

Resumen

Las ciudades son motores de la innovación y del crecimiento económico, lastradas en su desempeño por la contaminación y la congestión originadas por el tráfico. En este trabajo discutimos la evidencia académica sobre algunas de las medidas que se han tomado en las últimas décadas para mitigar los efectos negativos del uso del automóvil. Los resultados sugieren que medidas basadas en pagos por uso, como es el caso de los peajes urbanos, en combinación con restricciones a los vehículos con mayores emisiones constituyen la manera más eficiente de regular el tráfico, a la vez que permiten distribuir los beneficios de manera más amplia entre todos los ciudadanos.

Palabras clave: contaminación, congestión del tráfico, zonas de bajas emisiones, peajes urbanos.

Abstract

Cities are engines of innovation and economic growth, that are often negatively affected by the pollution and congestion originated by car traffic. In this paper we review the academic evidence regarding some of the most common regulations enacted in recent decades to mitigate the negative effect of automobile use. The existing evidence indicates that measures based on pay per use, such as the case urban tolls, sometimes in combination of other restrictions specific to cars with high emissions, constitute the most efficient way to regulate traffic while, at the same time, they allow for the distribution of the social benefits across a broad proportion of citizens.

Keywords: pollution, traffic congestion, low emission zones, urban tolls.

JEL classification: Q52, R41, R48.

DESAFÍOS PARA LA REGULACIÓN DEL USO DEL VEHÍCULO PRIVADO EN LAS CIUDADES

Gerard LLOBET (*)

CEMFI

I. INTRODUCCIÓN

La actividad económica de las sociedades modernas se concentra cada vez más en las ciudades. Individuos y empresas se benefician de la presencia de otros individuos y empresas con ideas o maneras de trabajar complementarias, cuya combinación redundante en una mayor productividad y un mayor valor de su producción. El consenso en la literatura económica sugiere que un incremento en la densidad de población de un 1 por 100 aumenta la productividad en un 0,04 por 100 (ver Duranton y Puga, 2020 para una revisión de la literatura). Estos efectos positivos, denominados «economías de aglomeración», son una de las causas del continuo crecimiento de las ciudades y de la prosperidad a la que dan lugar. Es a cambio de estas ganancias que hemos asumido de manera natural los efectos negativos que vivir en ciudades conlleva, ya sea por el ruido, la contaminación atmosférica o la congestión del tráfico. En las últimas décadas, sin embargo, las autoridades de muchas ciudades han adoptado medidas cada vez más restrictivas para reducir estos efectos negativos, concentrando las restricciones en uno de los principales culpables: el uso del automóvil privado.

A la vez, la historia de las ciudades modernas transcurre en paralelo con la historia del automóvil. Su invención y su ex-

pansión es esencial para explicar el crecimiento de las ciudades, especialmente en las primeras décadas del siglo XX. Hasta mediados del siglo XIX, el diámetro de las ciudades raramente excedía los cinco kilómetros y se podían transitar a pie. La llegada del ferrocarril permitió una cierta expansión de las ciudades, pero solo en los márgenes de su recorrido. Es la rápida adopción del automóvil lo que permitió el desarrollo de los suburbios y contribuyó a la prosperidad de una clase media cada vez más amplia. Entre 1910 y 1930 Estados Unidos pasó de tener 468.000 coches a cerca de 23 millones (ver Gordon [2016]).

La salud pública también se vio beneficiada por la llegada del automóvil como reemplazo de los caballos. Este cambio, contribuyó a mejoras en higiene que limitaron la incidencia de las epidemias, redundando en un incremento en la esperanza de vida en las ciudades a partir de finales del siglo XIX, posibilitando su gran crecimiento. Por supuesto, el automóvil no fue el único causante de esta mejora. La reducción de la incidencia de la tuberculosis, relacionada con condiciones de vida y trabajo precarias, explicaría cerca de la mitad de la reducción de la mortalidad entre 1850 y 1900. La viruela mataba a 22.000 personas al año en Europa en el siglo XVIII, pero su incidencia se redujo sustancialmente a partir de

la popularización de la primera vacuna (ver Evans, 2016).

Habitualmente, se supone que es el éxito del automóvil a nivel social el que termina otorgándole prioridad en las calles en las primeras décadas del siglo pasado. La realidad es, sin embargo, distinta, como Norton (2008) documenta. La presión de la industria del automóvil y sus campañas apelando al uso del vehículo privado como manifestación de la libertad individual terminaron favoreciendo su uso, a la vez que marginaron modos de transportes competidores como el tranvía. Esta conquista de las calles fue esencial para el despegue de la industria del automóvil, explica gran parte de las inversiones en infraestructuras de transporte del siglo XX y ha determinado la forma de las ciudades modernas.

En la actualidad, es precisamente esta tensión entre gestionar las ciudades actuales que se conformaron alrededor del automóvil y, a la vez, mitigar los efectos negativos de su uso lo que hace la gestión de la movilidad urbana un reto al que pocas ciudades han podido dar una respuesta satisfactoria. Durante el siglo XX las ciudades se conformaron a partir de enormes ejes de transporte, generando grandes cicatrices en los centros urbanos, a la vez que crecían los suburbios, cuya baja densidad de población dificultaba su cobertura mediante el transporte público. No es, por tanto, sorprendente que cualquier actuación destinada a limitar el uso del automóvil origine una enorme resistencia por parte de los ciudadanos.

El objetivo de este artículo es dar una breve perspectiva de las medidas que algunas ciudades han experimentado para regular

el uso del automóvil y la evaluación económica de las mismas, tanto respecto a la reducción del tráfico como en cuanto a sus consecuencias sobre la desigualdad y la actividad de las ciudades (ver Fageda y Flores-Fillol, 2018, para una visión más detallada). Este trabajo se abstrae de otras medidas destinadas a proporcionar mejores alternativas al transporte privado, como la inversión en aumentar la frecuencia y la capilaridad del transporte público. Tampoco se discuten las consecuencias de promover transportes alternativos como la bicicleta, que en los últimos años han contribuido a reducir la contaminación a través, por ejemplo, de carriles específicos (Kraus y Koch, 2021) o incluso creando superautovías ciclistas, como en el caso de Londres.

II. HISTORIA DE DOS EXTERNALIDADES

La actividad humana raramente carece de efectos sobre terceros. Cuando compramos un producto beneficiamos al vendedor y cuando hacemos ruido perjudicamos a la gente que se encuentra a nuestro alrededor. Sin embargo, estos dos ejemplos son muy distintos. En el primer caso, el coste del producto se incorpora en el precio y, por tanto, afecta nuestra decisión de adquirirlo o no. En el caso del ruido, y en ausencia de normas específicas, la decisión de limitarlo estará motivada únicamente por nuestra conciencia cívica. En la medida en que no existe un precio que limite el ruido que podemos emitir, nuestras acciones dan lugar a efectos negativos sobre terceros que llamamos externalidades.

