índice De Pasajeros por Kilómetro IPK para Colombia

Este anexo muestra el análisis del IPK para Colombia. La Tabla A2.1 muestra resultados idénticos a los de la Tabla 7, pero utilizando los pasajeros por kilómetro como variable dependiente. La Tabla A2.2 muestra las mismas regresiones, pero limitando la muestra a las ciudades más grandes, al igual que la Tabla 8 del documento.

Los resultados para toda la muestra indican que, si solo se incluye la tendencia temporal (columna (1) de la Tabla 7) hay una tendencia positiva en el IPK, pero bastante menor que la caída en kilómetros por bus de la primera columna de la Tabla 7. Si se incluye la variable SITM, el coeficiente de tendencia cae. Sin embargo, al incluir la capacidad promedio de la flota, con SITM y SITM interactuado con la variable de tendencia, el resultado es que no hay un efecto estadísticamente significativo de tendencia sobre el IPK. Es interesante notar, de la columna (4), que un SITM inicialmente reduce el IPK, cerca de un 9 %, pero después se recupera en torno a un 0,09 % mensual.

Los resultados que utilizan la muestra de ciudades grandes (Tabla A2.2) muestran algo similar. Si solo se incluye la variable de tendencia (columna (1)) o la variable de tendencia y SITM (columna (2)), existe un crecimiento positivo tendencial en el IPK. Sin embargo, al incluir la capacidad promedio por bus (columnas (3) y (4)), la tendencia se hace negativa para el IPK.

Por lo tanto, no hay evidencia que indique que la caída en kilómetros por bus en Colombia haya sido compensada por un aumento en el IPK. Esto es consistente con la evidencia presentada más arriba, que indica que tanto el número de pasajeros por bus como los kilómetros por bus han caído en Colombia durante el período analizado.

Tabla A2.1. Productividad (ene. 2005-mar. 2018)
Variable dependiente: logaritmo de los kilómetros por bus
(Toda la muestra)

	(1)	(2)	(3)	(4)
Variables	Toda la muestra	Toda la muestra	Toda la muestra	Toda la muestra
t	0,000267*** (7,75e-05)	0,000168** (8,07e-05)	2,43e-05 (8,30e-05)	-8,45e-05 (8,51e-05)
SITM		0,0482*** (0,0156)	-0,00211 (0,0163)	-0,0913*** (0,0279)
capac			0,270*** (0,0427)	0,249*** (0,0433)
t*SITM				0,000889*** (0,000254)
Constante	-0,0597*** (0,0200)	-0,0518** (0,0201)	-1,093*** (0,165)	-1,000*** (0,169)
Observaciones	3.497	3.497	3.497	3.497
R-cuadrado	0,807	0,808	0,814	0,815
Estacionalidad	Sí	Sí	Sí	Sí

Paréntesis: errores estándar robustos

*** p<0,01

** p<0,05

* p<0,1

Tabla A2.2. Productividad (ene. 2005-mar. 2018)
Variable dependiente: logaritmo de los kilómetros por bus
(Ciudades grandes)

	(1)	(2)	(3)	(4)
Variables	Ciudades grandes	Ciudades grandes	Ciudades grandes	Ciudades grandes
t	0,000755*** (0,000106)	0,000747*** (0,000110)	-0,000352*** (0,000119)	-0,000235** (0,000111)
SITM		0,00209 (0,0156)	-0,130*** (0,0146)	-0,0954*** (0,0261)
Capac			0,963*** (0,0370)	0,984*** (0,0435)
t*SITM				-0,000426* (0,000256)
Constante	-0,0561*** (0,0169)	-0,0558*** (0,0170)	-3,304*** (0,127)	-3,382*** (0,151)
Observaciones	1.805	1.805	1.805	1.805
R-cuadrado	0,771	0,771	0,835	0,836
Estacionalidad	Sí	Sí	Sí	Sí

Paréntesis: errores estándar robustos

*** p<0,01

** p<0,05

* p<0,1

Anexo 3. Análisis del IPK para Buenos Aires

La Tabla A3.1 muestra los resultados de regresiones sobre la variable de pasajeros por kilómetro. Los resultados señalan que este indicador aumentó durante el período para las distintas líneas de servicio de buses, inclusive cuando se controla por la entrada en servicio de los distintos corredores.

Tabla A3.1. Evolución del índice de pasajeros por kilómetro
Estimación por efectos fijos

Variables	(1) Ln(IPK)	(2) Ln(IPK)	(3) Ln(IPK)
t	0,00154*** (0,000201)	0,00149*** (0,000201)	0,00140*** (0,000206)
corr_1			0,204*** (0,0729)
corr_2			0,0563 (0,0452)
corr_4			-0,0916*** (0,0137)
corr_5			-0,0399 (0,0323)
corr_6			-0,0503 (0,0329)
corr_7			0,0619 (0,0390)
corr_8			-0,0901*** (0,0140)
corr_9			-0,0493 (0,0458)
corr_10			0,00856 (0,0274)
Constante	0,934*** (0,0134)	0,836*** (0,0164)	0,836*** (0,0162)
Observaciones	5.544	5.544	5.544
R-cuadrado	0,171	0,246	0,280
Número de líneas	42	42	42
Estacionalidad	No	Sí	Sí

Paréntesis: errores estándar robustos

*** p<0,01

** p<0,05

* p<0,1

Estos resultados sugieren que la reducción de kilómetros por bus presentada en el texto ha sido compensada por un aumento en los pasajeros por kilómetro recorrido, lo que es consistente con un indicador de pasajeros por bus que se mantiene inalterado.

Llama la atención que la apertura de algunos corredores esté asociada a una caída en el IPK. Una posible explicación es que los servicios que utilizan estos corredores aumentaron su frecuencia (o ampliaron sus recorridos) más de lo que aumentó su demanda, pero no hay información disponible para confirmar esta hipótesis.

