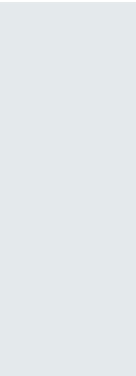


# economics for energy



# Crisis y reforma de la fiscalidad sobre el transporte

Alberto Gago<sup>a,b</sup>, Xavier Labandeira<sup>a,b,\*</sup>, Xiral López-Otero<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Rede, Universidade de Vigo, Facultade de CC.EE, Campus As Lagoas s/n, 36310 Vigo, Spain

<sup>b</sup> Economics for Energy, Gran Vía 3, 3E, 36204 Vigo, Spain

<sup>c</sup> Departamento de Teoría Económica y Economía Matemática, UNED, Senda del Rey 11, 28040 Madrid, Spain

## Resumen

El transporte por carretera ha estado tradicionalmente sujeto a una serie de impuestos sobre los carburantes y sobre los vehículos, con objetivos de obtención de ingresos, financiación de infraestructuras o corrección de externalidades (ambientales y de congestión). Sin embargo, en los últimos años la operación y la efectividad de estos impuestos se ha visto socavada por varios factores: i) contaminación local generalizada y problemas de congestión que solo se relacionan indirectamente con el tipo de vehículo y el consumo de carburantes, ii) tendencia hacia una flota más eficiente energéticamente, reduciendo las capacidades recaudatorias del sistema, y iii) crecientes cambios en las opciones de movilidad (vehículos compartidos, conducción autónoma, etc.) En este artículo se proporciona evidencia sobre estos factores y se sugiere un nuevo enfoque para la fiscalidad sobre el transporte basado en las características del vehículo y su uso real (según franja horaria y localización). El gravamen del uso real del vehículo es ahora tecnológicamente factible y puede permitir abordar las externalidades asociadas de forma más efectiva, mejorando las capacidades recaudatorias de distintos niveles de gobierno. El artículo también considera varias alternativas para una transición exitosa desde la situación actual al sistema propuesto.

---

\*Autor de contacto: [xavier@uvigo.es](mailto:xavier@uvigo.es)

Los autores agradecen el apoyo financiero de la Cátedra FENOSA sobre energía y desarrollo sostenible de la Universidade de Vigo. También reconocen las sugerencias y comentarios de José M. Labeaga, Pedro Linares, Juan Pablo Montero, Kurt Van Dender, Marta Villar y resto de participantes en GCET19. Las conclusiones, errores u omisiones del trabajo son, no obstante, de su única responsabilidad.

## 1. Introducción

El transporte por carretera vive la mayor transformación desde su conformación como sector en el siglo pasado. Los objetivos de reducción de emisiones y transición a economías bajas en carbono, los impactos de la creciente urbanización de las sociedades contemporáneas, la nueva actitud regulatoria frente a la movilidad, los avances tecnológicos en el sector y los cambios que se observan en las pautas de adquisición, tenencia y uso de los vehículos privados, entre otras razones, han modificado sustancialmente la escena en la que han de desenvolverse sus cadenas productiva y de consumo. Y detrás de estos profundos cambios tecnológicos, sociales y regulatorios, se producirán (se están produciendo ya) otros cambios que se sucederán en todos los aspectos conectados con el sector, incluyendo el fiscal.

La movilidad ha sido siempre objeto de interés para el sistema tributario, debido principalmente a que la adquisición, la tenencia y el uso de los vehículos muestran capacidad de pago, los consumos de carburantes son masivos e inelásticos, y la recaudación elevada y estable. Durante décadas los sistemas fiscales han utilizado una triada de figuras fiscales (impuestos de matriculación, impuestos recurrentes de circulación e impuestos sobre combustibles) que han funcionado relativamente bien. Pero los cambios antes avanzados les están afectando de forma creciente, poniendo en cuestión su propia razón de ser.

Así, en el ámbito académico se ha subrayado el marcado perfil recaudatorio de estos impuestos y su desconexión de las múltiples externalidades -contaminación global y local, congestión, accidentes, etc.- causadas por el transporte por carretera (véase Delucchi, 2000; Sansom et al., 2001; Quinet, 2004; Santos, 2005; Maibach et al., 2008; van Essen, 2011; Gago et al., 2014; Korzhenevych et al., 2014; Parry et al., 2014; o Santos, 2017). Por otra parte, también se ha cuestionado su impacto distributivo (Aasness y Larsen, 2002; EEA, 2011), si bien la literatura muestra que los impuestos sobre el transporte son habitualmente menos regresivos que los que gravan otros productos energéticos (Labandeira et al., 2007; Ekins and Speck, 2011; Kosonen, 2012) e incluso en determinadas circunstancias pueden tender a la progresividad (Labeaga et al., 2018; Rausch et al., 2010; Sterner, 2012; Flues y Thomas, 2015).

En el ámbito regulatorio se han utilizado algunos de esos argumentos académicos para avanzar o desarrollar propuestas. En una de las zonas con mayor presión fiscal en este campo, la Comisión Europea procuró en los primeros años del siglo una reforma integral de la tributación de los vehículos y carburantes con un doble objetivo: evitar fenómenos de competencia fiscal entre sus miembros y vincular los impuestos a factores ambientales. Así, para el primero planteó la eliminación gradual de los impuestos sobre matriculación y una actualización de umbrales mínimos de accisas energéticas, mientras que para el segundo propuso la vinculación de las bases de los impuestos sobre matriculación, circulación y carburantes a los daños asociados a las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). No obstante, las dos propuestas de directiva sobre estas cuestiones (EC, 2005; 2011a) tuvieron que ser abandonadas pocos años después ante la

incapacidad de conseguir la necesaria unanimidad (en asuntos fiscales) entre los estados miembros.

En el ámbito industrial-comercial los cambios son mucho más intensos. El transporte por carretera está experimentando una profunda transformación que abarca nuevas tecnologías y productos, nuevos entrantes, pautas diferentes de uso y consumo, un mercado constreñido, nuevas regulaciones de movilidad y una auténtica revolución que afecta a toda la cadena de valor y al comportamiento de todos los agentes (ver Capgemini, 2015; Bloomberg, 2016; Kruegen y Johnson, 2016; McKinsey, 2016; Fundación Orange, 2016; BBVA Research, 2017; KPMG, 2017; o ANFAC, 2018).

Para los impuestos sobre vehículos y transporte por carretera, estos cambios modifican el estatus de confort en el que han vivido hasta el presente siglo. Se cuestiona su aplicación en los actos de venta de vehículos, simultáneamente a los impuestos generales y específicos sobre consumos; su condición recaudatoria se ve disminuida por la transición tecnológica que abandona los motores de combustión o los hace mucho más eficientes; y su nivel de eficiencia se reduce un poco más ante su incapacidad para interiorizar las principales externalidades por su contribución a la contaminación local o a los fenómenos de congestión. Impuestos ineficientes, de recaudación menguante (incapaces de mantener su papel en el sistema fiscal y/o cubrir los costes de las infraestructuras), con riesgos de ruptura en los mercados interiores y que necesitan, por tanto, una reforma a fondo para superar estas carencias y alinearlos con las transformaciones sectoriales mencionadas y los objetivos fiscales y regulatorios actuales.

En este contexto, este trabajo busca realizar un diagnóstico de la situación actual y desarrollar una propuesta de reforma para la fiscalidad del automóvil que permita afrontar los desafíos apuntados. A este efecto, seguidamente analizaremos con un cierto grado de detalle la situación actual de estos impuestos. En el tercer epígrafe revisaremos los argumentos que ponen en cuestión ese contexto, con especial consideración de las externalidades no internalizadas, las restricciones institucionales y los cambios sectoriales. A partir de este análisis, y con el objetivo de resolver las carencias detectadas, en el cuarto apartado se presenta la propuesta de reforma de los impuestos existentes. Así, creemos que la futura fiscalidad sobre los vehículos dirigirá su atención hacia las cuantiosas externalidades de congestión, se caracterizará por estructuras fiscales complejas con objetivos múltiples, tendrá una capacidad recaudatoria equivalente o superior a la de los impuestos actuales sobre vehículos y combustibles, y basará su funcionamiento en tecnologías telemáticas avanzadas, con capacidad para determinar en tiempo real bases imponibles complejas referidas al uso de vehículos de distinta clase en términos de ubicación y tiempo. Dada la complejidad y las dificultades vinculadas a una implantación inmediata de este nuevo sistema, en el quinto epígrafe se estudia cómo podría definirse un proceso de transición y sus desafíos asociados. Finalmente, el trabajo se cierra con un apartado de conclusiones y las correspondientes referencias.

## 2. Situación actual de la fiscalidad sobre el transporte

Hasta el momento la aplicación de impuestos sobre el transporte rodado responde en gran medida a razones fiscales (Gago et al., 2014). Así, según los últimos datos disponibles estos impuestos obtuvieron alrededor del 5% de la recaudación impositiva tanto en la Unión Europea (EC, 2018) como en EE.UU. (USDT, 2017; OECD, 2018): 1,8% y 1,3% del PIB, respectivamente. La baja elasticidad precio de la principal fuente recaudatoria, los carburantes de automoción (véase Brons, 2008; Labandeira et al, 2017), lleva a que su gravamen impositivo provoque efectos limitados sobre el consumo y, en consecuencia, sobre el volumen y estabilidad de la recaudación. De hecho, estas figuras ejemplifican la denominada imposición óptima sobre bienes y servicios porque, al producir solo pequeñas alteraciones sobre el comportamiento de los consumidores, generan ingresos públicos a bajos costes de eficiencia (Ramsey, 1927).

La recaudación impositiva obtenida por estos impuestos se ha utilizado generalmente en Europa sin afectaciones específicas, si bien en algunos países es habitual su uso (parcial o total) para la financiación de las infraestructuras de transporte. Así, en EE.UU. el impuesto federal sobre los carburantes financia aproximadamente el 90% del *Highway Trust Fund*, destinado principalmente a sufragar la construcción de autopistas y otros proyectos de transporte (Lowry, 2015)<sup>1</sup>, mientras que los impuestos sobre los carburantes son también la principal fuente de recaudación de los estados para financiar la red viaria y otras infraestructuras de transporte (Brouwer et al., 2016).

La segunda razón para utilizar los impuestos sobre el transporte es el control de las externalidades. Como en casi todos los mercados, este sector habitualmente adopta decisiones en un marco ineficiente, dominado por la presencia de efectos externos negativos de distinta naturaleza. Su origen tiene que ver con la no percepción de los costes sociales asociados a diversos factores: los costes que se derivan de la congestión y los accidentes del tráfico, los costes generados por las emisiones de contaminantes globales (principalmente GEI, gases de efecto invernadero) y locales, además del ruido (Parry et al., 2014)<sup>2</sup>. Dada la relevancia de estas externalidades (véase el apartado 3.2) y la magnitud de los costes asociados, que pueden aproximarse al 5% del PIB en la UE (van Essen et al., 2011), en las últimas décadas algunos países han tratado de abordarlas mediante la modificación o la introducción de nuevas figuras impositivas sobre el transporte.

Dentro de este marco general, existen tres grandes categorías de tributos sobre el transporte rodado que se aplican en muchos países (Hylén et al., 2013): impuestos sobre los vehículos (compra y recurrentes), impuestos sobre los carburantes, y tasas de acceso a infraestructuras y ciudades. En particular, la fiscalidad sobre el transporte rodado se ha centrado hasta el momento

---

<sup>1</sup> Desde 2008 las obligaciones de gasto del *Highway Trust Fund* han superado sus ingresos, obligando al Tesoro a transferir fondos cuantiosos para cubrir la diferencia (Kirk y Mallett, 2018).

<sup>2</sup> Estas son las externalidades más importantes, pero no las únicas, que origina el tráfico rodado. Para mayor información pueden consultarse los trabajos de Delucchi (2000), Quinet (2004), Santos (2005), Maibach et al. (2008), van Essen et al. (2011) o Korzhenevych et al. (2014)

en la segunda categoría, origen de cerca del 75% de los ingresos fiscales en este ámbito (EC, 2018). Puesto que existe una relación directa entre consumo de carburantes y emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el principal de los GEI, el gravamen de los carburantes conforma un instrumento eficiente para abordar el problema del cambio climático. Sin embargo, dado que la mayoría y más importantes externalidades asociadas al transporte rodado (como la congestión, los accidentes, la contaminación local o el ruido) no guardan una relación directa con el consumo de carburantes, sino que varían en función del tipo de vehículo y del lugar y horario de su utilización, estos tributos son incapaces de abordarlas adecuadamente.

Los impuestos sobre los vehículos ocupan el segundo lugar en importancia y recaudación, aunque a mucha distancia de los anteriores. Dentro de estos impuestos se puede distinguir entre los que gravan la compra o matriculación a través de impuestos indirectos convencionales basados en las características de los vehículos (tipo, potencia y/o nivel de emisiones), y aquellos que gravan la circulación a través de impuestos sobre la tenencia de vehículos, si bien algunas experiencias aplicadas utilizan diseños más complejos, por ejemplo con fórmulas que consideran factores ambientales e indicadores de utilización.

También existen impuestos que gravan por el uso de las infraestructuras, ya sea durante un período temporal concreto o por kilómetro recorrido, y acceso circulación en zonas congestionadas. Estos impuestos, casi siempre asociados a la financiación infraestructural en un primer momento, han evolucionado hacia la corrección de externalidades negativas ante la inoperancia de las anteriores categorías tributarias.