Precisamente porque en las ciudades la interacción humana

tiende a ser mayor, las externalidades de nuestras acciones son especialmente relevantes. En el caso del automóvil, las externalidades negativas son principalmente de dos tipos. Por un lado, su uso perjudica la salud de los ciudadanos debido a la contaminación atmosférica y el ruido que genera. Por otro lado, el automóvil genera congestión en la vía pública y es responsable de la pérdida de millones de horas de trabajo en retenciones de tráfico.

En cuanto a la primera externalidad, el automóvil con motor de combustión interna genera multitud de sustancias contaminantes. Entre ellas, los elementos más conocidos son las partículas en suspensión PM_{2,5} y PM₁₀ y el dióxido de nitrógeno (1) (NO₂), y su emisión es especialmente importante en los vehículos con motor diésel. Este motor emite menos CO₂ que el de gasolina, uno de los gases responsables del cambio climático, pero siendo su efecto global no tiene una repercusión específica en las ciudades (2). Aunque la mayor parte de la contaminación se origina a través del tubo de escape, otros elementos del automóvil como los frenos también emiten partículas y, en ese sentido, incluso los coches eléctricos pueden ser importantes fuentes de polución, lo que cuestiona la idoneidad de la transición hacia su uso (Harrison *et al.*, 2021).

La evidencia sobre los efectos nocivos para la salud de estas sustancias contaminantes hace décadas que es incuestionable. Históricamente, la industria y las calefacciones han sido responsables de gran parte de su emisión. Se calcula que el smog generado por el carbón ocasionó unas 4.000 muertes en Londres, 1952. Sin embargo, en la actua-

lidad estas fuentes de contaminación son muy secundarias en comparación con el automóvil, particularmente en los países más desarrollados.

La concentración de partículas en suspensión se asocia a una mayor mortalidad infantil (Chay y Greenstone, 2003) y a una mayor prevalencia de enfermedades pulmonares y cardiovasculares en entornos urbanos. Vohra *et al.*, (2021) estiman que las partículas PM_{2,5} son responsables de cerca de 10 millones de muertes al año. El dióxido de nitrógeno también tiene graves efectos sobre los pulmones. La Organización Mundial de la Salud atribuye más de cuatro millones de muertes anuales a la contaminación del aire, principalmente en las ciudades. Deryugina *et al.* (2019) muestran que los efectos de la contaminación sobre la mortalidad se concentran, especialmente, en la gente mayor.

De manera más general, las partículas en suspensión reducen la actividad cognitiva. Heyes, Rivers y Shaufele (2019) analizan casi 120.000 discursos de los miembros del Parlamento canadiense. Muestran que un incremento de 15 microgramos por metro cúbico de partículas finas reduce la calidad de sus discursos en un 2,3 por 100, equivalente a una disminución de 2,6 meses de escolarización. Ebestein, Lavy y Roth (2016) muestran la estrecha relación entre una mayor contaminación y peores resultados de los niños en los exámenes en Israel. La baja calidad del aire también se asocia a problemas de sueño (Heyes y Zhu, 2019).

Los efectos negativos del automóvil sobre la salud, sin embargo, no se limitan a la contaminación del aire. También es

una fuente significativa de ruido. La evidencia ha constatado que la contaminación acústica se asocia con una mayor prevalencia de las enfermedades cardiovasculares (Münzel, 2018). La Comisión Europea estima en 40.000 millones de euros el coste anual que tiene el ruido en Europa, en gran parte debido a estos efectos (Comisión Europea, 2011).

La segunda fuente de costes sociales originados por el automóvil tiene que ver con las horas perdidas en los atascos y la congestión del tráfico en general. En 2019, los usuarios del automóvil perdieron en promedio 117 horas en atascos en Madrid y 128 en Barcelona (3). Este coste es una externalidad negativa, porque mientras que cada conductor toma la decisión de utilizar el automóvil teniendo en cuenta el coste que el atasco le genera, no se preocupa de cómo su uso del coche alarga el atasco para el resto de los usuarios del automóvil. Además, este coste no recae únicamente en los conductores. La referencia habitual es que en las ciudades el automóvil ocupa más del 60 por 100 de la vía pública, pero constituye el 30 por 100 de los desplazamientos. Este desequilibrio, debido precisamente a los progresivos intentos de las autoridades municipales de reducir la congestión del tráfico, ha dado lugar también a externalidades negativas sobre los no usuarios del automóvil, principalmente peatones, que han visto como su espacio se iba reduciendo progresivamente.

III. LA REGULACIÓN DE LOS PRODIGIOS

La repercusión en la opinión pública de los efectos nocivos de la contaminación sobre la salud ha sido muy menor hasta

las última dos décadas, a pesar de la abundante evidencia al respecto. En cambio, las autoridades sí han actuado para paliar el efecto de los atascos en las ciudades mediante la ampliación de calles y la construcción de carreteras, autopistas y pasos elevados. Estas costosas inversiones, sin embargo, han sido totalmente ineficaces en su objetivo de reducir los atascos tal como muestran Duranton y Turner (2011) para Estados Unidos y García-López, Pasidis y Viladecans-Marsal (2020) para Europa debido a lo que se ha llamado la «Ley Fundamental de la Congestión de las Carreteras» (Downs, 1962). Esta regularidad empírica indica que incrementos en la disponibilidad de carreteras se compensan con un incremento equivalente en el tráfico a través de la demanda inducida que generan. Más y mejores vías de transporte fomentan el uso del vehículo privado en detrimento de otros modos de transporte y, además, atraen tráfico que antes circulaba en vías menos congestionadas o en horas menos convenientes. Este mayor tráfico ha empeorado aún más la contaminación (4). Por otro lado, estas infraestructuras han generado efectos frontera que han tenido efectos sociales, particularmente en el centro de las ciudades. Es por este motivo que cada vez más ciudades están optando por eliminar estas infraestructuras (5).

Aunque muchas ciudades mantienen planes de expansión de la infraestructura viaria, la mayor conciencia acerca del efecto nocivo de la contaminación ha llevado cada vez más a intervenciones que imponen crecientes restricciones al tráfico. Estas restricciones pueden ser de dos tipos, según impongan costes pecuniarios (basados en

precios) o no pecuniarios a los usuarios del vehículo privado.

1. Restricciones no basadas en precios

La oposición de los ciudadanos a medidas que involucren costes monetarios asociados al uso del automóvil ha hecho que las autoridades impongan restricciones cuantitativas, limitando los vehículos que pueden circular. Estas restricciones difieren en su ámbito de aplicación (toda la ciudad o áreas específicas de la misma) y en su ámbito temporal (permanentes o en función de la situación del tráfico o de la contaminación).

