



Detalles sobre la publicación, incluyendo instrucciones para autores e información para los usuarios en: <http://espacialidades.cua.uam.mx>

Álvaro Madrigal Montes de Oca, Asesor de la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México y Arturo Rodríguez Herrera, Analista de la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México

El efecto de las fotoinfracciones en la Ciudad de México
pp. 83-97

Fecha de publicación en línea: junio 2021
DOI: [10.24275/uam/cua/dcsh/esp/2021v11n1/Madrigal](https://doi.org/10.24275/uam/cua/dcsh/esp/2021v11n1/Madrigal)

© Álvaro Madrigal Montes de Oca y Arturo Rodríguez Herrera (2021). Publicado en *Espacialidades*. Todos los derechos reservados. Permisos y comentarios, por favor escribir al correo electrónico: revista.espacialidades@correo.cua.uam.mx

ESPACIALIDADES. Volumen 11, Núm. 01, enero-junio de 2021, es una publicación semestral de la Universidad Autónoma Metropolitana, a través de la Unidad Cuajimalpa, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Departamento de Ciencias Sociales. Con dirección en [Prolongación Canal de Miramontes No. 3855, Col. Ex Hacienda de San Juan de Dios, Tlalpan, C.P. 14387](#) y [Av. Vasco de Quiroga No. 4871, Col. Lomas de Santa Fé,](#)

[Cuajimalpa, C.P. 05300, Ciudad de México, México.](#) Página electrónica de la revista: <http://espacialidades.cua.uam.mx> y dirección electrónica: revista.espacialidades@correo.cua.uam.mx. Responsable: Dra. Fernanda Vázquez Vela. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título número 04-2018-072414222300-203, ISSN: 2007-560X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: María Fernanda Flores Torres (Dendrita Publicidad S. A. de C. V.), [Temístocles núm. 79, int. 3, Colonia Polanco IV Sección, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11550, Ciudad de México](#); Fecha de última modificación: junio del 2021. Tamaño de archivo 602 KB.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del comité editorial.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa.

Directorio

RECTOR GENERAL: Dr. Eduardo Abel Peñalosa Castro
SECRETARIO GENERAL: Dr. José Antonio De los Reyes Heredia

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa

RECTOR: Dr. Rodolfo René Suárez Molinar
SECRETARIO DE UNIDAD: Dr. Álvaro Julio Peláez Cedrés

División de Ciencias Sociales y Humanidades

DIRECTOR: Dr. Roger Mario Barbosa Cruz
JEFE DE DEPARTAMENTO: Dr. Gabriel Pérez Pérez

Revista Espacialidades

DIRECTORA: Dra. Fernanda Vázquez Vela
ASISTENTE EDITORIAL: Mtra. Evelyn Guadalupe Cazares Jiménez
ADMINISTRACIÓN DEL SITIO WEB: Orlando Hernández Hernández
EDICIÓN TEXTUAL Y CORRECCIÓN DE ESTILO: Mtro. Hugo Espinoza Rubio
FOTOGRAFÍA DE LA PORTADA: © 2019 Kevin Butz en Unsplash @kevin_butz, <https://unsplash.com/photos/WuuLF6blcM4>

COMITÉ EDITORIAL: Dra. Montserrat Crespi-Valbona (Universitat de Barcelona, España), Dra. Verónica Crossa (El Colegio de México, México), Dra. Marta Domínguez Pérez (Universidad Complutense de Madrid, España), Dr. Marco Aurelio Jaso Sánchez (Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, México), Dra. Graciela Martínez -Zalce (Universidad Nacional Autónoma de México, México), Dr. Alejandro Mercado (Universidad Nacional Autónoma de México, México), Dr. Jorge Montejano Escamilla (Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo", México), Dra. Analiese Marie Richard (Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, México), Dra. Rocío Rosales Ortega (Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México), Dr. Vicente Ugalde (El Colegio de México, México).

COMITÉ CIENTÍFICO: Dr. Tito Alegría (Colegio de la Frontera Norte), Dra. Miriam Alfie (Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa), Dr. Mario Casanueva (Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa), Dra. Claudia Cavallin (Universidad Simón Bolívar, Venezuela), Dr. Humberto Cavallin (Universidad de Puerto Rico), Dra. Flavia Freidenberg (Universidad de Salamanca, España), Dra. Clara Irazábal (Columbia University, Estados Unidos), Dr. Jorge Lanzaro (Universidad de la República, Uruguay), Dr. Jacques Levy (École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Francia), Scott Mainwaring (University of Notre Dame, Estados Unidos), Miguel Marinas Herrera (Universidad Complutense, España), Edward Soja † (University of California, Estados Unidos), Michael Storper (London School of Economics, Reino Unido).