### **3. Problemas y desafíos de la fiscalidad sobre el transporte**

Como ya se avanzó, nos encontramos ante un proceso de fuertes cambios y fricciones en la movilidad rodada. Las implicaciones fiscales son obvias: dudas sobre capacidades recaudatorias estables de los impuestos existentes, sin que existan muchas alternativas de reemplazo dentro de los sistemas fiscales existentes, y dudas sobre su capacidad de abordar adecuadamente los desafíos correctores actuales y futuros, de nuevo sin que parezcan existir alternativas regulatorias eficientes fuera de este ámbito. A continuación analizaremos en más detalle estos cambios y su impacto sobre la fiscalidad sobre el transporte, describiendo también brevemente ciertas experiencias que pueden iluminar algunas opciones de futuro.

#### **3.1. Tecnología, comportamiento y pérdida recaudatoria**

La capacidad recaudatoria de los impuestos sobre los carburantes, crucial para los sistemas fiscales europeos y para el mantenimiento de las infraestructuras viarias en lugares como EE.UU., es cada vez menor por la creciente eficiencia energética de los vehículos y la progresiva introducción de vehículos híbridos y eléctricos (McMullen et al., 2010). Así, en la Unión Europea,

la eficiencia energética del transporte se incrementó un 1,2% por año en el período 2000-2013 (Faber et al., 2015) y el consumo específico de los nuevos coches se redujo anualmente un 3,4% entre 2007 y 2015 (ODYSSEE-MURE, 2018), mientras que el consumo de combustibles alternativos se elevó hasta el 7,5% del consumo de energía para transporte por carretera ya en 2014 (Bertoldi et al., 2016). En este contexto, los impuestos sobre el transporte han ido perdiendo peso en los países europeos en los últimos años, tanto en la recaudación total como en porcentaje de PIB (alrededor de un 17% entre 2016 y 2002) (EC, 2018)<sup>3</sup>.

Es muy probable que esta tendencia decreciente de los impuestos convencionales sobre el transporte rodado se vea agravada en el futuro próximo. Por un lado, el avance tecnológico intensificará sus efectos fiscales, que se verán también alterados por cambios en hábitos y comportamientos (algunos originados por la propia fiscalidad). Las posibilidades de compensar las caídas en la base imponible mediante subidas en los tipos impositivos del impuesto más recaudatorio, el que grava los carburantes, son limitadas debido a su magnitud relativa con respecto a otros productos energéticos<sup>4</sup> y a la dificultad para diferenciar, por ejemplo, la electricidad para el transporte del resto de usos. Más fácil sería actualizar las tarifas de los impuestos convencionales sobre propiedad (compra y recurrentes) para adecuarse a tecnologías más eficientes y limpias, aunque estas figuras tienen un menor recorrido recaudatorio y regulatorio.

Por el lado de los productores, la confluencia de los avances digitales, los argumentos ambientales, la presión regulatoria y los argumentos de eficiencia energética están promoviendo un proceso de innovación tecnológica como nunca antes había conocido el sector. Algunos cambios rupturistas, como la digitalización de los automóviles, la conectividad o el vehículo sin conductor, han seguido un proceso de maduración acelerado en los últimos años y están disponibles o cerca de serlo. Si a ello añadimos la generalización del coche eléctrico, una vez resueltas las restricciones de autonomía y precio, podremos hablar de la “tercera revolución del transporte” (Zimmer, 2016). Porque esta va más allá del cambio tecnológico: arrastra un “cambio de paradigma mental” (Parra, 2016) que altera nuestra manera actual de entender la movilidad y las prestaciones vinculadas al uso de la red.

Aunque los medios de difusión y la continua presión de los reguladores para alcanzar los objetivos ambientales (contaminación local y cambio climático) sitúan el vehículo eléctrico a la cabeza de las transformaciones en marcha, para los líderes del sector el vehículo conectado y autónomo identifica mejor el carácter rupturista de los cambios que se están produciendo. Porque un escenario de coche autónomo revoluciona de manera radical el modelo de movilidad que conocemos, cambia la idea del coche como bien de consumo, modifica sus atributos y

---

<sup>3</sup> De forma análoga, en EE.UU. la recaudación de los impuestos sobre el transporte destinada a políticas de transporte redujo de forma importante su peso tanto en el PIB (casi un 12%) como en la recaudación total (más del 15%) entre 2002 y 2014 (USDT, 2018; OECD, 2018).

<sup>4</sup> Así, considerando la media ponderada por población en los 22 países de la UE que pertenecen a la OCDE, el porcentaje de impuestos en el precio de la gasolina y el diésel alcanzó en 2016, respectivamente, el 65% y el 61%, frente al 30% para la electricidad residencial y el 23% para el gas natural residencial (OECD/IEA, 2017).

reassigna los valores que aporta. En términos técnicos, el coche conectado supone relacionar las tecnologías 'vehículo a vehículo' y 'vehículo a infraestructura' al desarrollo de carreteras y ciudades inteligentes (KPMG, 2015). Esta conexión permitirá establecer una comunicación directa entre coches y semáforos, señales y carreteras con sensores, e incluso coches con dispositivos móviles de peatones, haciendo la conducción más segura e inteligente. El coche autónomo representa el siguiente paso: mediante sensores y algoritmos, es capaz de realizar trayectos sin conductor, dependiendo su autonomía de la capacidad inteligente de las diferentes vías. Y a partir de aquí lo relevante ya no será el servicio de desplazamiento, sino lo que permita hacer el coche autónomo durante el trayecto, es decir, la conectividad del vehículo y el tiempo que se ahorre para otro tipo de usos (descanso, trabajo, etc.). En este nuevo escenario, la oferta digital podría ser incluso más importante que la calidad industrial (muy testada) del propio activo y probablemente determinará una parte importante del precio.

Si el foco se dirige desde el proceso productivo hacia el consumidor y sus hábitos/preferencias los cambios serán también muy importantes, sobre todo en la manera de usar el vehículo. Así, para las nuevas generaciones el vehículo ha perdido en gran medida el carácter distintivo tradicional (como bien diferencial, con atributos que tienen valor, merecen reconocimiento, proporcionan placer y asignan estatus), pasando a convertirse en fuente casi exclusiva de accesibilidad. Esto provoca que los consumidores jóvenes sean cada vez más reacios a adquirir un bien de consumo duradero, que tiene un precio elevado y que permanece la mayor parte del tiempo inactivo<sup>5</sup>. Así, en EE.UU., entre 1983-2014 se redujo continuamente el porcentaje de personas jóvenes con carnet de conducir (Sivak y Schoettle, 2016), mientras que entre 2001 y 2009 el número medio de km-vehículo recorridos por conductores de menos de 34 años se redujo casi una cuarta parte (Davis et al., 2012). Este cambio desde la propiedad a la accesibilidad es muy relevante si tenemos en cuenta que el 40% de los coches nuevos serán vendidos a las nuevas generaciones (Ivars, 2017) y sus razones parecen obvias: los consumidores urbanos, no solo los jóvenes, sienten cada vez más el peso en costes e incomodidades de la utilización privativa del vehículo (tiempo, combustible, siniestralidad, mantenimiento, seguro, impuestos, aparcamiento, etc.), lo que abre espacio a la creación de asociaciones de uso compartido y empresas con oferta de flotas de coches en uso permanente a disposición de usuarios asociados a grandes plataformas digitales.

De este modo, por una parte el cambio tecnológico reducirá progresivamente la motorización sucia (combustión fósil ineficiente) y, en consecuencia, la recaudación obtenida por las accisas sobre combustibles e impuestos de matriculación pro-ambientales se verá muy afectada. Por otra parte, los cambios en los hábitos de propiedad y consumo de los vehículos, junto a los incentivos introducidos en los hábitos por los propios impuestos actuales, provocarán reducciones recaudatorias adicionales en otros impuestos de la triada: matriculación y circulación. Y, sin embargo, esta caída recaudatoria no es pareja con la solución de los importantes costes externos ocasionados por el sector, tal y como observamos a continuación.

---

<sup>5</sup> Bates y Leibling (2012) estiman que en el Reino Unido el coche medio está aparcado en casa el 80% del tiempo, aparcado en otro lugar el 16,5% y solo se usa activamente un 3,5% de su vida útil.



### **3.2. Externalidades y fiscalidad en el sector del transporte**

El transporte por carretera es responsable de una gran parte de los costes externos ocasionados por el sector (van Essen, 2011), incluyendo la contaminación global y local, la congestión, los accidentes o el ruido. Sin embargo, el coste de estas externalidades no se ve reflejado en los precios del mercado de vehículos y carburantes y da lugar a resultados ineficientes en ausencia de intervención pública (Santos et al., 2010). A continuación se presentan las principales externalidades asociadas al transporte por carretera y se discuten las políticas correctoras existentes y algunas pautas para su evolución futura.

#### *3.2.1. Congestión*

Por congestión nos referimos al incremento en el tiempo de viaje y en los costes operativos de los vehículos como consecuencia de las interacciones entre estos en la vía, cuando el volumen de vehículos que utiliza la infraestructura al mismo tiempo supera su capacidad máxima. Se pueden distinguir dos tipos de congestión, dependiendo del tipo de infraestructura: congestión por embotellamiento y congestión flujo (Milne et al., 2000). La primera se produce debido a cuellos de botella en puntos determinados (puentes, túneles, cruces, etc.) mientras que la segunda se produce por un exceso de capacidad de las redes de transporte. Generalmente, la congestión que se observa en la realidad es una mezcla de ambas.

La congestión reduce la velocidad y la fiabilidad del viaje e incrementa el esfuerzo necesario para conducir (Litman, 2013), generando también un aumento en el consumo de carburantes y en la contaminación<sup>6</sup>. De este modo, el coste externo de la congestión es el valor de las pérdidas de tiempo y del incremento en los costes operativos que la entrada de cada vehículo adicional a la infraestructura impone a todos los usuarios de la vía, coste que no es tenido en cuenta por el conductor del vehículo, dando lugar a un resultado ineficiente (Newbery, 1990).

Las estimaciones realizadas en la literatura indican que los costes de la congestión son los más elevados de todos los costes externos asociados al transporte por carretera (véase Tabla 1). Así, van Essen et al. (2011) estiman que en 2008 los costes de la congestión en la Unión Europea, Noruega y Suiza se situaron entre el 1 y el 2% del PIB, aproximadamente dos tercios atribuibles a los viajes en coche; Schrank et al. (2015) muestran que los costes de la congestión del transporte en EE.UU. se incrementaron desde el 0,6% del PIB en 1982 hasta casi el 1% del PIB en 2014; mientras que BITRE (2015) calcula que los costes de la congestión en las ocho capitales australianas aumentaron un 30% entre 2010 y 2015. Con respecto a su evolución futura, Cerb (2014) calcula que los costes de la congestión de las carreteras entre 2013 y 2030

---

<sup>6</sup> Un coche retenido en un atasco de tráfico puede contaminar hasta tres veces más que en condiciones normales de circulación (Goh, 2002).

aumentarán un 63% en el Reino Unido, un 50% en EE.UU. y un 31% en Francia y Alemania; mientras que BITRE (2015) estima que en Australia se incrementarán un 82% entre 2015 y 2030.

Estos estudios ponen de relieve tanto la magnitud de este problema como la falta de efectividad de los impuestos convencionales sobre el transporte para corregir esta externalidad. Los impuestos sobre los carburantes incrementan los costes de los viajes a cualquier hora y en cualquier lugar, pero la congestión se produce en determinadas horas y zonas (generalmente urbanas), por lo que no consiguen abordar este problema (Parry et al., 2007). Como alternativa, en algunos países se han utilizado las regulaciones convencionales para tratar de reducir la congestión. Así, algunas ciudades (por ejemplo, Atenas o Ciudad de México) han implementado regulaciones de prohibición de circulación de los coches determinados días en función de su matrícula, pero esta política también es ineficiente, ya que provoca un incremento en el número total de vehículos en circulación (Davis, 2008, Gallego et al., 2013; Cantillo y Ortúzar, 2014), al inducir a muchos hogares a adquirir otro vehículo para poder circular todos los días (Eskeland y Feyzioglu, 1997; de Grange y Troncoso, 2011). También se han empleado medidas de gestión del tráfico como los carriles para vehículos con alta ocupación, pero estas tienen un éxito limitado porque generalmente los ahorros de tiempo no proporcionan los incentivos suficientes para compartir coche, provocando una infrautilización de los carriles (Know y Varaiya, 2008; Dahlgren, 1998). Aunque una solución obvia para reducir los costes de la congestión es la expansión infraestructural, en ocasiones esta no es posible por sus elevados costes económicos o ambientales y además tal expansión puede dar lugar a un aumento en el tráfico (Goodwin, 1996).

En este contexto, es necesario otro instrumento que se ajuste mejor a la externalidad, idealmente un pago por congestión específico que varíe en función de la hora del día (Parry et al., 2007). La escala territorial, la extensión horaria, la incorporación de objetivos ambientales o la forma jurídica elegida (peaje, licencia, tasa, impuesto) establecen las principales diferencias entre las experiencias aplicadas en una lista de ciudades que ya empieza a ser considerable (véase Rye e Ison 2008, Eliasson, 2014 o Endurance, 2015). Como se observará en el siguiente apartado, la mayoría de estos sistemas presentan diseños prácticos y poco sofisticados para gravar la congestión, tratando generalmente por igual a todos los coches, a pesar de que sus características y efectos sean diferentes, y aplicando el mismo tipo/cuota sin tener en cuenta ni el lugar, ni la hora de circulación. Además, suele recurrirse a la afectación de los ingresos en el propio sector del transporte para favorecer la aceptación de las nuevas cargas fiscales, lo que supone pérdidas adicionales de eficiencia (Nash, 2008). De hecho, Harrington et al. (2001) explican que la baja aceptación de los pagos por congestión continúa siendo una barrera muy importante para su utilización. Argumentan que esta oposición se debe a su consideración como meras medidas recaudatorias, al no existir alternativas para muchos conductores y no percibirse las mejoras sociales. Tal oposición podría reducirse con la devolución de parte de la recaudación y con la existencia de alternativas no gravadas por estas figuras.