Probablemente, la regulación más famosa y una de las más antiguas ha sido la restricción al tráfico en grandes ámbitos urbanos durante episodios de alta contaminación. Se trata de prohibir la circulación de algunos vehículos, obligando así a sus usuarios a utilizar el transporte público o a viajar con otros ciudadanos. Este esquema habitualmente se ha implementado a través del número de la matrícula del vehículo. En Ciudad de México, se implementó en 1989 bajo el nombre *Hoy no Circula*, y prohíbe el uso de 20 por 100 de los vehículos cada día de lunes a viernes, asignando una etiqueta de color a cada coche en función de si la matrícula termina en 1-2, 3-4, 5-6, 7-8 o 9-0. Variaciones de este esquema se han implementado en multitud de metrópolis latinoamericanas, además de en ciudades como Atenas, Delhi o Pekín. En Madrid este protocolo se implementó brevemente desde 2015 a 2019 y alternaba números pares e impares cuando los niveles de contaminación eran elevados.

La evidencia documenta que a corto plazo estas limitaciones tenían un efecto positivo sobre la congestión y la contaminación dado que, de manera mecánica, reducían el número de vehículos en las calles. Sin embargo, desde muy pronto estudios como Eskeland y Feyzioglu (1997) para el caso de Ciudad de México mostraron cómo esta tendencia se revierte en poco más de seis meses debido al llamado «efecto segundo coche». Un gran número de familias compra un segundo vehículo con una matrícula específica para poder circular el resto de los días. Esta expansión en el parque móvil incrementa la polución por al menos dos motivos. Por un lado, los hogares compran vehículos antiguos más contaminantes que de otra manera habrían sido achatarrados. Por otro lado, familias para las que no compensaba tener dos vehículos ahora sí lo hace y cuando los tienen terminan utilizándolos de manera simultánea algunos días. Así, la contaminación y la congestión se extiende a períodos en los que antes no eran un problema relevante. Davis (2008) estima los costes de estas distorsiones en unos 300 millones de dólares al año para la Ciudad de México. El incremento en la contaminación originado por estas medidas también se ha documentado en estudios para otras ciudades, como Bogotá en Zhang, Lawell y Umanskaya (2017).

Es importante enfatizar que el «efecto segundo coche» asociado a este tipo de regulación puede tener consecuencias muy distintas según el nivel de ingresos. Mientras que los hogares con mayores ingresos pueden permitirse un segundo automóvil y seguir circulando sin prácticamente cambios (o incluso más que antes), este no es el caso

para los hogares más modestos. Este resultado contradice los argumentos que se acostumbra a utilizar para justificar este tipo de regulación y que apelan a la necesidad de que todos los ciudadanos contribuyan de la misma manera a mitigar la contaminación. Es, por tanto, irónico que se hable de estos esquemas en contraposición a regulaciones como los peajes urbanos, que habitualmente son criticados precisamente por crear distinciones entre ciudadanos basadas en sus ingresos y la disponibilidad a pagar por circular.

En el extremo contrario, el otro tipo principal de restricciones al tráfico apuesta por limitaciones permanentes, pero que habitualmente se concentran en áreas reducidas de la ciudad. El ejemplo principal son las zonas de bajas emisiones (ZBE), donde los vehículos más contaminantes no pueden circular a menos que pertenezcan a un residente. Este tipo de medidas han sido adoptadas en un gran número de ciudades europeas para cubrir sus núcleos históricos. Recientemente, se han extendido a ámbitos más amplios, por ejemplo en Barcelona, donde vehículos sin distintivo ambiental no pueden entrar en el área incluida entre la ronda Litoral y ronda de Dalt, lo que incluye prácticamente toda la ciudad y algún municipio colindante.

La evaluación de las ZBE por parte de la literatura económica ha sido principalmente positiva. Como en el caso de las restricciones a la circulación discutidas anteriormente, el efecto mecánico de estas zonas es la reducción a corto plazo del tráfico al excluir los vehículos que no cumplen con los estándares medioambientales y, por tanto, disminu-

yen la congestión y la contaminación en el área regulada. Sus detractores mencionan que estas restricciones pueden generar un efecto frontera, aumentando la circulación de los vehículos más contaminantes en su perímetro y con ello trasladando la congestión y la contaminación a las zonas colindantes. Wolff (2014) evalúa estos efectos en el caso de Alemania donde un gran número de ciudades tienen ZBE. Sus resultados apuntan a una reducción promedio a largo plazo de las emisiones de PM10 de un 9 por 100, incluyendo también áreas exteriores pero cercanas a la ZBE. Este resultado sugiere que el efecto frontera sobre la contaminación en la práctica es poco significativo. Salas *et al.* (2021) evalúan la ZBE de Madrid (Madrid Central) y obtienen un resultado parecido, mostrando que las concentraciones de óxido de nitrógeno disminuyeron tanto en el área restringida como en zonas cercanas. Sin embargo, este efecto es probable que sea de corto/medio plazo dado el reducido intervalo de tiempo entre la adopción de la regulación y las mediciones utilizadas en el estudio. En cambio, las ZBE son poco eficaces a la hora de reducir la congestión del tráfico, como muestran Bernardo, Fageda y Flores-Fillol (2021).

Uno de los mecanismos principales que explican la aparente contradicción de los resultados anteriores es el cambio en la composición del parque de vehículos al que la ZBE puede dar lugar. Wolff (2014) muestra que los hogares reemplazan sus vehículos más contaminantes por otros de bajas emisiones y este incentivo es mayor cuanto más cerca de la ZBE viven. Wolff estima que la adopción de vehículos comerciales de bajas emisiones

aumenta un 88 por 100, mientras que en el caso del vehículo privado el aumento es de un 5 por 100. Este es, probablemente, el motivo por el que el efecto frontera termina siendo poco significativo. Por otro lado, la «Ley Fundamental de la Congestión de las Carreteras» haría que una vez los ciudadanos han reemplazado su vehículo por otro que se ajusta a la normativa, vuelvan a utilizarlo en las mismas condiciones, recuperando el nivel de congestión habitual antes de que se adoptara la ZBE.

La comparación de los dos esquemas anteriores permite extraer dos conclusiones importantes. La primera es que los ciudadanos se adaptan a la regulación y, como resultado, el efecto positivo de las restricciones al tráfico en el corto plazo es poco indicativo de sus consecuencias futuras. El resultado a largo plazo dependerá de los incentivos que la regulación promueva a achatar los vehículos más contaminantes y reemplazarlos por otros más limpios o por el uso de otros medios de transporte. Segundo, el efecto que la regulación tenga a largo plazo será distinto según el nivel de ingresos de los hogares, siendo los de menores ingresos los que más probablemente respondan abandonando el uso del automóvil. En el caso de las ZBE, la adopción de vehículos más limpios es probable que se concentre en los hogares con mayores ingresos, para los que la compra de un vehículo nuevo es un gasto menos oneroso.