### 3.2.2. Contaminación atmosférica

Los automóviles provocan contaminación en tres niveles geográficos: local, regional y global (Johnstone y Karousakis, 1999). La concentración de la mayoría de los contaminantes disminuye rápidamente a medida que aumenta la distancia a la fuente de contaminación, con lo que los daños ambientales son fundamentalmente locales. En cualquier caso, los contaminantes primarios pueden transformarse en otros contaminantes y dar lugar a daños ambientales a nivel regional. Asimismo, los vehículos también emiten sustancias que contribuyen al cambio climático y por tanto a problemas ambientales globales.

Desde un punto de vista fiscal, la corrección de estos costes puede realizarse bien a través de impuestos sobre emisiones, bien mediante una adaptación de los hechos imponibles de las accisas sobre combustibles para incorporar el daño ambiental. A nivel local la corrección puede llevarse a cabo mediante la adaptación de los impuestos de tenencia y/o circulación a las características de los vehículos con mayor impacto ambiental (peso, potencia, antigüedad, etc.). Sin embargo, el daño ambiental provocado por los automóviles depende de muchos factores como el modo de conducir, el tiempo de viaje, la ruta utilizada, la topografía o las condiciones meteorológicas, con lo que dificulta la operatividad de las alternativas precedentes.

#### > *Impactos locales*

El transporte por carretera es una de las principales fuentes de contaminación local del aire, especialmente en las áreas urbanas (DfT, 2015), siendo responsable de la emisión a la atmósfera de distintos contaminantes, entre los que destacan las partículas (PM), los óxidos de nitrógeno (NOX), los óxidos de sulfuro (SOx), los compuestos orgánicos volátiles (COV), los hidrocarburos (HC) y el ozono. Así en 2015 el transporte por carretera generó casi el 40% de las emisiones de NOx en la UE, el 20% de las emisiones de COV, y alrededor del 10% de las emisiones de PM (EEA, 2017). En los centros de las ciudades el tráfico es responsable de la práctica totalidad de las emisiones de COV, de dos tercios de las emisiones de NOx y de la mayor parte de las partículas en suspensión (Johnstone y Karousakis, 1999). La emisión de estos contaminantes provoca daños de diversa índole: sobre salud (especialmente importantes, véase EEA, 2015; Mar et al., 2005; Currie and Walker, 2011; Carnovale and Gibson, 2012), ecosistemas, infraestructuras y actividades económicas.

Las emisiones de contaminantes locales dependen principalmente de los estándares de emisión aplicados sobre el vehículo (por tanto vinculados a su edad) pero también de la velocidad, el tipo de carburante, la tecnología de combustión, el factor de carga, el tamaño del vehículo, el modo de conducción y la ubicación de la carretera (Maibach et al., 2008). Por ello la efectividad correctiva de los impuestos convencionales sobre vehículos y carburantes es baja. Así, Knittel y Sandler (2018) muestran que la utilización de impuestos sobre los carburantes para corregir las externalidades de contaminación local solo consigue abordar menos de un tercio de la pérdida

de eficiencia provocada por la contaminación local asociada al transporte y, además, estos impuestos son más regresivos que un impuesto sobre las emisiones.

### > *Impactos globales*

Dentro de los impactos ambientales negativos asociados al transporte por carretera destaca, por su gravedad y por el carácter global de sus efectos, el cambio climático (véase IPCC, 2013; 2014). En el caso del transporte por carretera su impacto sobre el cambio climático está asociado principalmente a las emisiones de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>, siendo su contribución a las emisiones globales de GEI muy elevada. Así las emisiones del transporte supusieron el 20% de las emisiones de GEI de la UE en 2016, unos 8 puntos por encima de la cifra de comienzos de los noventa (EEA, 2018).

Dado que existe una relación directa entre el consumo de combustibles fósiles y las emisiones de CO<sub>2</sub>, el principal GEI, (Grant et al., 2013) y el cambio climático es un problema ambiental uniforme (el daño no depende del lugar de la emisión), un impuesto sobre carburantes podría cumplir adecuadamente esta función correctora<sup>7</sup>. Como alternativa, algunos países han incorporado el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> en los impuestos de matriculación y circulación para tratar de modificar la composición de la flota hacia vehículos menos contaminantes. No obstante, la literatura académica indica que los impactos de estas políticas son limitados e incluso pueden provocar un aumento de las emisiones<sup>8</sup>.

### 3.2.3. *Accidentes*

Los costes sociales externos de los accidentes son aquellos no cubiertos por las primas de seguros, de modo que dependen no solo del nivel de accidentes sino también del sistema de seguros existente. Los costes más importantes de los accidentes son los costes médicos, daños materiales, costes administrativos, pérdidas de producción y el denominado valor riesgo, como aproximación monetaria al sufrimiento provocado por los accidentes (Korzhenevych et al., 2014). El valor riesgo no suele compensarse adecuadamente por los seguros privados y, por tanto, es la principal fuente de costes externos de los accidentes.

---

<sup>7</sup> Hay que tener en cuenta que las emisiones de otros GEI como el N<sub>2</sub>O o el CH<sub>4</sub> no son directamente proporcionales al consumo de carburantes sino que dependen de las características del motor y de las tecnologías de control de las emisiones, aunque representan una proporción muy reducida (menos del 2%) de las emisiones de GEI ocasionadas por el transporte por carretera (EEA, 2018).

<sup>8</sup> Así Ryan et al. (2009) muestran que en el período 1995-2004 los impuestos de matriculación no parecen haber tenido un impacto importante sobre la intensidad de emisiones de CO<sub>2</sub> de la nueva flota europea de coches, y que un incremento del 10% en el impuesto de circulación de los vehículos de gasolina solo reduciría las emisiones de CO<sub>2</sub> por km de la flota un 0,19% a corto plazo y un 0,88% a largo plazo. Gerlagh et al. (2018) apuntan a que el incremento del peso de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la definición de los impuestos de matriculación permitió reducir la intensidad de emisiones de CO<sub>2</sub> de los nuevos coches un 1,3% entre 2001 y 2010. Por su parte, D'Haultfoeuille et al. (2014) estiman que el 'feebate' francés de 2008, basado en las emisiones de CO<sub>2</sub> de los nuevos vehículos, incrementó las ventas de coches un 13% y llevó a un aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> de 1,2% a corto plazo y de 9,2% a largo plazo.

Los factores más importantes que influyen en estos costes dentro del transporte por carretera son los kilómetros recorridos, la velocidad del vehículo, el tipo de carretera, las características del conductor, la velocidad y volumen del tráfico, el momento del día (día/noche) y la interacción con las condiciones climáticas. También el nivel de mantenimiento de la infraestructura, el grado de uso de la capacidad de la infraestructura, el nivel de separación entre carriles y los desarrollos tecnológicos en vehículos e infraestructuras. En este contexto, un impuesto sobre los carburantes tampoco es un instrumento particularmente efectivo para internalizar estos costes externos. Sí funcionaría mejor un impuesto sobre la distancia recorrida que tuviese en cuenta las diferencias en los costes externos marginales entre conductores, vehículos y regiones (Parry et al., 2007).

#### *3.2.4. Ruido*

Aquí se incluyen los costes para la salud y los derivados de las molestias como consecuencia del ruido provocado por los vehículos (Maibach et al., 2008). Los principales impactos del ruido incluyen el dolor y la fatiga auditiva, discapacidad auditiva, molestias, interferencias con el comportamiento social (agresividad, protesta e impotencia), perturbación del sueño y todas sus consecuencias a corto y largo plazo: efectos cardiovasculares, respuestas hormonales y sus posibles consecuencias sobre el metabolismo humano y sobre el rendimiento en el trabajo y la escuela (WHO, 2011).

El ruido se mide en decibelios y sus daños se estiman habitualmente mediante modelos de precios hedónicos (Parry et al, 2007). Estos costes dependen fundamentalmente de tres factores: la densidad de receptores cerca de la fuente de emisión (indicador de la población expuesta), el momento del día y los niveles existentes de ruido (que dependen del volumen y mezcla de tráfico y de la velocidad). En el transporte por carretera el sonido se deriva fundamentalmente del sistema de propulsión y el sonido del rodaje, dependiendo ambos de la velocidad del vehículo. Otros factores importantes son la clase de vehículo, el tipo de neumáticos y el estado de mantenimiento, si bien también influyen la edad del vehículo, la pendiente de la carretera, el tipo de superficie y el comportamiento de conducción (Maibach et al., 2008). En estas circunstancias, los impuestos sobre los carburantes tampoco son efectivos para internalizar esta externalidad, siendo necesario utilizar esquemas alternativos que tengan en cuenta los factores anteriores e incentiven cambios de comportamiento a corto (hábitos) y medio (sustitución de flota) plazo (EC, 2011b).

#### *3.2.5. Otras externalidades del transporte*

Existen otros costes externos asociados al transporte de menor importancia pero que también deberían tenerse en cuenta a la hora de aplicar impuestos correctores sobre el transporte. Estos

incluyen los costes de deterioro de las carreteras (costes de reparar el daño causado por el paso de los vehículos y costes operativos extras derivados de ese daño) (Newbery, 1990); los costes de la dependencia energética (derivados de la vulnerabilidad de los países importadores a la volatilidad de los precios y a los shocks de precios, y que incluyen la transferencia de riqueza a los países exportadores, pérdidas potenciales de PIB y costes de ajuste macroeconómico derivados del ajustes a cambios en los precios elevados y súbitos) (Greene and Ahmad, 2005); los costes para la naturaleza y el paisaje (fundamentalmente pérdidas o fragmentaciones de hábitats y reducciones en su calidad); los costes de contaminación del suelo y el agua; o los costes adicionales en áreas urbanas (efectos del tráfico motorizado en las zonas urbanas sobre el tráfico no motorizado, básicamente las pérdidas de tiempo de los peatones debido al efecto separación de la infraestructura, así como los problemas de escasez relacionados con falta de espacio para ciclistas) (Maibach et al., 2008).

La Tabla 1 resume los principales costes externos del transporte por carretera a partir de la evidencia académica existente, bastante sesgada como es habitual hacia el mundo desarrollado aunque también con resultados para algunos países emergentes. En cada categoría se muestran los daños en relación con el PIB, resaltándose el valor mínimo y máximo. Como puede observarse, la congestión muestra los valores más elevados, seguidos por la contaminación atmosférica (especialmente local) y los accidentes. Las cifras, cuando existen puntos que permiten la comparación, muestran una evolución ascendente a lo largo del tiempo.

**Tabla 1. Principales costes externos del transporte por carretera**

Tipo		Referencia	Año	País	% PIB
Congestión		Delucchi (1997)	1991	EE.UU.	0,55-2,36
		Winston y Langer (2006)	1996	EE.UU.	0,32
		Van Essen et al. (2011)	2008	UE, Noruega y Suiza	1,10-1,80
		Cravioto et al. (2013)	2006	México	1,04-1,05
		BITRE (2015)	2010	Australia	0,94
		BITRE (2015)	2015	Australia	1,13
		Schrank et al. (2015)	1982	EE.UU.	0,59
		Schrank et al. (2015)	2014	EE.UU.	0,92
		Keller (2018)	2015	Suiza	<b>0,29</b>
Contaminación Atmosférica	Local	DMT (2004)	2000	Dinamarca	<b>0,15</b>
		Fisher et al. (2007)	2001	Nueva Zelanda	0,24
		Van Essen et al. (2011)	2008	UE, Noruega y Suiza	0,39
		Cravioto et al. (2013)	2006	México	0,61-0,62
		OECD (2014)	2010	OCDE	<b>1,97</b>
		Guo et al. (2010)	2004	China	0,52
	Global	Guo et al. (2010)	2008	China	0,58
		DMT (2004)	2000	Dinamarca	<b>0,11</b>
		Van Essen et al. (2011)	2008	UE, Noruega y Suiza	0,97
	Total	Cravioto et al. (2013)	2006	México	0,99-1,00
		Ivkovic et al. (2018)	2013	Serbia	0,20
		GEA (2018)	2008	Alemania	<b>1,93</b>
GEA (2018)		2014	Alemania	<b>1,78</b>	
Accidentes		López et al. (2004)	1997	España	1,35
		DMT (2004)	2000	Dinamarca	<b>0,49</b>
		Van Essen et al. (2011)	2008	UE, Noruega y Suiza	<b>1,75</b>
		Cravioto et al. (2013)	2006	México	1,32-1,34
Ruido		DMT (2004)	2000	Dinamarca	<b>0,65</b>
		Van Essen et al. (2011)	2008	UE, Noruega y Suiza	<b>0,13</b>
		Cravioto et al. (2013)	2006	México	0,42-0,43

Fuente: Elaboración propia.

### **3.3. Novedades en la imposición sobre el transporte**

Los problemas y desafíos apuntados hasta el momento están provocando una cierta innovación en la fiscalidad sobre el transporte de las últimas décadas. Así, la incorporación de nuevos objetivos (ambientales, control de la movilidad, financiación de infraestructuras, etc.) ha supuesto un esfuerzo de innovación en la definición y estructura de nuevos tributos. En este sentido, los avances técnicos en los sistemas de geolocalización y de identificación de vehículos mediante señales emitidas con identificadores internos están dirigiendo la investigación hacia el diseño de instrumentos fiscales más precisos y depurados, de cálculo y aplicación automáticos, muy enfocados a resolver los problemas de congestión y acceso a zonas urbanas. En este apartado nos ocupamos de contextualizar y resumir las principales aplicaciones impositivas de esta naturaleza.