Por otro lado, el caso de Barcelona también muestra que la distinción entre los diferentes tipos de regulaciones de tráfico adoptadas en este trabajo es, hasta cierto punto, arbitraria y se utiliza principalmente por mo-

tivos de exposición. Es posible utilizar modelos híbridos, que combinen un área amplia de aplicación de la regulación y hacerlo mediante una ZBE de tal manera que se mitigue el «efecto segundo coche». Con ello se induce la compra de vehículos más limpios y se actúa reduciendo la contaminación. Esta parece ser una tendencia creciente y, por ejemplo, el programa *Hoy No Circula* de la Ciudad de México ha adoptado este modelo híbrido, manteniendo la limitación por número de matrícula, pero eximiendo de la restricción a los vehículos con bajas emisiones contaminantes.

Es importante notar, sin embargo, que estas regulaciones híbridas no están exentas de oposición. Se argumenta que las ZBE son discriminatorias, al condicionar en el lugar de residencia del conductor o el vehículo que posee. Ampliar una ZBE podría suavizar esta oposición al eximir de la regulación a una proporción mayor de los vehículos. El problema, en ese caso, es que al hacerlo el impacto de la regulación sobre la contaminación se mitiga notablemente. Por ello, la implementación de grandes ZBE requiere imponer restricciones también entre los residentes, lo que de nuevo es probable que sea políticamente impopular.

Un segundo tipo de esquemas ha intentado reducir la congestión manteniendo el nivel de tráfico, a la vez que se reduce la contaminación. Esta aparente contradicción proviene de la idea que la contaminación de un vehículo se minimiza a una velocidad media constante, mientras que los cambios de velocidad son resultado (o causa) de atascos más o menos puntuales. La adopción de este principio se puede articular de varias formas.

En algunas vías de alta capacidad se limita el acceso a través de semáforos que regulan el flujo de tráfico, minimizando los atascos. En otros casos se reduce el límite de velocidad para inducir un nivel de tráfico estable. Un ejemplo de esto último es la política de «Zona 80» que se estableció en Barcelona entre 2008 y 2011. Vías que tenían una velocidad máxima de 110 o 120 km/hora pasaron a adoptar una velocidad máxima de 80 km/hora en horas de alto tráfico. Los resultados de estas medidas sobre la contaminación son ambiguos. Por un lado, trabajos como Bel y Rosell (2013) o Bel *et al.* (2015) sugieren que esta medida no tuvo un efecto significativo y si lo tuvo fue probablemente contrario al esperado. Gong (2016), sin embargo, utilizando datos más desagregados, estima una disminución de la contaminación cercana al 3 por 100.

Por último, muchas restricciones al tráfico buscan reducir la contaminación sin afectar la congestión o incluso aumentándola. La reducción del espacio para el vehículo privado en la calle, bien a través de la expansión de las aceras o de reservar parte de la calzada para el transporte público o la bicicleta desplaza algunos vehículos a otras vías y aumenta los atascos. Este tipo de intervención a menudo recibe el nombre de «urbanismo táctico» y es especialmente controvertido en ciudades como Barcelona. La peatonalización, particularmente de centros históricos, tiene efectos parecidos. Según un reciente estudio de 2020 de la Organización de Consumidores y Usuarios (OCU) (6) sobre las diez mayores ciudades españolas, el 20 por 100 de los kilómetros de calle en Bilbao y el 18 por 100 de Barcelona o Valencia estaban

peatonalizadas, en contraste con solo el 4 por 100 de Madrid.

Estas medidas buscan que la «Ley Fundamental de la Gestión de las Carreteras» actúe en dirección contraria a lo que se pretende con la creación de nuevas infraestructuras. Al reducir el ámbito de circulación del automóvil se desanima a medio plazo el uso del vehículo privado por parte de algunos conductores. A corto plazo, sin embargo, estas medidas conllevan un aumento en los atascos y dan lugar a protestas airadas por parte de la ciudadanía. Esta resistencia es aún mayor en el caso de la peatonalización de las calles donde, además, se argumenta un efecto negativo sobre los comercios, dado que habitualmente este tipo de restricciones se adopta precisamente en las calles más comerciales. La evidencia empírica desmiente este tipo de afirmaciones y trabajos como Hass-Klau (1993) muestran que el efecto sobre la actividad comercial es habitualmente positivo, sobre todo en el medio y largo plazo.

2. Restricciones basadas en precios

Las restricciones discutidas anteriormente y que no están basadas en precios buscan reducir la contaminación, y en algunos casos también la congestión, originada por el tráfico. Su objetivo es únicamente la eficacia, ignorando las posibles ineficiencias a las que puedan dar lugar. Como hemos visto, incluso bajo ese poco ambicioso criterio no todas las regulaciones son eficaces al no tener en cuenta los incentivos de los ciudadanos a adaptarse a estas medidas.

Desde el punto de vista económico, la regulación óptima

debe tener en cuenta las posibles ineficiencias que se generan y también anticipar la respuesta de los ciudadanos a estas medidas. Una manera de formular este tipo de regulación es a partir de las siguientes dos preguntas. Primero, ¿cuál es el nivel de tráfico que maximiza el bienestar social? Segundo, ¿cómo mejor asignar el recurso escaso que es el nivel óptimo de tráfico para la circulación en vehículo privado entre los ciudadanos?

La respuesta a la primera pregunta va más allá del alcance de este trabajo. El nivel óptimo de tráfico debería provenir de un análisis coste-beneficio. Un mayor nivel de tráfico genera, por un lado, las externalidades negativas mencionadas anteriormente, el efecto de las cuales crece de manera convexa con el uso del automóvil. Por otro lado, hasta un cierto punto, el nivel de tráfico conlleva ahorros de tiempo a los usuarios y puede facilitar el crecimiento de las ciudades, generando economías de aglomeración. Los efectos positivos crecen en menor medida cuando el nivel de tráfico es mayor. Esto significa que facilitar el tráfico hasta un cierto punto es eficiente, y se debe regular en el punto en el que un incremento del mismo conlleve efectos positivos adicionales que se equiparen al incremento en las externalidades negativas. Este nivel será distinto para cada municipio y cambiará en el tiempo dependiendo de sus características, la disponibilidad de transporte público o la evolución de la tecnología del automóvil, con las consecuentes reducciones en emisiones.