El contexto regulatorio en el que se introducen estas nuevas figuras está bastante sesgado hacia aproximaciones normativas convencionales (el denominado mandato y control). Así durante los últimos años están jugando un papel creciente los estándares tecnológicos de vehículos, muchos en forma de límites crecientes de emisión de GEI por km recorrido, pero que obviamente presentan abundantes dificultades para abordar muchos de los problemas anteriores. Por eso no son extrañas las prohibiciones de acceso en determinadas zonas, habitualmente urbanas, para vehículos que no cumplan con unos niveles mínimos de emisiones (Clean Air, 2015b). Una alternativa regulatoria más flexible consiste en limitar el acceso a esas zonas según número de matrícula, en ocasiones con soluciones más sofisticadas que también tienen en cuenta las características de los vehículos que acceden (Barahona et al., 2018). En este sentido, las cargas fiscales de acceso a determinadas áreas (véase apartado 3.2.1) y que detallamos a continuación pueden interpretarse como una aproximación más sofisticada y flexible para limitar el acceso a determinadas zonas y reducir así los importantes costes externos (Clean Air, 2015a).

#### *> Singapur. Sistema de precios electrónicos para infraestructuras*

En 1975 Singapur se convirtió en el primer país en introducir un gravamen por congestión con la aplicación de un gravamen sobre la entrada al centro de la ciudad en horas punta. Aunque inicialmente el horario restringido solo abarcaba dos horas de la mañana posteriormente se fue incrementando. El impacto inicial de la medida fue casi inmediato y muy importante, con una reducción del tráfico del 45% y de los accidentes del 25% y un incremento de la velocidad media del 90% (EDF, 2006). A finales de los ochenta el nivel de tráfico seguía siendo un 31% inferior, a pesar de haberse incrementado el parque de vehículos un 77% (Keong, 2002).

En 1995 el tributo se extendió a los segmentos urbanos de las principales autopistas (Balmer, 2005) y desde 1998 se sustituyó por un gravamen electrónico que exigió la incorporación en todos los automóviles de aparatos de identificación que, al pasar por las posiciones fijas de control, generan automáticamente un cargo fiscal. El sistema permite modificar precios según tipos de carreteras y niveles de congestión según días y horas, lo que capacita el mecanismo

para ajustar la fijación de los precios a su nivel óptimo. Con este nuevo sistema se consiguió reducir el volumen de tráfico en las áreas restringidas más de un 15% en solo unos años (Goh, 2002). A partir de 2020 se introducirá un nuevo sistema que permitirá proporcionar servicios adicionales a los conductores como información del tráfico en tiempo real o pago de aparcamientos (LTA, 2018).

> *Milán: Ecopass y Area C*

En el cambio de siglo Milán superó los estándares europeos de contaminación por partículas un promedio de 125 días al año (Rotaris et al., 2010), convirtiéndose así en una de las ciudades más contaminadas de Europa. La ciudad introdujo el denominado *Ecopass* en 2008: una tasa de acceso al centro de la ciudad desde las 7:30 hasta las 19:30, aplicando un tipo impositivo que variaba en función del estándar de emisiones del motor del vehículo (Anas and Lindsey, 2011). A partir de 2012 *Ecopass* fue sustituido por un nuevo programa denominado *Area C*, que cubre la misma zona geográfica pero se basa en la congestión y no en las emisiones. Entre sus objetivos están reducir el tráfico, hacer más eficaces e incentivar las redes de transporte público y mejorar la calidad de vida urbana rebajando el número de accidentes, la contaminación acústica y la contaminación atmosférica. La conexión con las externalidades ambientales se estableció de manera indirecta al prohibir el acceso a los vehículos más contaminantes y eximir del pago a vehículos de combustibles alternativos.

Los resultados iniciales de la aplicación de la nueva tasa fueron espectaculares, con una reducción de un tercio del tráfico en la zona protegida y una caída del 50% en el acceso de los vehículos más contaminantes, con bajadas importantes en número de accidentes (28%), emisiones contaminantes (19% de PM<sub>10</sub>, 31% de NH<sub>3</sub>, 10% de NO<sub>x</sub> y 22% de CO<sub>2</sub>) (AMAT 2012). Cabe destacar que en el verano de 2012, cuando el tributo estuvo suspendido por los tribunales, se incrementaron las concentraciones diarias de COV un 6% y de PM<sub>10</sub> un 17% (Gibson and Carnovale, 2015).

> *Londres: Pagos por congestión*

La ciudad de Londres aprobó en 2003 una tasa de acceso para vehículos al centro urbano, con el objetivo principal de reducir la congestión y un elemento adicional de perfil ambiental que supone la exención para vehículos limpios. La tasa fue fijada con un importe inicial diario de 5 libras (que se elevó un 60% en 2005) para la entrada, circulación y aparcamiento de vehículos en la zona seleccionada de lunes a viernes. Los residentes cuentan con pases anuales, que pueden verse bonificados sustancialmente en el caso de alternativas limpias, y existen abundantes exenciones para taxis y otros vehículos que prestan servicios públicos (Litman, 2011). La aplicación de la tasa se basa en un sistema de reconocimiento automático de matrículas, soportado en cámaras situadas en los puntos de entrada y salida del perímetro urbano seleccionado (Santos, 2008). El abono puede realizarse por días, semanas, meses y hasta un año y se pueden utilizar diversos sistemas para ello: máquinas localizadas en el área,



on-line, por correo, por teléfono o en persona en determinadas tiendas, estaciones de servicio y aparcamientos. El sistema se completa con un mecanismo de sanciones.

La aplicación de este instrumento ha sido controvertida por sus evidentes características sub-óptimas. En efecto, fija el precio por vehículo sin tener en cuenta el número efectivo de vehículos de entrada, el tipo de conducción, el lugar de tránsito, o los periodos punta de congestión. A pesar de tales limitaciones su éxito fue destacado: en su primer año de aplicación la congestión en la zona centro se redujo un 30%, y un 22% en el segundo (TfL, 2005). Como consecuencia, se incrementó un 37% la velocidad del tráfico en la zona protegida y un 14% el número de usuarios de transporte público, mejoras que, con menor intensidad, se han mantenido en años sucesivos (Litman, 2011)<sup>9</sup>. Por último, la aplicación de la tasa generó una recaudación adicional importante, que se destina exclusivamente a mejorar el transporte, principalmente el transporte público y el no motorizado (TfL, 2018).

> *Estocolmo: Tasa sobre congestión*

Estocolmo introdujo este tributo en 2006 en fase de prueba durante seis meses para consultar posteriormente a los ciudadanos en referéndum. A pesar de que la consulta había sido promovida por los opositores a la medida, más de dos tercios del censo la aprobó y por ello se introdujo de manera permanente desde 2007 (Eliasson et al. 2008). Su tipo de gravamen es variable según las horas del día y los picos de congestión, y se aplica por cada trayecto que atraviese la zona designada, existiendo determinadas exenciones que provocan que el 15% del tráfico de la zona esté libre de cargas (Eliasson, 2014). Su aplicación se basa, como en el caso de Londres, en un sistema de cámaras que fotografían los números de matrícula de los coches al pasar por un cordón de acceso al centro de la ciudad, definido por los puntos en los que históricamente se producían los principales problemas de circulación. El sistema registra los tránsitos y automáticamente emite el importe del impuesto, que se remite al propietario cada mes.

Esta medida ilustra la bondad de realizar pruebas piloto para evaluar efectos y apoyo social antes de su implantación definitiva. Su introducción provocó una reducción promedio del tráfico del 22% durante los meses de la prueba y un rebote del 15% al finalizar el período (con un efecto residual de contención consecuencia probablemente de la consolidación de nuevos hábitos de circulación). Posteriormente, su reintroducción llevó a los niveles de tráfico del período de prueba, que se mantuvieron estables desde entonces a pesar del incremento de población y actividades (Eliasson, 2014). La congestión, medida en tiempo de viaje por vehículo, se redujo hasta un tercio en los picos de mañana y la mitad en los de la tarde, llevando también a importantes efectos sobre las emisiones asociadas al tráfico (caídas entre 10 y 14% según Eliasson et al., 2008).

---

<sup>9</sup> La supuesta fluidez del tráfico generó también alguna controversia porque, fuera del perímetro seleccionado, la congestión se incrementó en el mismo periodo (TfL, 2006), lo que llevó a un efecto embudo en zonas próximas.

> *Suiza: Cargas sobre vehículos pesados*

Suiza introdujo en 2001, tras un referéndum, un tributo que grava a los vehículos de motor y remolques cuyo peso máximo autorizado supere las 3,5 toneladas, se destinen al transporte de mercancías y circulen por la red viaria pública. El impuesto se recolecta mediante un dispositivo a bordo, que registra las distancias recorridas y las rutas utilizadas y las transmite al regulador (FCA, 2017). Su tipo impositivo depende de la distancia recorrida, del peso máximo autorizado y de la categoría de emisiones del vehículo y busca aproximarse a los costes no cubiertos del tráfico pesado<sup>10</sup> (Nash, 2003). Su recaudación se destina a fines infraestructurales, principalmente para financiar actuaciones a gran escala en el sector del transporte público (Krebs and Balmer, 2015).

La introducción de este impuesto tuvo impactos sectoriales y ambientales significativos. Así, el tráfico de camiones se redujo en torno al 5% (Luechinger y Roth, 2016), al mismo tiempo que se incrementaban los bienes transportados (alrededor del 15% entre 2001-2005), mientras que el número de vehículos de transporte de mercancías por los Alpes se redujo un 15% entre 2001 y 2006. Esta reducción en el tráfico, junto con el incremento en la eficiencia de los vehículos pesados, permitió reducir las emisiones de PM (10%) y NOx (14%) y CO<sub>2</sub> (-6%), sin que se observasen impactos significativos sobre el empleo o los precios de los consumidores<sup>11</sup> (Krebs and Balmer, 2015).

> *Holanda: Impuesto por kilómetro*

Esta medida está relacionada con la propuesta de directiva europea de 2005 a que nos referimos en la introducción y que, a pesar de no haber prosperado, llevó a algunos estados a aproximar su sistema fiscal a la corrección del daño ambiental ocasionado por los vehículos. La receptividad holandesa se relacionaba con tres factores: i) la imposibilidad de mantener el papel de la fiscalidad sobre vehículos en un contexto de altas accisas sobre carburantes y amplio cambio tecnológico; ii) la elevada congestión de sus carreteras, con una densidad de población muy alta y reducidas posibilidades para expandir infraestructuras; y iii) los elevados costes de mantenimiento infraestructural.

Así en 2009 el gobierno holandés presentó una propuesta para sustituir la imposición tradicional por un nuevo impuesto sobre la distancia recorrida cuyo tipo impositivo dependería de peso, las emisiones y el consumo del coche, así como de los kilómetros recorridos, la hora de circulación y el tipo de carretera utilizado (WRA, 2012). Los propietarios de los vehículos debían instalar dispositivos GPS en sus coches y, a partir de sus datos posicionales y horarios, la autoridad fiscal les remitiría liquidaciones impositivas mensuales. La recaudación se destinaría a la

---

<sup>10</sup> Incluyendo los costes de la infraestructura no cubiertos por los impuestos sobre los carburantes y los costes externos del tráfico pesado (contaminación atmosférica local, ruido y accidentes). No se consideran los costes de la congestión ni los asociados a los GEI.

<sup>11</sup> No se pueden atribuir todos estos impactos al nuevo impuesto, ya que también se adoptaron otras políticas de transporte como el incremento en los límites de peso por vehículo.

inversión en infraestructuras de transporte (principalmente carreteras pero también ferrocarriles). Se esperaba que el nuevo impuesto permitiese lograr en 2020 una reducción de hasta el 15% en los kilómetros recorridos (con un aumento del 5% en Kilómetros viajados en transporte público), una caída del 60% en los tiempos de viaje, 20% en las emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos de pasajeros y 10% en las emisiones de PM10 y NOx (van Wortel, 2010).

Sin embargo, la reforma tropezó con diversos obstáculos. Primero, su entrada en vigor, prevista para 2010, se retrasó a 2011 entre una fuerte oposición social y fue posteriormente abandonado. Los costes de instalación de los dispositivos de localización en los vehículos, los problemas de privacidad y protección de datos y la incidencia del impuesto en términos de equidad, al perjudicar especialmente a las personas que conmutan diariamente largas distancias, fueron los principales argumentos de sus opositores (van Wee, 2010). A rebufo de la propuesta, Bélgica y Luxemburgo habían entrado en negociaciones para instalar el sistema conjuntamente pero decidieron parar también sus proyectos ante el repliegue holandés.

#### > *Oregon: Tributo por distancia recorrida*

En 2001, ante las previsiones de reducción en la recaudación del impuesto sobre los carburantes (principal fuente de financiación infraestructural) por mejoras en la eficiencia de los vehículos y utilización de combustibles alternativos, el gobierno de del estado de Oregon empezó a investigar nuevas alternativas impositivas. De las opciones analizadas se consideró que un pago por distancia recorrida era la opción más equitativa a los impuestos sobre los carburantes, por lo que se llevaron a cabo dos programas piloto que mostraron que el sistema era factible (Munnich et al., 2011). Así en 2015 entró en funcionamiento OReGO, el primer sistema de pago para vehículos ligeros de EE.UU.. Se trata de un programa voluntario, limitado inicialmente a 5000 vehículos en el que los participantes tienen que instalar un dispositivo que registre las distancias recorridas, pudiendo elegir entre distintas opciones<sup>12</sup>, y se les aplica un tipo impositivo de 1,7 céntimos de dólar por milla. Los impuestos sobre los carburantes, que los conductores pagan al repostar, se consideran un prepago y se descuentan de las liquidaciones del nuevo tributo.

El estado pretende extender el sistema hasta hacerlo obligatorio para todos los vehículos nuevos en 2026. Así, se utilizarán nuevos fondos federales para ampliar las opciones tecnológicas, mejorar la gestión y los procesos internos y reforzar su alcance público. Además, esta iniciativa ha llevado a otros estados de EE.UU. a explorar alternativas similares mediante el desarrollo de programas piloto (California, Washington, Hawaii, Minnesota, etc.) (Jones y Bock, 2017).