En este trabajo nos concentraremos en la segunda pregunta. La asignación de este recurso escaso eficientemente requiere de la apli-

cación de mecanismos de precios. El motivo es que como en cualquier otro bien o servicio, aquellos usuarios que más valoran el uso del automóvil son también aquellos que están más dispuestos a pagar por ello. Sin embargo, esta propiedad fundamental del mecanismo de precios como manera de asignar recursos es precisamente el origen del rechazo que genera. Se argumenta que los precios son un mecanismo «injusto» al venir el acceso condicionado en gran parte por los ingresos del usuario. Sin embargo, como hemos visto, este es un argumento falaz y la discusión anterior deja claro que incluso otros mecanismos de regulación no basados en precios tienen un efecto heterogéneo entre los hogares, donde aquellos con mayores ingresos serán los que tendrán más fácil la adaptación y podrán buscar la manera de poder seguir trasladándose en vehículo privado. Por tanto, no es evidente que los mecanismos de precios sean más «injustos» que otras de las alternativas que hemos discutido. Es más, probablemente este tipo de mecanismos tiene el potencial de distribuir las ganancias de manera más amplia entre la sociedad. Los tipos de regulación discutidos en la sección anterior se basan en reducir el uso del automóvil mediante la imposición de costes no pecuniarios a los ciudadanos que constituyen una pérdida de recursos para la sociedad. El tiempo invertido en un atasco originado por el urbanismo táctico o la decisión de comprar un segundo coche más viejo para evitar las restricciones tienen costes sociales significativos. Los mecanismos de precios tienen el mismo efecto disuasorio, pero transforman el coste en una transferencia de los ciudadanos que voluntariamente deciden circular y que puede utilizarse para compensar a aquellos

que renuncien al uso del automóvil.

Probablemente, los dos mecanismos de precios más extendidos son los que conllevan pagos por aparcar y pagos por circular. El aparcamiento de pago es una medida ampliamente extendida y los municipios habitualmente cobran un precio por dejar el coche en algunas calles. Los ayuntamientos acostumbran a distinguir entre dos tipos de aparcamiento de pago en la calle, aquel por el que pagan los residentes de la zona y aquel por el que todo usuario debe pagar. En España, estos dos tipos de aparcamiento habitualmente se identifican como zona verde y zona azul, respectivamente. A esto hay que añadir los aparcamientos por horas fuera de la vía pública y que a menudo son de propiedad privada. Sin embargo, en la mayor parte de las ciudades su relevancia agregada es limitada, al constituir una proporción muy pequeña de todas las plazas disponibles.

Cobrar por aparcar tiene efectos sobre el automóvil en dos dimensiones. Primero, puede afectar la decisión de algunos ciudadanos de tener un coche en propiedad o no. Segundo, el uso del automóvil se reduce cuando se cobra por aparcar, dado que solo aquellos trayectos para los que el valor compense el coste de aparcar se llevarán a cabo. La zona verde y la zona azul tienen efectos diferenciados en estas dimensiones. En ambos casos se desanima el uso del automóvil y se reducen los costes y la congestión asociada a la búsqueda de aparcamiento. La zona verde, sin embargo, puede facilitar, en comparación con la zona azul, la propiedad al hacer que los residentes no tengan que competir con los visitantes por un sitio

de aparcamiento cerca de su casa. Guo (2013), por ejemplo, muestra para Nueva York que la disponibilidad de aparcamiento gratuito para residentes explicaría cerca de un 10 por 100 de la decisión de poseer un automóvil. Albalade y Gragera (2020) analizan el caso de Barcelona y obtienen resultados en la misma dirección. En particular, estudian las consecuencias de convertir plazas de aparcamiento gratuito en plazas para residentes. Sus resultados indican que esta política conllevó un incremento en la propiedad de automóviles de un 1,1 por 100. En términos de bienestar, el efecto fue neutro. La reducción de la contaminación por la reducción de desplazamientos de los no residentes compensó el incremento en la propiedad de automóviles que aumentó los desplazamientos de los residentes y contribuyó a la sobreutilización del espacio público.

El pago por aparcar de no residentes (la zona azul) tiene efectos parecidos al segundo mecanismo de precios: los peajes por circular (7). Estos peajes son la manera preferida por los economistas de gestionar el tráfico. Se trata de que cada usuario pague por el uso del automóvil de acuerdo con las externalidades (contaminación y congestión) que genera sobre los demás. Este pago es lo que se denomina un *impuesto pigouviano* (de Pigou, 1920) y hace que solamente aquellos trayectos que generan un beneficio privado mayor al coste de las externalidades a las que dan lugar, se lleven a cabo. Singapur fue la ciudad pionera en este tipo de esquema en 1975, pero desde entonces se ha extendido a los países nórdicos y a ciudades del Reino Unido e Italia (8).

Uno de los casos más estudiados es la ciudad de Londres que tiene un peaje desde 2003 llamado *Congestion Charge* y que, actualmente, tiene un importe de alrededor de 15 libras al día. Los estudios indican que este peaje contribuyó a la reducción del tráfico de vehículos privados de cerca del 12 por 100 entre 2000 y 2011 (Transport for London, 2012), a pesar del incremento en el número total de desplazamientos del 16 por 100. Curiosamente, el efecto sobre la congestión (los atascos) no ha sido muy significativo, en parte porque se dedicó espacio en la calle que antes se destinaba al automóvil a peatones y ciclistas. La contaminación se habría reducido en este período cerca de un 16 por 100, aunque gran parte de esta reducción se podría deber a otros motivos, como la mayor eficiencia de los vehículos nuevos, la recesión de la primera década del siglo o el incremento en el precio de la gasolina.

Aunque es evidente que un peaje reduce el tráfico, la pregunta relevante es cuál es la sensibilidad de este tráfico al precio del peaje para poder determinar así el peaje óptimo. Para aprender sobre esta sensibilidad al precio son interesantes artículos como Gibson y Carnovale (2015), que utilizan un (casi) experimento natural para medir el efecto de los peajes sobre la polución. El estudio se basa en el esquema en vigor en Milán. El 16 de enero de 2012 se implementó un nuevo sistema de peajes que reemplazaba al ya existente entre 2008 y 2011. De acuerdo con el nuevo sistema se cobraban 5 euros a los vehículos que accedieran al centro de la ciudad. Sin embargo, este sistema fue suspendido por sorpresa por los tribunales entre el 26 de julio y el 27 de septiem-

bre de 2012. Los autores utilizan este cambio para observar cuál habría sido el nivel de tráfico y de polución sin estos peajes. Sus resultados muestran que si hubiera estado vigente la contaminación se habría reducido entre un 6 y un 17 por 100 y el número de desplazamientos en el área restringida habría disminuido en más de un 14 por 100. Por otro lado, el peaje estaría desplazando tráfico a horas en las que no se aplicaba (de 7:30 p. m. a 7:30 a. m.) y a zonas limítrofes. Los autores calculan que los peajes originan, a través de la reducción de la contaminación y la congestión del tráfico, unas ganancias sociales de cerca de 3.000 millones de dólares al año.