---

<sup>12</sup> Existen distintos métodos para medir y reportar la distancia recorrida, el ODOT Account Manager (OAM), sistema de gestión aprobado por el gobierno que no usa tecnología de localización y los Commercial Account Managers (CAM), que son sistemas de gestión privados. Estos compiten por captar voluntarios ofreciendo servicios de valor añadido. A través de un proceso de selección, se eligió a dos empresas para ser CAM y una para ser OAM cuando se introdujo el sistema, si bien desde entonces se han producido entradas y salidas de gestores y dispositivos del sistema, como se esperaba (Jones and Bock, 2017). Cuando el voluntario elige su gestor, se registra en su página web con la información de su vehículo y el gestor le envía el dispositivo para instalar en el vehículo. (OReGO, 2018).

## 4. Reformando la imposición sobre el transporte

### 4.1. Otras alternativas regulatorias o modificaciones sobre el sistema actual

Una primera opción para abordar la crisis descrita de la fiscalidad del transporte consistiría simplemente en renunciar a este tipo de figuras, incrementando otros impuestos del sistema fiscal para reemplazar su recaudación y utilizando normas de planificación o regulaciones convencionales para abordar las externalidades asociadas al transporte. De hecho, la mayor parte de las medidas que se están proponiendo hoy por ciudades y gobiernos para abordar las externalidades del transporte son regulaciones o prohibiciones de distinto calado. Sin embargo, aunque estas aproximaciones pueden parecer más efectivas o justas que los instrumentos de precio, en la práctica son sustancialmente menos eficientes para mitigar las externalidades del transporte (Kleit, 2004; Austin y Dinan, 2005; Anderson et al., 2011; Jacobsen, 2013; Anderson y Sallee, 2016; Levinston, 2018)<sup>13</sup> y, además, pueden ser más regresivas (Levinson, 2018).

La segunda opción consistiría en realizar un ajuste de los impuestos existentes. La literatura económica se ha centrado así en el análisis de dos alternativas para conseguir una mayor optimalidad de la fiscalidad sobre el transporte (Parry et al., 2014): la aplicación de impuestos sobre los carburantes de perfil más amplio y tipo más elevado, y la definición de un paquete de nuevos impuestos correctores que sean capaces de abordar con mayor precisión las diferentes externalidades.

Ya apuntamos que los impuestos sobre los carburantes tienen las ventajas de sencillez y viabilidad administrativa, ya que están perfectamente asentados en todos los sistemas fiscales y son fáciles de entender para los contribuyentes. Sin embargo, presentan diversas dificultades: i) su incapacidad de abordar adecuadamente la mayoría de las externalidades del transporte; ii) la necesidad de tipos muy elevados para poder abordar una mejor internalización de externalidades (especialmente en el caso del diésel, ver Santos (2017)) que generarían sustanciales impactos socio-económicos; y iii) su decreciente capacidad recaudatoria como consecuencia de los ya apuntados cambios de entorno en el sector y de la mayor reacción relativa ante subidas impositivas<sup>14</sup>. Asimismo, incrementar los impuestos sobre los carburantes para mitigar la pérdida recaudatoria tendría importantes impactos distributivos, ya que supondría incrementar aún más

---

<sup>13</sup> La reducción del uso de carburantes mediante impuestos es más eficiente que mediante estándares o mediante una combinación de ambos instrumentos ya que, para cualquier reducción, incrementar el estándar (y reducir el impuesto) implica que la reducción procederá más de la eficiencia del carburante y menos de caída en la distancia recorrida, por lo que habrá menor reducción de la congestión, accidentes y contaminación local (Anderson et al., 2011). Además, los estándares incentivan a los propietarios de vehículos usados a posponer la decisión de cambiarlos por uno nuevo más eficiente, al incrementar el precio de los vehículos nuevos, reduciendo así la eficiencia de la flota de vehículos (Jacobsen y van Benthem, 2015)

<sup>14</sup> Existe una creciente evidencia académica de que los consumidores de carburantes de transporte reaccionan más ante cambios impositivos que ante cambios en los precios, debido a que los cambios impositivos son más persistentes en el tiempo y más salientes (véase Davis y Kilian, 2011; Li et al., 2014; Rivers y Schaufele, 2015; Lawley y Thivierge, 2016; Antweiler y Gulati, 2016; Andersson, 2017). En este contexto, la caída en el consumo de carburantes podría ser mayor que la esperada, incrementándose así la pérdida recaudatoria.

la carga fiscal sobre los conductores de los vehículos menos eficientes, principalmente aquellos que utilizan vehículos pesados para trabajar y los que no disponen de recursos para adquirir un nuevo coche más eficiente (Jones and Bock, 2017).

Por ello, el incremento recaudatorio y la minoración de externalidades podrían ser conseguidos de manera más eficiente mediante un paquete específico de nuevos impuestos con esos objetivos. El paquete podría incluir tributos sobre las emisiones de contaminantes locales, sobre la congestión (discriminación zonal y horaria), y sobre los kilómetros recorridos para abordar de gravamen de contaminantes globales, cobertura de infraestructuras y costes de accidentes. Pero estos impuestos “idealizados” tropiezan en la práctica con dificultades importantes para incorporarlos sobre el sistema fiscal existente. No se trata solo de la barrera que supone el rechazo que generan la mayoría de los impuestos nuevos (y la difícil economía política asociada a ellos), sino también de las dificultades que plantea la coordinación y gestión de figuras dispares y posibles objeciones distributivas.

#### **4.2. Impuesto Global y Automático sobre los Vehículos (IGAV)**

Los problemas anteriores sugieren la necesidad de una reforma completa y profunda de la fiscalidad sobre el transporte. Para ello, una iniciativa que presenta grandes posibilidades es la imposición sobre el uso del vehículo (McLure, 2009). Estas figuras tienen la capacidad de abordar muchos de los problemas asociados a la actual imposición sobre el transporte, como la generación de ingresos públicos, la congestión, las emisiones o el deterioro de la infraestructura (Lindsey, 2010). Así, por una parte esta alternativa tiene el potencial de generar unos ingresos más estables que los impuestos sobre los carburantes, ya que los conductores no pueden reducir su carga impositiva conduciendo vehículos más eficientes (Langer et al., 2017). Por otra, mediante el empleo de tipos impositivos variables por localización y hora se podrían abordar los problemas de congestión y contaminación local, y un impuesto sobre distancia recorrida real permitiría abordar el resto de externalidades<sup>15</sup>.

En este contexto, nuestra propuesta específica de reforma de la fiscalidad sobre el transporte consiste en la creación de un nuevo impuesto, que denominamos Impuesto Global y Automático sobre los Vehículos (IGAV), que sustituya todos los tributos existentes en la actualidad salvo el impuesto de matriculación<sup>16</sup>. Esta nueva propuesta se sostiene en tres elementos que deben

---

<sup>15</sup> Además, un programa de imposición sobre el uso del vehículo podría permitir mejorar la seguridad, suministrando alertas sobre zonas escolares o en obras, condiciones peligrosas o incidentes de tráfico; así como proporcionar nuevos servicios de valor añadido para los conductores, como seguros *pay-as-you-drive* (USDT, 2012), pago automático de aparcamientos y peajes, o servicios de viaje dependientes de la localización (asistencia en ruta en tiempo real, identificación de puntos de interés cercanos). Adicionalmente, el sistema genera una gran cantidad de datos anónimos sobre viajes que se podrían emplear en la mejora de la planificación y operación del transporte (Sorensen et al., 2012).

<sup>16</sup> El impuesto de matriculación permitiría mantener el principio de capacidad de pago como criterio relevante en el diseño fiscal, además de guiar a los compradores hacia vehículos que se comporten menores externalidades negativas para evitar así incongruencias con el funcionamiento del IGAV.

ponerse en relación de manera coherente. De un lado están las externalidades, resumidas en más del 95% por las cuatro tipologías antes descritas: congestión, contaminación local y global, accidentes y ruido. De otro se encuentran los tipos de vehículos y los combustibles que utilizan, así como las zonas y momentos de uso, que en su conjunto se relacionan con gran parte de las externalidades que generan.

Las características fundamentales del nuevo impuesto se resumen en la Tabla 2, con una tarifa impositiva que dependería del tipo de vehículo (agrupados según categorías tecnológicas y de antigüedad) y tendría tres componentes: peaje de acceso zonal o por uso de infraestructura, tarifa impositiva horaria y tipo por kilómetro recorrido. La estructura fiscal variaría también por zonas geográficas para así poder abordar correctamente las externalidades locales específicas de cada territorio. De este modo, para cada categoría de vehículos el IGAV estaría compuesto por un tipo impositivo en función de la zona de circulación y otro en función del momento de circulación (podría diferenciarse entre diferentes tramos horarios: 1a, 1b,... en la zona 1 de la Tabla 2). A su vez un tributo sobre distancia recorrida (denominada tarifa valle) completaría la estructura fiscal precedente, para así poder cubrir los costes asociados a la contaminación global, accidentes y desgaste de infraestructuras. Nótese que, por ejemplo, en un determinado tramo horario un vehículo de clase 1 accediendo a la zona urbana 1 podría verse sujeto a una tarifa de acceso, a un pago horario por congestión/contaminación local, y a un impuesto por kilómetro recorrido. La Tabla 3 recoge las características de cada uno de esos componentes fiscales (tipo de pago) y las externalidades (o cobertura de costes de infraestructuras) que abordaría cada componente.

**Tabla 2. Ilustración tarifaria del IGAV**

	Zona 1 (urbana)	Zona 2	Zona ... (no urbana)
<b>Vehículo tipo 1</b>	Tarifa Acceso 1 Tarifa horaria 1a (...) Tarifa valle	Tarifa horaria 2a (...) Tarifa valle	Tarifa valle
	Tarifa valle	Tarifa valle	
<b>Vehículo tipo ...</b>	Tarifas horarias/acceso/valle	Tarifas horarias/acceso/valle	Tarifa valle
	Tarifa valle	Tarifa valle	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3. Cobertura de externalidades por componente de IGAV**

Vehículo tipo 1	Pago	Externalidades				
		Congestión	C. local/ruido	C. global	Accidentes	Infraestructuras
Tarifa Acceso	Euros	X	-	-	-	X
Tarifa horaria 1a	Euros/hora	X	X	-	-	-
Tarifa valle	Euros/km	-	-	X	X	X

Fuente: Elaboración propia

## 5. La transición al IGAV

Además de permitir abordar mejor las externalidades asociadas al transporte por carretera, el IGAV tendría un elevado potencial recaudatorio, que se podría dividir fácilmente entre las distintas administraciones en función de la naturaleza de las externalidades corregidas (congestión y contaminación local para municipios, cobertura de infraestructuras para administraciones regionales y central, etc.) Sin embargo, también presenta problemas y dificultades que es necesario contemplar adecuadamente para garantizar su viabilidad en la práctica.

En primer lugar hay que determinar las distintas categorías de vehículos del IGAV y los tipos impositivos aplicados. En el primer caso los vehículos deberán agruparse en función de las características que estén más directamente relacionadas con las externalidades que generan (por ejemplo eficiencia energética, emisiones de los distintos contaminantes, antigüedad). En este sentido, es fundamental que cada usuario conozca con exactitud las implicaciones fiscales del uso de su vehículo, no de todo el parque: de ahí la importancia de completar este esquema con un impuesto de matriculación que permita al comprador tomar decisiones más informadas sobre las implicaciones futuras de su decisión. Con respecto a los tipos impositivos, estos deberán tratar de ajustarse a la magnitud de las distintas externalidades gravadas, por lo que será necesario utilizar la evidencia académica existente (por ejemplo, Maibach et al., 2008; Korzhenevych et al., 2014) e intentar trasladar sus resultados a realidades distintas mediante técnicas, más o menos sofisticadas, de transferencia de valores.

Es fundamental, en cualquier caso, que la estructura fiscal que sea lo más simple posible para el usuario de modo que en todo momento sepa a qué fiscalidad se enfrenta y pueda adaptar así sus decisiones y comportamiento para minimizar las externalidades negativas que causa. También es necesario recordar que nos encontramos ante un sistema sub-óptimo en el que necesariamente debe haber compromisos entre las ganancias de eficiencia y la viabilidad de gestión (tanto en el agrupamiento de vehículos por clase como en la estructura y cuantificación de las distintas tarifas).

En segundo lugar hay que abordar su funcionamiento técnico, que debería basarse en una tecnología avanzada madura, conocida y de acceso cómodo, que automatice el cálculo impositivo. Todos los vehículos deberían incorporar así una solución permanente y de uso

obligatorio para su geolocalización, cuya base técnica y funcionamiento no serían muy diferentes de los utilizados para el sistema de llamadas de emergencia de instalación obligatoria para todos los vehículos nuevos en la Unión Europea a partir de 2018 (véase EP, 2015). La solución aplicada por Suiza, descrita en la Sección 3.3, podría servir como referencia al tratarse de un mecanismo integrado en el vehículo, no manipulable, que recoge las características de peso y emisiones, registra kilómetros recorridos y carreteras utilizadas. Con la periodicidad que se establezca, esos datos son enviados al sistema telemático de Hacienda, que determina automáticamente base, tipos aplicables y cuotas a ingresar.