Como en otros casos, es importante tener en cuenta que estos efectos son de corto plazo y que, a largo plazo, el impacto podría ser aún mayor, dado que los peajes urbanos pueden promover cambios en los hábitos de los ciudadanos y en sus decisiones de dónde vivir, dónde trabajar, o dónde llevar a sus hijos al colegio. Consistente con esta idea, Gibson y Carnovale (2015) muestran que en Milán el peaje tuvo menores efectos precisamente en aquellas áreas donde el transporte público era abundante, lo que indicaría que los ciudadanos que valoran más su uso habrían decidido ya ir a vivir precisamente a esas áreas.

También existe evidencia de que los peajes urbanos pueden tener un efecto importante sobre la salud de los ciudadanos. Simenova *et al.* (2019) identifican el efecto del peaje en Estocolmo sobre la salud de los niños. Este peaje es de un máximo de alrededor de 2 euros (varía según la hora del día, siendo cero por las noches o los fines de semana) y

su introducción se hizo en dos etapas. Inicialmente, hubo una etapa de prueba y después de su evaluación se implementó este sistema de manera permanente. El efecto sobre el tráfico y los principales contaminantes en los primeros años fue de entre un 5 y un 15 por 100. Los autores muestran que los episodios de asma entre los niños se redujeron significativamente después de la introducción del peaje.

Las bondades de los peajes urbanos contrastan con la resistencia inicial a su implementación. Es importante puntualizar, sin embargo, que la evidencia existente sugiere que la resistencia se convierte en apoyo una vez se han implementado y sus efectos positivos son visibles para los ciudadanos. Así, en el caso de Milán, el esquema de peajes implementado en 2012 tuvo el apoyo del 79 por 100 de los ciudadanos de la ciudad. Eliasson (2008) obtiene resultados parecidos para Estocolmo, con un apoyo al mecanismo de peajes que fue creciendo en el tiempo.

Esta aparente contradicción se puede deber a varios motivos. Primero, muchos ciudadanos, enfrentados al coste del peaje, deciden dejar de utilizar el automóvil y una vez incurrido el coste de adaptación a la alternativa, valoran las ventajas en términos de menor contaminación atmosférica y menor ruido. Las ganancias también se manifiestan cuando el pago del peaje reduce el tiempo de viaje. Segundo, los ingresos obtenidos por los peajes a menudo se invierten en aumentar los recursos destinados al transporte público, extendiendo los beneficios a toda la sociedad. Finalmente, a pesar de lo que se acostumbra a sugerir, los peajes no son necesariamente regre-

sivos. Más allá del uso que se pueda hacer de los ingresos que generan, el argumento de que un peaje perjudica a los hogares con menores ingresos, en la línea que se ha sugerido anteriormente, no es cierto de manera general. El automóvil privado se utiliza en cerca del 30 por 100 de los desplazamientos que, sin la existencia de peajes pero donde ya se aplican otras medidas como el pago por aparcar, se concentran en los hogares con mayores ingresos. De acuerdo, por ejemplo, con la encuesta de movilidad de Barcelona de 2006, solo el 36 por 100 de los ciudadanos con renta menor a los 1.200 euros al mes utilizaba el coche, mientras ese porcentaje aumentaba hasta el 85 por 100 para los que ganaban más de 6.000 euros (9). Muy probablemente, la oposición que observamos a los peajes proviene de la relativa minoría de hogares con nivel de ingresos medio-alto y alto que seguirá utilizando el automóvil a pesar de los peajes. A pesar de que los beneficios son mayores, están extendidos de manera tan amplia que no compensa para un ciudadano en particular pronunciarse a su favor. El hecho que el automóvil sea utilizado principalmente por ciudadanos de mayores ingresos también explica porque las ZBE acostumbra a generar menos oposición, al ser estos ciudadanos los que habitualmente tienen vehículos más limpios y, por tanto, valoran principalmente los beneficios de la regulación. Esta relación explicaría que las ZBE sean más habituales en ciudades con mayor renta (Fageda, Flores-Fillol y Theiler, 2021).

IV. PROPUESTAS PARA LA CIUDAD DEL FUTURO

Los peajes urbanos tienen la virtud de ser un mecanismo sen-

cillo, relativamente fácil de implementar y que desanima los usos menos eficientes del automóvil. Estas características, además de los ingresos que generan, los hacen superiores a las restricciones cuantitativas. Sin embargo, los peajes tienen algunas limitaciones al ser un mecanismo que no otorga la posibilidad de reducir la contaminación y la congestión de manera separada. Todos los automóviles generan básicamente la misma congestión por kilómetro recorrido, pero la contaminación de cada vehículo es distinta dependiendo de si es eléctrico, híbrido o con motor de combustión. Así, cobrar el mismo peaje a todos los vehículos tendrá mayores efectos sobre la congestión que sobre la contaminación, al no proporcionar incentivos a reemplazar vehículos antiguos por otros más limpios.

El peaje óptimo, por tanto, debería ser distinto para diferentes tipos de vehículos. Los coches que generan menores externalidades pagarían un peaje menor, incentivando la compra de estos vehículos. El peaje también debería variar según el día y el nivel de congestión y contaminación existente. Esto último ya sucede en ciudades como Singapur, donde el peaje aumenta cuando la congestión es mayor. Desgraciadamente, implementar un mecanismo de este estilo va en contra de los objetivos de simplicidad necesarios para su aceptación por parte de los usuarios.

Es por ello que, recientemente, se han propuesto alternativas que, manteniendo la simplicidad de los peajes, pueden acercarse un poco más al mecanismo óptimo. Uno de ellos es la combinación de peajes con medidas de restricción que aplican únicamente a los vehículos más contaminantes, como

las ZBE. Por este motivo, Fageda y Flores-Fillol (2018) proponen para Madrid y Barcelona implementar un peaje con un importe inicial bajo, pero que aumente progresivamente en el tiempo hasta conseguir eliminar la congestión. La reducción de la contaminación vendría de la mano de la reducción en el tráfico.

El hecho que las ZBE afecten principalmente a los hogares de menores ingresos ha llevado a algunos autores como Basso, Montero y Sepúlveda (2021) a analizar los efectos de un sistema híbrido donde los vehículos de manera rotatoria pueden circular algunos días de manera gratuita, pero deben pagar un peaje el resto de los días. Este peaje solo aplicaría a los vehículos menos contaminantes, estando prohibido el uso de los demás. Este mecanismo incorpora los efectos positivos de mecanismos como *Hoy No Circula*, pero no genera el «efecto segundo coche» a menos que el importe del peaje sea muy alto. Al contrario, puede dar lugar a efectos positivos parecidos a los de las ZBE, al proporcionar incentivos a la compra de vehículos más limpios que puedan circular todos los días, aun teniendo que pagar un peaje.