En cualquier caso, el mayor problema para la introducción de los impuestos sobre el uso del vehículo tiene que ver con su aceptación social, que podría incluso bloquear su aplicación<sup>17</sup>. Varios aspectos deben ser considerados en este sentido, comenzando por su incidencia en términos de ganadores/perdedores: pérdidas potenciales para los negocios establecidos en las áreas protegidas, los costes de instalar el sistema tecnológico de soporte, y el posible impacto negativo en términos distributivos. Parece claro que la aceptación del IGAV será mayor si se demuestra que hay efectos significativos sobre las externalidades asociadas al transporte y si parte de los ingresos generados se destina a financiar objetivos ambientales o de infraestructuras de transporte público (Beuermann and Santarius, 2006; Gärling and Schuitema, 2007; Sælen and Kallbekken, 2011). Con respecto a su impacto distributivo, la literatura muestra que el impacto regresivo de los impuestos sobre el uso del vehículo es similar al de los impuestos sobre los carburantes (Zhang et al., 2009; McMullen et al., 2010; Larsen et al., 2012). La posible compensación de los perdedores ayudaría también a aumentar la aceptación de la figura, por ejemplo usando la recaudación para reducir otros impuestos o realizar inversiones en infraestructuras y servicios que puedan mejorar los impactos distributivos (Levinson, 2010)<sup>18</sup>.

Por otra parte, es necesario anticipar y contrarrestar la posible interferencia con la privacidad de los ciudadanos. El control permanente de posición sería obligatorio para todos los vehículos en movimiento, lo que implicaría el acceso a una información universal y reservada que, además de su carácter sensible, plantea el problema de su utilización, tratamiento, almacenamiento y/o destrucción. De todos modos, la investigación en este ámbito está abordando de forma creciente estos problemas de privacidad y protección de datos, tratando de hacer compatibles la acumulación de información externa y un cierto grado de control personal, reserva e incluso anonimato.

Finalmente, hay que considerar los problemas de asignación jurisdiccional del IGAV. En primer lugar, los tipos y cuotas impositivos deben adaptarse al perímetro de las externalidades para evitar efectos desbordamiento y pérdidas de eficiencia. En segundo lugar, la sustitución de los impuestos existentes por el IGAV puede afectar a la recaudación de los distintos niveles de

---

<sup>17</sup> Como sucedió con el impuesto por kilómetro de Holanda (véase apartado 3.3) o con las tasas por congestión de Nueva York, Edimburgo, Manchester o Birmingham (Hammadou y Papaix, 2014).

<sup>18</sup> Además, hay que tener en cuenta que abordar las desigualdades de renta mediante los impuestos y los sistemas de bienestar es más efectivo y eficiente que subsidiar bienes, ya que permitir que los precios sean menores que el coste social es equivalente a un subsidio (Eliasson, 2016).



gobierno. En este contexto, la reforma propuesta debe distribuir capacidad legislativa, niveles impositivos y recaudación entre las jurisdicciones afectadas. Así, dado que las externalidades provocan impactos tanto locales como globales, el IGAV deberá asignar competencias y tramos a todos los niveles de gobierno, dándoles participación mediante cuotas diferenciadas. Además, el IGAV debe asumir como restricción la recaudación pre-reforma, lo que en función de la distribución jurisdiccional de impuestos, competencias y recaudación, puede alterar la anterior asignación de tramos y cuotas. Será necesario combinar estos objetivos para lograr una buena asignación territorial del IGAV.

Parece evidente que una transición inmediata al IGAV sería muy compleja y costosa, por lo que debe realizarse de manera gradual, tanto en intensidad como en tiempo, para reducir los impactos negativos y conseguir una mejor adaptación. Por ello, proponemos que la introducción del IGAV se realice en dos fases, con una primera fase de transición en la que se establezca la obligatoriedad de instalar un dispositivo a bordo con tecnología de identificación GPS o equivalente en los vehículos nuevos y se fije un período para la incorporación gradual de estos mecanismos en los vehículos. En esta fase se introducirían los incrementos impositivos sobre los carburantes a los que nos referimos anteriormente para incentivar la renovación de la flota. Durante esta fase también se realizarían proyectos piloto experimentales de introducción del IGAV que permitirían extraer lecciones de cara a su implementación. Finalizado el período de transición establecido en la primera fase, de modo que toda o gran parte de la flota tenga incorporado el dispositivo y se haya limitado su obsolescencia tecnológica y ambiental, y analizados los resultados de los proyectos piloto, se procederá en la segunda fase a sustituir los tributos sobre el transporte rodado por un IGAV aplicado sobre toda la flota.

## **6. Conclusiones**

En la actualidad la fiscalidad sobre los vehículos de automoción, fuente tradicional de ingresos elevados y estables en buena parte del mundo, se enfrenta a una serie de desafíos que exigen una transformación radical de la misma para poder seguir abordando sus dos objetivos fundamentales: obtención de recaudación y corrección de externalidades. Por una parte, los avances tecnológicos y los cambios en los hábitos de los consumidores están provocando una caída de la recaudación impositiva asociada a los impuestos tradicionales sobre el transporte, reducción que se acentuará en las próximas décadas. Por otra parte se está produciendo tanto un incremento en la preocupación por los efectos de las externalidades asociadas al transporte como un agravamiento de dichos efectos. Hemos observado en este trabajo, sin embargo, que la fiscalidad tradicional sobre el transporte no es capaz de abordar adecuadamente estas externalidades.

En este contexto, este trabajo realiza una propuesta de reforma de la fiscalidad sobre los vehículos que permitiría abordar los desafíos existentes, garantizando la viabilidad de la fiscalidad sobre los vehículos en el siglo XXI. Esta reforma consistiría básicamente en la

sustitución de los impuestos tradicionales sobre el transporte por un nuevo impuesto, denominado IGAV, con capacidad para internalizar las externalidades asociadas a su uso mediante tipos impositivos variables en función del tipo de vehículo, su utilización zonal y horaria, y distancia recorrida. La aplicación del impuesto se basaría en tecnologías de localización existentes en la actualidad que harían posible automatizar el cálculo impositivo y garantizarían la confidencialidad de la información suministrada.

Una transición inmediata a este nuevo sistema sería compleja y probablemente costosa, además de enfrentarse a problemas de asignación jurisdiccional y aceptación social. Por ello, es recomendable que el paso de la fiscalidad actual sobre los vehículos de automoción a los gravámenes por uso la transición sea gradual, con una primera fase centrada en la instalación de dispositivos de geolocalización en los vehículos nuevos y en la realización de proyectos piloto, además de una subida considerable de la fiscalidad convencional de los vehículos que promueva un cambio de flota. Solo una vez completada esa fase sería posible introducir el IGAV con mayores garantías y proceder a la sustitución de unos tributos convencionales cada vez menos efectivos en su funcionamiento.

## Referencias

- Aasness, Jørgen y Erling Røed Larsen (2002), 'Distributional and environmental effects of taxes on transportation', *Discussion paper n° 321, Statistics Norway Research Department*.
- Agenzia de la Mobilità, Ambiente e Territorio (AMAT) (2012), 'Monitoraggio Area C. Sintesi risultati al 30 Settembre 2012. Traffico e composizione del parco veicolare', disponible en: [http://www.eltis.org/sites/default/files/case-studies/documents/2012-10-22\\_sintesi\\_risultati\\_al\\_30\\_settembre\\_2012\\_1.pdf](http://www.eltis.org/sites/default/files/case-studies/documents/2012-10-22_sintesi_risultati_al_30_settembre_2012_1.pdf).
- Anas, Alex y Robin Lindsey (2011), 'Reducing urban road transportation externalities', *Review of Environmental Economics and Policy*, **5** (1), 66-88.
- Anderson, Soren T. y James M. Sallee (2016), 'Designing policies to make cars greener', *Annual Review of Resource Economics*, **8** (1), 157-180.
- Anderson, Soren T., Ian W.H. Parry, James M. Sallee y Carolyn Fischer (2011), 'Automobile fuel economy standards: impacts, efficiency, and alternatives', *Review of Environmental Economics and Policy*, **5** (1), 89-108.
- Andersson, Julius (2017) 'Cars, carbon taxes and CO2 emissions', Centre for Climate Change Economics and Policy Working Paper n° 238, disponible en: [http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2017/03/Working-paper-212-Andersson\\_update\\_March2017.pdf](http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2017/03/Working-paper-212-Andersson_update_March2017.pdf)
- Antweiler, Werner y Sumeet Gulati (2016), 'Frugal cars or frugal drivers? How carbon and fuel taxes influence the choice and use of cars', disponible en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2778868>
- Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC) (2018), 'Annual Report 2017', disponible en: <http://www.anfac.com/memory/assets/memoriaanfac2017.pdf>.
- Austin, David y Terry Dinan (2005), 'Clearing the air: The costs and consequences of higher CAFE standards and increased gasoline taxes', *Journal of Environmental Economics and Management*, **50** (3), 562-582.
- Balmer, Ueli (2005), *The Window of Opportunity: How the Obstacles to the Introduction of the Swiss Heavy Goods Vehicle Fee have been Overcome*, Paris, France: OECD Publishing.
- Barahona, Nano, Francisco Gallego y Juan-Pablo Montero (2018), 'Vintage-specific driving restrictions' LACEA Working paper series n° 0006, disponible en: [http://vox.lacea.org/files/Working\\_Papers/lacea\\_wps\\_0006\\_barahona\\_gallego\\_montero.pdf](http://vox.lacea.org/files/Working_Papers/lacea_wps_0006_barahona_gallego_montero.pdf)
- Bates, John y David Leibling (2012), 'Spaced out. Perspective on parking policy', RAC Foundation, disponible en: [https://www.racfoundation.org/assets/rac\\_foundation/content/downloadables/spaced\\_out-bates\\_leibling-jul12.pdf](https://www.racfoundation.org/assets/rac_foundation/content/downloadables/spaced_out-bates_leibling-jul12.pdf).
- BBVA Research (2017), 'The road ahead for electric vehicles' disponible en: [https://www.bbvarsearch.com/wp-content/uploads/2017/02/170213\\_US\\_ElectricVehicles.pdf](https://www.bbvarsearch.com/wp-content/uploads/2017/02/170213_US_ElectricVehicles.pdf).
- Bertoldi, Paolo, Javier López y Nicola Labanca (2016), *Energy Consumption and Energy Efficiency Trends in the EU-28 200-2014*. JRC Science for Policy Report, EUR 27972 EN, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Beuermann, Christiane y Tilman Santarius (2006), 'Ecological tax reform in Germany: handling two hot potatoes at the same time', *Energy Policy*, **34** (8), 917-929.

Bloomberg (2016), 'An integrated perspective on the future of mobility', disponible en: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/sustainability%20and%20resource%20productivity/our%20insights/an%20integrated%20perspective%20on%20the%20future%20of%20mobility/an-integrated-perspective-on-the-future-of-mobility.ashx>.

Brons, Martijn, Peter Nijkamp, Eric Pels y Piet Rietveld (2008), 'A meta-analysis of the price elasticity of gasoline demand. A SUR approach', *Energy Economics*, **30** (5), 2105-2122.

Brouwer, Travis L., Karen S. Doyle, Linda T. Hull, David Kuhn, Humberto A. Tasaico, Lorie Tudor, Gill Rogers y Daniel Yeh (2016), *Transportation Governance and Finance. A 50-State Review of State Legislatures and Departments of Transportation*, Washington, DC, USA: American Association of State Highway and Transportation Officials.

Bureau of Infrastructure, Transport and Regional Economics (BITRE) (2015), 'Traffic and congestion cost trends for Australian capital cities', Department of Infrastructure and Regional Development, Australian Government, disponible en: [https://bitre.gov.au/publications/2015/files/is\\_074.pdf](https://bitre.gov.au/publications/2015/files/is_074.pdf).

Cantillo, Víctor y Juan de Dios Ortúzar (2014), 'Restricting the use of cars by license plate numbers: a misguided urban transport policy', *Dyna*, **81** (188), 75-82.

Capgemini (2015), 'Transport market monitor', Edition 25, disponible en: [https://www.capgemini.com/consulting/wp-content/uploads/sites/30/2017/07/151022\\_tmm25\\_en.pdf](https://www.capgemini.com/consulting/wp-content/uploads/sites/30/2017/07/151022_tmm25_en.pdf).

Carnovale, Maria y Matthew Gibson (2012), 'Effects of Milan's Congestion Charge', Department of Economics, UC San Diego, disponible en: <https://cloudfront.escholarship.org/dist/prd/content/qt4j2755jq/qt4j2755jq.pdf>.

Centre for Economics and Business Research (CEBR) (2014), *The future economic and environmental costs of gridlock in 2030*, London, UK: Centre for Economics and Business Research.

Clean Air (2015a), 'Guideline: congestion charges', disponible en: [http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=CA\\_Guideline\\_Congestion\\_Charge\\_EN.pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=CA_Guideline_Congestion_Charge_EN.pdf).

Clean Air (2015b), 'Guideline: low emission zones', disponible en: [http://www.cleanair-europe.org/fileadmin/user\\_upload/redaktion/Solutions/BUND/Guideline\\_-\\_Low\\_Emission\\_Zones.pdf](http://www.cleanair-europe.org/fileadmin/user_upload/redaktion/Solutions/BUND/Guideline_-_Low_Emission_Zones.pdf).

Cravioto, Jordi, Eiji Yamasue, Hideyuki Okumura y Keiichi N. Ishihara (2013), 'Road transport externalities in Mexico: estimates and international comparisons', *Transport Policy*, **30** (November), 63-76.

Currie, Janet y Reed Walker (2011), 'Traffic congestion and infant health: evidence from E-ZPass', *American Economic Journal: Applied Economics*, **3** (1), 65-90.

D'Haultfoeuille, Xavier, Pauline Givord y Xavier Boutin (2014), 'The environmental effect of green taxation: the case of the French bonus/mauls', *The Economic Journal*, **124** (578), F444-F480.