Curiosamente, las regulaciones que se han planteado hasta ahora se basan en precios y no en fijar la cantidad de coches que circulan. Un sistema de peaje o de asignación de derechos a circular que los usuarios puedan intercambiar tienen propiedades parecidas y ha sido propuesto, por ejemplo, por Brands *et al.*, (2020). La limitación de cantidades es lo que se usa, por ejemplo, en la regulación de las emisiones de CO₂, donde las empresas que tienen derechos que no van a utilizar pueden venderlos a em-

presas que sí los quieran utilizar. Algo parecido podría hacerse en el caso de la circulación del automóvil. Todos los usuarios de la ciudad podrían tener derecho a circular un número determinado de días al año, pero podrían vender estos derechos si no los fueran a utilizar y recibir una compensación por ello. Estos derechos podrían estar asociados al impuesto de circulación del municipio y otorgarían flexibilidad para que los ciudadanos con vehículo registrado en la ciudad tuvieran derecho a circular más días por la misma que los de municipios de su área metropolitana y estos a su vez más que ciudadanos de otros municipios.

Un mecanismo así tendría ventajas con respecto a los peajes de congestión. Por un lado, los costes de gestión con la tecnología actual serían relativamente bajos y bastante parecidos a los de un sistema de peajes. Por otro, este mecanismo es probable que generara menos resistencia que los peajes de congestión, incluso si vinieran asociados a un incremento (menos que proporcional) del impuesto de circulación. Otorgaría ingresos adicionales a los ciudadanos que no utilizaran el vehículo de manera habitual, visibilizando las ganancias del mecanismo y obteniendo su apoyo. Al vincularse al impuesto de circulación podría otorgar más derechos de circulación a los vehículos más limpios. Por otro lado, permitiría racionalizar el diferente importe de los impuestos de circulación entre municipios. El importe que cobra cada municipio difiere a pesar de que otorga los mismos derechos a circular (excepto por las zonas de aparcamiento de residentes) lo que ha convertido algunos municipios en un semiparaíso fiscal donde algunas empresas

registran sus vehículos a bajo coste. Bajo este esquema, los incentivos a registrar el vehículo donde se va a utilizar aumentarían y con ellos se alinearía la recaudación de los ayuntamientos con el coste de mantenimiento de la vía pública.

Finalmente, es importante mencionar que la regulación del uso del automóvil no es más que un aspecto de la gestión de la movilidad. Medidas como el teletrabajo pueden tener un efecto importante sobre la reducción de la congestión y la contaminación. Las autoridades también pueden contribuir a la transición hacia unas ciudades más limpias a través de la promoción del transporte público y, sobre todo, facilitando la multimodalidad, es decir, la combinación de diferentes modos de transporte, incluyendo la gestión de los vehículos compartidos.

NOTAS

(*) Agradecemos a RICARDO FLORES-FILLOL por sus comentarios a una versión anterior de este documento. Todos los errores son míos. Contacto: llobet@cemfi.es

(1) El automóvil genera otros óxidos de nitrógeno que habitualmente se agrupan en el término NOx.

(2) Por este motivo, aun siendo las emisiones de CO₂ y sus efectos sobre el cambio climático una preocupación de primer orden, en este artículo ignoraremos su efecto, dado que la problemática que generan no es específica de las ciudades y, por tanto, debe ser abordada de manera más general.

(3) Ver https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/madrid-traffic/ y https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/barcelona-traffic/

(4) Este ejemplo pone de manifiesto que algunas medidas pueden tener efectos muy diferentes sobre los dos tipos de externalidades generadas por el tráfico y, por tanto, una combinación de medidas puede ser necesaria para mitigar ambas.

(5) Ver «Can Removing Highways Fix America's Cities?», *The New York Times*

(2021), <https://www.nytimes.com/interactive/2021/05/27/climate/us-cities-highway-removal.html> (accedido en agosto de 2021).

(6) Ver <https://www.ocu.org/consumo-familia/derechos-consumidor/consejos/peatones-movilidad-sostenible> (accedido en octubre de 2021).

(7) Una diferencia importante es que el pago por aparcar no aplica a los usuarios que tienen una plaza de aparcamiento en un estacionamiento privado, por ejemplo, en su centro de trabajo. En la medida en que esta disponibilidad está asociada con el nivel de ingresos, el pago por aparcar puede tener efectos más regresivos que los peajes.

(8) Ver <https://www.urbanaccessregulations.eu/userhome/map>. Este mapa también identifica otras regulaciones como las zonas de bajas emisiones, que son habituales sobre todo en Alemania y el norte de Italia.

(9) Ver GERMÀ BEL «Els efectes redistributius de la taxa de congestió» (*Diari Ara*), https://www.ara.cat/opinio/germa-bel-efectes-redistributius-taxa-congestio_129_2676011.html (accedido en octubre de 2021).

BIBLIOGRAFÍA

- ALBALATE, D. y GRAGERA, A. (2020). The Impact of Curbside Regulations on Car Ownership. *Regional Science and Urban Economics*, 81, 103518.
- BASSO, L., MONTERO, J.-P. y SEPÚLVEDA, F. (2021) A practical approach for curbing congestion and air pollution: Driving restrictions with toll and vintage exemptions. *Transportation Research Part A*, en prensa.
- BEL, G., BOLANÉ, C., GUILLÉN, M. y ROSELL, J. (2015). The environmental effects of changing speed limits: A quantile regression approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 36, pp. 76-85.
- BEL, G. B. y ROSELL, J. (2013). Effects of the 80 km/h and variable speed limits on air pollution in the metropolitan area of Barcelona. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 23, pp. 90-97.
- BERNARDO, V., FAGEDA, X. y FLORES-FILLOL, R. (2021). Pollution and congestion in urban areas: The effects of low emission zones. *Economics of Transportation*, 26-27, 100221.