- Dahlgren, Joy (1998), 'High occupancy vehicle lanes: not always more effective than general purpose lanes', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **32** (2), 99-114.
- Danish Ministry of Transport (DMT) (2004), *Total External Costs of Road and Rail Transport in Denmark (3rd Report)*. Copenhagen, Dinamarca.
- Davis, Benjamin, Tony Dutzik y Phineas Baxandall (2012), 'Transportation and the new generation. Why young people are driving less and what it means for transportation policy', Frontier Group, U.S. PIRG Education Fund, disponible en: [https://uspirg.org/sites/pirg/files/reports/Transportation%20&%20the%20New%20Generation%20vUS\\_0.pdf](https://uspirg.org/sites/pirg/files/reports/Transportation%20&%20the%20New%20Generation%20vUS_0.pdf).
- Davis, Lucas W. (2008), 'The effect of driving restrictions on air quality in Mexico City', *Journal of Political Economy*, **116** (1), 38-81.
- Davis, Lucas W. and Lutz Kilian (2011), 'Estimating the effect of a gasoline tax on carbon emissions', *Journal of Applied Econometrics*, **26** (7), 1187-1214.
- de Grange, Louis y Rodrigo Troncoso (2011), 'Impacts of vehicle restrictions on urban transport flows: The case of Santiago, Chile', *Transport Policy*, **18** (6), 862-869.
- Delucchi, Mark A. (1997), 'The annualized social cost of motor-vehicle use in the U.S., 1990-1991: summary of theory, data, methods, and results', UCTC N° 311, Institute of Transportation Studies, University of California at Berkeley, disponible en: <https://cloudfront.escholarship.org/dist/prd/content/qt43s6n28v/qt43s6n28v.pdf>.
- Delucchi, Mark A. (2000), 'Environmental externalities of motor vehicle use', *Journal of Transport Economics and Policy*, **34** (2), 135-168.
- Department for Transport (DfT) (2015), *Transport Analysis Guidance*, London, UK: Department for Transport.
- Ekins, Paul y Stefan Speck (eds.) (2011), *Environmental Tax Reform: a Policy for Green Growth*, Oxford, UK: Oxford University Press.
- Eliasson, Jonas (2016), 'Is congestion pricing fair? Consumer and citizen perspectives' *Transport Policy*, **52** (November), 1-15.
- Eliasson, Jonas (2014), 'The Stockholm congestion charges: an overview', Centre for Transport Studies WP 2014:7, disponible en: <http://www.transportportal.se/swopec/cts2014-7.pdf>.
- Eliasson, Jonas, Karin Brundell-Freij y Muriel Beser Hugosson (2008), 'The Stockholm congestion charging system: a summary of the effects', en Harry W. Richardson y Chang-Hee Christine Bae (eds.), *Road Congestion Pricing in Europe. Implications for the United States*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing, pp. 293-309.
- Endurance (2015), 'Congestion charging', disponible en: <http://epomm.eu/newsletter/v2/eupdate.php?nl=0415&lan=en>.
- Environmental Defense Fund (EDF) (2006), 'Singapore: a pioneer in taming traffic', disponible en: [https://www.edf.org/sites/default/files/6116\\_SingaporeTraffic\\_Factsheet.pdf](https://www.edf.org/sites/default/files/6116_SingaporeTraffic_Factsheet.pdf).
- Eskeland, Gunnar S. y Tarhan Feyzioglu (1997), 'Rationing can backfire: the 'day without a car' in Mexico City', *World Bank Economic Review*, **11** (3), 383-408.

European Commission (EC) (2005), 'Proposal for a Council directive on passenger car related taxes', COM (2005) 261 final, disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005PC0261&from=EN>.

European Commission (EC) (2011a), 'Proposal for a Council directive on amending Directive 2003/96/EC restructuring the Community framework for the taxation of energy products and electricity', COM(2011) 169 final, disponible en: [http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009\\_2014/documents/com/com\\_com\(2011\)0169\\_/com\\_com\(2011\)0169\\_en.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2011)0169_/com_com(2011)0169_en.pdf).

European Commission (EC) (2011b), *White Paper on Transport. Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a Competitive and Resource-Efficient Transport System*, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

European Commission (EC) (2018), *Taxation Trends in the European Union. 2018 Edition*, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

European Environmental Agency (EEA) (2018), 'EEA greenhouse gas – data viewer', disponible en: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>.

European Environmental Agency (EEA) (2017), *European Union Emission Inventory Report 1990-2015 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)*, EEA Report n° 9/2017, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

European Environmental Agency (EEA) (2015), *Evaluating 15 Years of Transport and Environmental Policy Integration. TERM 2015: Transport Indicators Tracking Progress Towards Environmental Targets in Europe*, EEA Report n° 7/2015, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

European Environmental Agency (EEA) (2011), *Environmental Tax Reform in Europe: Implications for Income Distribution*, EEA Technical report, n° 16/2011, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

European Parliament (EP) (2015), 'Regulation (EU) 2015/758 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2015 concerning type-approval requirements for the deployment of the eCall in-vehicle system based on the 112 service and amending Directive 2007/46/EC', Official Journal of European Union, disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0758&from=EN>.

Faberi, Stefano, Lorian Paolucci, Bruno Lapillonne y Karine Pollier (2015), 'Trends and policies for energy savings and emissions in transport', ODYSEE–MURE, disponible en: <http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/energy-efficiency-trends-policies-transport.pdf>.

Federal Customs Administration (FCA) (2017), 'Performance-related heavy vehicle charge. Overview', disponible en: <https://www.ezv.admin.ch/ezv/en/home/information-companies/transport--travel-documents--road-taxes/heavy-vehicle-charges--performance-related-and-lump-sum-/hvc---general---rates.html>.

Fisher, Gavin, Tord Kjellstrom, Simon Kingham, Simon Hales y Rupendra Shrestha (2007), 'Health and air pollution in New Zealand. Main Report', Health Research Council of New Zealand, disponible en: <http://www.hapinz.org.nz/HAPINZ%20Report%20Final%20Clean%20June%202007%20v3.pdf>.

- Flues, Florens y Alastair Thomas (2015), 'The distributional effects of energy taxes', *OECD Taxation Working Papers*, 23, Paris, France: OECD Publishing.
- Fundación Orange (2016). 'La transformación digital de los sectores del transporte y la logística', disponible en: [http://www.fundacionorange.es/wp-content/uploads/2017/03/eE\\_La\\_transformacion\\_digital\\_del\\_sector\\_transporte.pdf](http://www.fundacionorange.es/wp-content/uploads/2017/03/eE_La_transformacion_digital_del_sector_transporte.pdf).
- Gago, Alberto, Xavier Labandeira y Xiral López-Otero (2014), 'A Panorama on Energy Taxes and Green Tax Reforms', *Hacienda Pública Española. Review of Public Economics*, **208**, 145-190.
- Gallego, Francisco, Juan-Pablo Montero y Christian Salas (2013), 'The effect of transport policies on car use: evidence from Latin American cities', *Journal of Public Economics*, **107** (November), 47-62.
- Gärling, Tommy y Geertje Schuitema (2007), 'Travel demand management targeting reduced private car use: effectiveness, public acceptability and political feasibility', *Journal of Social Issues*, **63** (1), 139-153.
- Gerlagh, Reyer, Inge van den Bijgaart, Hans Nijland y Thomas Michielsen (2018), 'Fiscal policy and CO2 emissions of new passenger cars in the EU', *Environmental and Resource Economics*, **69** (1), 103-134.
- German Environment Agency (GEA) (2018), 'Indicator: Environmental cost of energy and road transport', disponible en: <https://www.umweltbundesamt.de/en/indicator-environmental-costs-of-energy-road#textpart-1>
- Gibson, Matthew y Maria Carnovale (2015) 'The effects of road pricing on driver behavior and air pollution', *Journal of Urban Economics*, **89** (September), 62-73.
- Goh, Mark (2002), 'Congestion management and electronic road pricing in Singapore', *Journal of Transport Geography*, **10** (1), 29-38.
- Goodwin, P.B. (1996), 'Empirical evidence on induced traffic. A review and synthesis', *Transportation*, **23** (1), 35-54.
- Grant, Michael, William S. Hartley, Ron Milam, Jerry Walters, Laurence O'Rourke, Jennifer Brickett y Sonya Suter (2013), *Handbook for Estimating Transportation Greenhouse Gases for Integration into the Planning Process*. Washington, DC, USA: Federal Highway Administration.
- Greene, David L. y Sanjana Ahmad (2005), 'Costs of U.S. oil dependence: 2005 update', ORNL/TM-2005/45, OAK Ridge National Laboratory, disponible en: <https://www-cta.ornl.gov/Publications/Reports/CostsofUSOilDependence.pdf>.
- Guo, Xiurui, Shuiyuan Cheng, Dan S. Chen, Ying Zhou y Haiyan Wang (2010), 'Estimation of economic costs of particulate air pollution from road transport in China', *Atmospheric Environment*, **44** (28), 3369-3377.
- Hammadou, Hakim y Claire Papaix (2014), 'Which policy tools to move towards low carbon mobility?', in Alexandra Hyard (ed.), *Non-Technological Innovations for Sustainable Transport. Four Transport Case Studies*, London, UK: Springer, pp. 5-26.
- Harrington, Winston, Alan J. Krupnick y Anna Alberini (2001), 'Overcoming public aversion to congestion pricing', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **35** (2), 87-105.

Hylén, Bertil, Jari Kauppila y Edouard Chong (2013), 'Road haulage charges and taxes. Summary analysis and data tables 1998-2012', Discussion Paper 2013-8, International Transport Forum, OECD.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014), *Climate Change 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of IPCC*, New York, USA: Cambridge University Press.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2013), *Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the IPCC*, New York, USA: Cambridge University Press.

Ivars, Rafael (2017), 'El impacto de las nuevas generaciones en la comercialización de automóviles y servicios', disponible en: <http://www.faconauto.com/congreso2017/wp-content/uploads/2017/02/IVARS.pdf>.

Ivkovic, Ivan, Olja Cokorilo y Snezan Kaplanovic (2018), 'The estimation of GHG emission costs in road and air transport sector: case study of Serbia', *Transport*, **33** (1), 260-267

Jacobsen, Mark R. (2013), 'Evaluating US fuel economy standards in a model with producer and household heterogeneity', *American Economic Journal: Economic Policy*, **5** (2), 148-187.

Jacobsen, Mark R. y Arthur van Benthem (2015), 'Vehicle scrappage and gasoline policy', *American Economic Review*, **105** (3), 1312-1338.

Jones, Kathryn y Maureen Bock (2017), 'Oregon's road usage charge. The OReGO program', Final Report, Oregon Department of Transportation, disponible en: [https://www.oregon.gov/ODOT/Programs/RUF/IP-Road%20Usage%20Evaluation%20Book%20WEB\\_4-26.pdf](https://www.oregon.gov/ODOT/Programs/RUF/IP-Road%20Usage%20Evaluation%20Book%20WEB_4-26.pdf).

Johnstone, Nick y Katia Karousakis (1999), 'Economic incentives to reduce pollution from road transport: the case for vehicle characteristics taxes', *Transport Policy*, **6** (2), 99-108.

Keong, Chin Kian (2002), 'Road pricing Singapore's experience', disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.128.8783&rep=rep1&type=pdf>.

Keller, M. (2018), 'Staukosten Schweiz 2015', disponible en: <https://www.are.admin.ch/are/en/home/transport-and-infrastructure/data/costs-and-benefits-of-transport.html>

Kirk, Robert S. y William J. Mallett (2018), 'Funding an financing highways and public transportation', Congressional Research Service Report, R44674, disponible en: <https://fas.org/sqp/crs/misc/R44674.pdf>

Kleit, Andrew N. (2004), 'Impacts of long-range increases in the fuel economy (CAFE) standard', *Economic Inquiry*, **42** (2), 279-294.

Knittel, Christopher R. y Ryan Sandler (2018), 'The welfare impact of second-best uniform-pigouvian taxation: evidence from transportation', *American Economic Journal: Economic Policy*, **10** (4), 211-242.

Know, Jaimyoung y Pravin Varaiya (2008), 'Effectiveness of California's high occupancy vehicle (hov) system', *Transportation Research Part C*, **16** (1), 98-115.



Korzhenevych, Artem, Nicola Dehnen, Johannes Bröcker, Michael Holtkamp, Henning Meier, Gena Gibson, Adarsh Varma y Victoria Cox (2014), *Update of the Handbook on External Costs of Transport*. London, UK: Ricardo-AEA.

Kosonen, Katri (2012), 'Regressivity of environmental taxation: myth or reality?' in Janet E. Milne y Mikael Skou Andersen (eds.), *Handbook of Research on Environmental Taxation*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing, pp. 161-174.

KPMG (2017), 'Global Automotive Executive Survey 2017', disponible en: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2017/01/global-automotive-executive-survey-2017.pdf>.

KPMG (2015), 'Connected and autonomous vehicles. The UK economic opportunity', disponible en: <https://www.smmr.co.uk/wp-content/uploads/sites/2/CRT036586F-Connected-and-Autonomous-Vehicles-%E2%80%93-The-UK-Economic-Opportu...1.pdf>.

Krebs, Peter y Ueli Balmer (2015), 'Fair and efficient. The distance-related heavy vehicle fee (hvf) in Switzerland', Federal Office for Spatial Development. Department of the Environment, Transport, Energy and Communications, Switzerland, disponible en: <https://www.are.admin.ch/are/en/home/media-and-publications/publications/transport/fair-und-effizient---die-leistungsabhaengige-schwerverkehrsabgab.html>.

Krueger, Cameron y Tiffany Johnson (2016), 'Financing the future of mobility', disponible en: <https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/future-of-mobility/transportation-ecosystem-future-of-auto-finance.html>.

Labandeira, Xavier, José M. Labeaga y Xiral López-Otero (2017), 'A meta-analysis on the price elasticity of energy demand', *Energy Policy*, **102** (March), 549-568.