<p>BRANDS, D. K., VERHOEF, E. T., KNOCKAERT, J. y KOSTER, P. R. (2020). Tradable permits to manage urban mobility: Market design and experimental implementation. <i>Transportation Research Part A: Policy and Practice</i>, 137, pp. 34-46.</p> <p>CHAY, K. Y. y GREENSTONE, M. (2003). The Impact of Air Pollution on Infant Mortality: Evidence from Geographic Variation in Pollution Shocks Induced by a Recession. <i>The Quarterly Journal of Economics</i>, 118(3), pp. 1121-1167.</p> <p>COMISIÓN EUROPEA (2011). Informe de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo relativo a la aplicación de la Directiva sobre el ruido ambiental de conformidad con el artículo 11 de la Directiva 2002/49/CE.</p> <p>DERYUGINA, T., HEUTEL, G., MILLER, N. H., MOLITOR, D. y REIF, J. (2019). The Mortality and Medical Costs of Air Pollution: Evidence from Changes in Wind Direction. <i>American Economic Review</i>, 109(12), pp. 4178-4219.</p> <p>DAVIS, L. W. (2008). The Effect of Driving Restrictions on Air Quality in Mexico City. <i>Journal of Political Economy</i>, 116(1), pp. 38-81.</p> <p>DOWNES, A. (1962). The Law of peak-hour Expressway Congestion. <i>Traffic Quarterly</i>, 16(3), pp. 393-409.</p> <p>DURANTON, G. y PUGA, D. (2020). The Economics of Urban Density. <i>Journal of Economic Perspectives</i>, 34(3), pp. 3-26.</p> <p>DURANTON, G. y TURNER, M. A. (2011). The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities. <i>American Economic Review</i>, 101(6), pp. 2616-2652.</p> <p>EBENSTEIN, A., LAVY, V. y ROTH, S. (2016). The Long-Run Economic Consequences of High-Stakes Examinations: Evidence from Transitory Variation in Pollution. <i>American Economic Journal: Applied Economics</i>, 8(4), pp. 36-65.</p> <p>ELIASSON, J. (2008). Lessons from the Stockholm Congestion Charging Trial. <i>Transport Policy</i>, 15(6), pp. 295-404.</p> <p>ESKELAND, G. S. y FEYZIOGLU, T. (1997). Rationing can backfire: The «day without a car» in Mexico City. <i>World</i></p>	<p><i>Bank Economic Review</i>, 11, pp. 383-408.</p> <p>EVANS, R. J. (2016). <i>The Pursuit of Power: Europe 1815-1914</i>. Penguin.</p> <p>FAGEDA, X. y FLORES-FILLOL, R. (2018). Atascos y contaminación en grandes ciudades: Análisis y soluciones. <i>Fedea Policy Papers</i> – 2018/04.</p> <p>FAGEDA, X., FLORES-FILLOL, R. y THEILER, B. (2021). <i>Price versus Quantity Measures to deal with Pollution and Congestion in Urban Areas: A Political Economy Approach</i>, mimeo.</p> <p>GARCÍA-LÓPEZ, M.-À., PASIDIS, I. y VILADECANS-MARSAL, E. (2020). Congestion in highways when tolls and railroads matter: Evidence from European cities. <i>Working Papers</i>, n.º 2020/11. Department of Applied Economics at Universitat Autònoma de Barcelona.</p> <p>GIBSON, M. y CARNOVALE, M. (2015). The Effect of Road Pricing on Driver Behavior and Air Pollution. <i>Journal of Urban Economics</i>, 89, pp. 62-73.</p> <p>GONG, Z. (2016). <i>Traffic Air Pollution: Regulation and Impact in Barcelona</i>. CEMFI Master Thesis.</p> <p>GORDON, R. J. (2016). <i>The Rise and Fall of American Growth</i>. Princeton University Press.</p> <p>GUO, Z. (2013). Residential Street Parking and Car Ownership. <i>Journal of the American Planning Association</i>, 79(1), pp. 32-48.</p> <p>HARRISON, R. M., ALLAN, J., CARRUTHERS, D., HEAL, M. R., LEWIS, A. C., MARNER, B., MURRELLS, T. y WILLIAMS, A. (2021). Non-Exhaust Vehicle Emissions of Particulate Matter and VOC from Road Traffic: A Review. <i>Atmospheric Environment</i>, 262, 118592.</p> <p>HASS-KLAU, C. (1993). Impact of Pedestrianization and Traffic Calming on Retailing: A review of Evidence from Germany and the UK. <i>Transport Policy</i>, 1(1), pp. 21-31.</p> <p>HEYES, A., RIVERS, N. y SHAUFELE, B. (2019). Pollution and Politician Productivity: The Effect of PM on Mps. <i>Land Economics</i>, 95(2), pp. 157-173.</p> <p>HEYES, A. y ZHU, M. (2019). Air Pollution as a Cause of Sleeplessness: Social Media Evidence from a</p>	<p>Panel of Chinese Cities. <i>Journal of Environmental Economics and Management</i>, 98, 102247.</p> <p>KRAUS, S. y KOCH, N. (2021). Provisional COVID-19 infrastructure induces large, rapid increases in cycling. <i>PNAS</i>, 118(15), e2024399118. https://doi.org/10.1073/pnas.2024399118</p> <p>MÜNZEL, TH., SCHMIDT, F. P., STEVEN, S., HERZOG, J., DAIBER, A. y SORENSEN, M. (2018). Environmental Noise and the Cardiovascular System. <i>Journal of the American College of Cardiology</i>, 71(6), pp. 688-697.</p> <p>NORTON, P. D. (2008). <i>Fighting Traffic: The Dawn of the Motor Age in the American City</i>. Inside Technology, MIT Press.</p> <p>PIGOU, A. C. (1920). <i>The Economics of Welfare</i>. London: Macmillan .</p> <p>SALAS, R., PÉREZ-VILLADÓNIGA, M. P., PRIETO-RODRÍGUEZ, J. y RUSSO, A. (2021). Were traffic restrictions in Madrid effective at reducing NO₂ levels? <i>Transportation Research Part D: Transport and Environment</i>, 91, 102689.</p> <p>SIMENOVA, E., CURRIE, J., NILSSON, P. y WALKER, R. (2019). Congestion Pricing, Air Pollution, and Children's Health. <i>Journal of Human Resources</i>, en prensa.</p> <p>TRANSPORT FOR LONDON (2012). <i>Travel in London</i>. Report 5, Transport of London.</p> <p>VOHRA, K., VODONOS, A., SCHWARTZ, J., MARAIS, E. A., SULPRIZIO, M. P. y MICKLEY, L. J. (2021). Global mortality from outdoor fine particle pollution generated by fossil fuel combustion: Results from GEOS-Chem. <i>Environmental Research</i>, 195, 110754.</p> <p>WOLFF, H. (2014). Keep your clunker in the suburb: Low-emission zones and adoption of green vehicles. <i>The Economic Journal</i>, 124, pp. 481-512.</p> <p>ZHANG, W., LAWELL, C.-Y. y UMANSKAYA, V. (2017). The effects of license plate-based driving restrictions on air quality: Theory and empirical evidence. <i>Journal of Environmental Economics and Management</i>, 82, pp. 181-220.</p>
---	--	--