Labandeira, Xavier, Miguel Rodríguez y José M. Labeaga (2007), 'Microsimulation in the analysis of environmental tax reforms: an application for Spain', en Spadaro, Amedeo (ed) *Microsimulation as a Tool for the Evaluation of Public Policies: Methods and Applications*. Fundación BBVA, Madrid.

Labeaga, José M., Xavier Labandeira y Xiral López-Otero (2018), 'Energy tax reform and poverty alleviation in Mexico', *WP 18-01*, Departamento de Economía Aplicada Universidade de Vigo.

Land Transport Authority (LTA) (2018), 'Electronic road pricing (erp)', disponible en: <https://www.lta.gov.sg/content/ltaweb/en/roads-and-motoring/managing-traffic-and-congestion/electronic-road-pricing-erp.html>

Langer, Ashley, Vikram Maheshri y Clifford Winston (2017), 'From gallons to miles: a disaggregate analysis of automobile travel and externality taxes', *Journal of Public Economics*, **152** (August), 34-46.

Larsen, Lisa, Mark Burris, David Pearson y Patricia Ellis (2012), 'Equity evaluation of fees for vehicle miles traveled in Texas' *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, **2297**, 11-20.

Lawley, Chad y Vincent Thivierge (2016), 'Refining the evidence: British Columbia's carbon tax and household gasoline consumption', disponible en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2874417>

- Levinson, Arik (2018), 'Energy efficiency standards are more regressive than energy taxes: theory and evidence', Georgetown University and NBER, disponible en: <http://faculty.georgetown.edu/aml6/pdfs&zips/RegressiveMandates.pdf>
- Levinson, David (2010), 'Equity effects of road pricing: a review', *Transport Reviews*, **30** (1), 33-57.
- Li, Shanjun, Joshua Linn y Erich Muehlegger (2014), 'Gasoline taxes and consumer behavior', *American Economic Journal: Economic Policy*, **6** (4), 302-342.
- Lindsey, Robin (2010), 'Reforming road user charges: a research challenge for regional science', *Journal of Regional Science*, **50** (1), 471-492.
- Litman, Tood (2013), *Smart Congestion Relief*, Victoria, Australia: Victoria Transport Policy Institute.
- Litman, Tood (2011), *London Congestion Pricing. Implications for Other Cities*, Victoria, Australia: Victoria Transport Policy Institute.
- López, Julio, Pedro Serrano y Beatriz Duque (2004), 'The economic costs of traffic accidents in Spain', *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, **56** (4), 883-889.
- Lowry, Sean (2015) 'The federal excise tax on motor fuels and the highway trust fund: current law and legislative history', Congressional Research Service, RL30304, disponible en: <http://nationalaglawcenter.org/wp-content/uploads/assets/crs/RL30304.pdf>.
- Luechinger, Simon y Florian Roth (2016), 'Effects of a mileage tax for trucks', *Journal of Urban Economics*, **92** (March), 1-15.
- Maibach, Markus, Christoph Schreyer, Daniel Sutter, Huib van Essen, Bart Boon, Richard Smokers, Arno Schrotten, Claus Doll, Barbara Pawlowska y Monika Bak (2008), *Handbook on Estimation of External Costs in the Transport Sector, Version 1.1*, Delft, Netherlands: CE Delft.
- Mar, Therese F., Kazuhiko Ito, Jane Q. Koenig, Timothy V. Larson, Delbert J. Eatough, Ronald C. Henrt, Eugene Kim, Francine Laden, Ramona Lall, Lucas Neas, Matthias Stölzel, Pentti Paatero, Philip K. Hopke y George D. Thurston (2005), 'PM source apportionment and health effects: investigation of inter-method variations in associations between estimated source contributions of PM<sub>2,5</sub> and daily mortality in Phoenix, AZ', *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, **16** (4), 311-320.
- McKinsey (2016), 'The future of automotive retail – a scenario based approach', disponible en: <https://denkvooruitdenkdigitaal.nl/files/000/000/092/618255%20-%20McKinseyCompany%20The%20future%20of%20Automotive%20Retail%20september%202016.pdf>.
- McLure, Charles E. (2009), 'Taxing commercial motor fuel in the European Union: the case for an apportionment-based, destination-principle system', *International Tax and Public Finance*, **16** (3), 395-414.
- McMullen, B. Starr, Lei Zhang y Kyle Nakahara (2010), 'Distributional impacts of changing from a gasoline tax to a vehicle-mile tax for light vehicles: a case study of Oregon', *Transport Policy*, **17** (6), 359-366.

- Milne, David, Esko Niskanen y Erik Verhoef (2000), 'Operationalisation of marginal cost pricing within urban transport', VATT-Research Reports, 63, Government Institute for Economic Research, disponible en:  
<https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/148490/t63.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Munnich, Lee, John Doan y Matt Schmit (2011), 'Report of Minnesota's mileage-based user fee policy task force', Minnesota Department of Transport, disponible en:  
<http://www.dot.state.mn.us/mileagebaseduserfee/pdf/mbufpolicytaskforcereport.pdf>.
- Nash, Chris, Bryan Matthews, Batool Menaz y Esko Niskanen (2003), *Charges for Heavy Goods Vehicles: EU Policy and Key National Developments*. Leeds, UK: Institute for Transport Studies.
- Nash, Chris, Batool Menaz y Bryan Matthews (2008), 'Inter-urban road goods vehicle pricing in Europe', en Harry W. Richardson y Chang-Hee Christine Bae (eds.), *Road Congestion Pricing in Europe. Implications for the United States*, Cheltenham, UK y Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing, pp. 233-251.
- Newbery, David M. (1990), Pricing and congestion: economic principles relevant to pricing roads', *Oxford Review of Economic Policy*, **6** (2), 22-38.
- ODYSSEE-MURE (2018), 'Key indicators. Specific consumption of new cars', disponible en:  
<http://www.indicators.odyssee-mure.eu/online-indicators.html>.
- OECD (2018), 'Revenue Statistics – OECD countries: comparative tables', disponible en:  
<https://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=REV#>
- OECD/IEA (2017), *Energy Prices and Taxes. Quarterly Statistics. First Quarter 2017*, Paris, France: International Energy Agency, OECD.
- OECD (2014), *The Cost of Air Pollution: Health impacts of Road Transport*, Paris, France: OECD Publishing.
- OReGO (2018), 'Sign up with an OReGO account manager!', disponible en:  
<http://www.myorego.org/about/vendor-options/>
- Parra, Sergio (2016), 'El coche eléctrico va a ser como internet', disponible en:  
<http://www.jotdown.es/2016/12/coche-electrico-va-internet/>.
- Parry, Ian W.H., Dirk Heine, Eliza Lis y Shanjun Li (2014), *Getting Energy Prices Right: from Principle to Practice*, Washington, D.C., USA: International Monetary Fund.
- Parry, Ian W.H., Margaret Walls y Winston Harrington (2007), 'Automobile externalities and policies', *Journal of Economic Literature*, **45** (2), 373-399.
- Quinet, Emile (2004), 'A meta-analysis of Western European external costs estimates', *Transportation Research Part D*, **9** (6), 465-476.
- Ramsey, Frank P. (1927), 'A contribution to the theory of taxation', *Economic Journal*, **37** (145), 47-61.
- Rausch, Sebastian, Gilbert E. Metcalf, John M. Reilly y Sergey Paltsev (2010), 'Distributional implications of alternative U.S. greenhouse gas control measures', *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy*, **10** (2), Article 1.

- Rivers, Nicholas y Brandon Schaufele (2015), 'Salience of carbon taxes in the gasoline market', *Journal of Environmental Economics and Management*, **74** (November), 23-36.
- Rotaris, Lucia, Romeo Danielis, Edoardo Marcucci y Jérôme Massiani (2010), 'The urban road pricing scheme to curb pollution in Milan, Italy: description, impacts and preliminary cost-benefit analysis assessment', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **44** (5), 359-375.
- Ryan, Lisa, Susana Ferreira y Frank Convery (2009), 'The impact of fiscal and other measures on new passenger car sales and CO<sub>2</sub> emissions intensity: evidence from Europe', *Energy Economics*, **31** (3), 365-374.
- Rye, Tom y Stephen Ison (2008), 'The European and Asian experience of implementing congestion charging: its applicability to the United States' en Harry W. Richardson y Chang-Hee Christine Bae (eds.), *Road Congestion Pricing in Europe. Implications for the United States*, Cheltenham, UK y Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing, pp. 273-292.
- Sælen, Håkon y Steffen Kallbekker (2011), 'A choice experiment on fuel taxation and earmarking in Norway'. *Ecological Economics*, **70** (11), 2181-2190.
- Sansom, Tom, Chris Nash, Peter Mackie, Jeremy Shires y Paul Watkiss (2001), *Surface Transport Costs & Charges. Great Britain 1998*, Leeds, UK: Institute for Transport Studies.
- Santos, Georgina (2017), 'Road fuel taxes in Europe: do they internalize road transport externalities?', *Transport Policy*, **53** (January), 120-134.
- Santos, Georgina (2008), 'The London congestion charging scheme, 2003-2006', en Harry W. Richardson y Chang-Hee Christine Bae (eds.), *Road Congestion Pricing in Europe. Implications for the United States*, Cheltenham, UK y Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing, pp. 159-175.
- Santos, Georgina (2005), 'Urban congestion charging: a comparison between London and Singapore', *Transport Reviews*, **25** (5), 511-534.
- Santos, Georgina, Hannah Behrendt, Laura Maconi, Tara Shirvani y Alexander Teytelboym (2010), 'Part I: Externalities and economic policies in road transport', *Research in Transportation Economics*, **28** (1), 2-45.
- Schrank, David, Bill Eisele, Tim Lomax y Jim Bak (2015), '2015 urban mobility scorecard', The Texas A&M Transportation Institute and INRIX, disponible en: <https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/mobility-scorecard-2015.pdf>.
- Sivak, Michael y Brandon Schoettle (2016), 'Recent decreases in the proportion of persons with a driver's license across all age groups', UMTRI-2016-4, University of Michigan Transport Research Institute, disponible en: <http://www.umich.edu/~umtriswt/PDF/UMTRI-2016-4.pdf>.
- Sorensen, Paul, Liisa Ecola y Martin Wachs (2012), *Mileage-Based User Fees for Transportation Funding*, Santa Monica, USA: RAND Corporation.
- Sterner, Thomas (2012), 'Distributional effects of taxing transport fuel', *Energy Policy*, **41** (February), 75-83.
- Transport for London (TfL) (2018), 'Annual report and statement of accounts 2017/18', disponible en: <http://content.tfl.gov.uk/tfl-annual-report-and-statement-of-accounts-2017-18.pdf>

Transport for London (TfL) (2006), 'Central London congestion charging- impacts monitoring: fourth annual report', disponible en: <http://content.tfl.gov.uk/fourthannualreportfinal.pdf>.

Transport for London (TfL) (2005), 'Central London congestion charging- impacts monitoring: third annual report', disponible en: <http://content.tfl.gov.uk/central-london-congestion-charging-impacts-monitoring-third-annual-report.pdf>.

U.S. Department of Transportation (USDT) (2018), 'Government Transportation Financial Statistics 2018' Bureau of Transportation Statistics, disponible en: <https://www.bts.gov/topics/transportation-and-economy/government-transportation-financial-statistics-2018-0>

U.S. Department of Transportation (USDT) (2017), 'Government Transportation Financial Statistics 2014' Bureau of Transportation Statistics, disponible en: [https://www.bts.gov/archive/publications/government\\_transportation\\_financial\\_statistics/2014/table\\_3a](https://www.bts.gov/archive/publications/government_transportation_financial_statistics/2014/table_3a)

U.S. Department of Transportation (USDT) (2012), 'Report on the value pricing pilot program through April 2012', disponible en: [https://ops.fhwa.dot.gov/congestionpricing/value\\_pricing/pubs\\_reports/rpttocongress/vppp12rpt.pdf](https://ops.fhwa.dot.gov/congestionpricing/value_pricing/pubs_reports/rpttocongress/vppp12rpt.pdf).

Van Essen, Huib, Arno Schroten, Mathijs Otten, Daniel Sutter, Christoph Schreyer, Remo Zandonella, Markus Maibach y Claus Doll (2011), *External Costs of Transport in Europe: Update study for 2008*, Delft, Netherlands: CE Delft, Infrac y Faunhofer ISI.

Van Wee, Bert (2010), 'The new Dutch per-kilometre driving Tax', CESifo DICE Report 2/2010, disponible en: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/167003/1/ifo-dice-report-v08-y2010-i2-p64-68.pdf>.

Van Wortel, Monique (2010), 'Road pricing in the Netherlands. Overview', Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Netherlands, disponible en: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/rfeb10vanwortel.pdf>.

Winston, Clifford y Ashley Langer (2006), 'The effect of government highway spending on road users' congestion costs', *Journal of Urban Economics*, **60** (3), 463-483.

World Health Organization (WHO) (2011), *Burden of Disease from Environmental Noise*, Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office Europe.

World Road Association (WRA) (2012), 'Worldwide situation of road pricing and assessment of its impacts' PIARC Technical Committee A3 Road System Economics and Social Development, disponible en: <https://esteeast.unep.ch/assets/publications/Local-sustainable-transport-policies/piarc-2012-road-pricing-global-assessment.pdf>.

Zhang, Lei, B. Starr McMullen, Divya Valluri y Kyle Nakahara (2009), 'Vehicle mileage fee on income and spatial equity. Short- and long-run impacts', *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, **2115**, 110-118.

Zimmer, John (2016), 'The third transportation revolution. Lyft's vision for the next ten years and beyond', disponible en: <https://medium.com/@johnzimmer/the-third-transportation-revolution-27860f05fa91>.