Espacialidades, tiene como propósito constituirse en un foro de discusión académica que aborda la compleja, contradictoria y multicausal relación entre el espacio y la vida social. *Espacialidades* se inscribe en el debate académico internacional sobre el giro espacial en las ciencias sociales e invita al análisis de diversas prácticas sociales y formas de organización y acción política desde una perspectiva multidisciplinaria que ponga énfasis en las diferentes escalas territoriales. Los textos publicados incorporan métodos y problemas tratados desde la sociología, la ciencia política, la economía, los estudios urbanos, la geografía, los estudios culturales, la antropología, la literatura, el psicoanálisis y el feminismo, entre otros.

El efecto de las fotoinfracciones en la Ciudad de México

The Effect of Speed Fines in Mexico City

ÁLVARO MADRIGAL MONTES DE OCA*
ARTURO RODRÍGUEZ HERRERA**

Resumen

El objetivo de este trabajo es la evaluación de los efectos sobre los incidentes viales que han tenido los programas de fotoinfracciones implementados en la Ciudad de México (CDMX). Se ofrece evidencia empírica sobre el impacto en los hechos de tránsito que tuvo la implementación del Programa Fotomultas y del programa al que evolucionó en abril de 2019, denominado Fotocívicas. Los cambios de este último fueron la reubicación de los dispositivos y el carácter de las sanciones: pasaron de ser económicas a cívicas (cursos de educación, sensibilización y trabajo comunitario). El análisis de ambos programas se basó en los reportes viales registrados por el Centro de Comando, Cómputo, Comunicaciones y Contacto Ciudadano de la CDMX (C5). Una vez que se estimó la efectividad de las fotoinfracciones, se empleó un método de evaluación de impacto cuasi experimental, conocido como diferencia en diferencias (DID), para determinar si fue estadísticamente significativo el efecto de los programas en la seguridad vial. En suma, este trabajo contribuye a la crítica de las políticas públicas de seguridad vial, con rigor científico, en el contexto latinoamericano; este análisis permite conocer los alcances de las acciones de gobierno, con la finalidad de generar propuestas de mejora, además de elevar el nivel de la discusión pública.

Palabras clave: Seguridad vial; Infracciones; Límites de velocidad; Incidentes viales; Radares de velocidad.

Abstract

The objective of this work is the evaluation of the effects on road incidents of the programs of speed fines implemented in Mexico City (CDMX). We provide empirical evidence on the impact on traffic events of the Photo Fine Program and the subsequent program (called Fotocívicas), which started in April 2019. The changes of the latter were the relocation of the cameras and the nature of the sanctions: they went from being common fines to mandatory participation in civic education courses and community services. The analysis of both programs was based on the road reports recorded by the Command, Computation, Communications and Citizen Contact Center of the CDMX (C5). After estimating the effectiveness of speed fines, we used a quasi-experimental impact assessment method known as difference in differences (DID) to determine whether the effect of the programs on road safety was statistically significant. In short, this work contributes to scientifically rigorous critiques of public road safety policies in the Latin American context. This analysis allows to know the scope of government actions, in order to generate proposals for improvement, in addition to raising the level of public discussion

Keywords: Road Safety; Speed Cameras; Speed Limits; Road Events; Mexico City.

Fecha de recepción: 24 de marzo de 2021

Fecha de aceptación: 7 de septiembre del 2021

* Álvaro Madrigal Montes de Oca, Asesor de la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México. Orcid: <<https://orcid.org/0000-0002-8364-6872>>. C.e.: <amadrigal@colmex.mx>.

** Arturo Rodríguez Herrera, Analista de la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México. Orcid: <<https://orcid.org/0000-0003-0616-8464>>. C.e.: <arthurod.91@ciencias.unam.mx>.

Introducción

El control de la velocidad es una de las estrategias que más ha adquirido relevancia para atender la problemática de seguridad vial alrededor del mundo. En concreto, se ha puesto atención a acciones que garanticen el cumplimiento de los límites de velocidad (BID, 2017; OMS, 2017). La tecnología ha permitido que las fotoinfracciones automatizadas se hayan extendido a distintas ciudades, como la Ciudad de México (CDMX), siendo el mecanismo más eficiente para sancionar (Rairán *et al.*, 2016; Allsop, 2010).

Desde que iniciaron los sistemas de fotoinfracciones por exceso de velocidad, se ha evaluado su impacto en la seguridad vial, llegando a un consenso, entre distintas ciudades, de su efectividad (De Ceunynck, 2017; Christie *et al.*, 2004). Sin embargo, las evaluaciones sobre el tema han tenido lugar en Europa y Norteamérica, principalmente; mientras que en el contexto latinoamericano apenas existen estudios sobre esta cuestión.

El objetivo principal de este trabajo es hacer una primera evaluación de los efectos sobre los incidentes viales que han tenido los programas de fotoinfracciones implementados en la CDMX (no Zona Metropolitana del Valle de México, ZMVM).¹ Se ofrece evidencia empírica sobre el impacto en los hechos de tránsito que tuvo la implementación del Programa Fotomultas (en operación desde diciembre de 2015) y del programa al que evolucionó en abril de 2019, denominado Fotocívicas. Los cambios de este último fueron la reubicación de los dispositivos y el carácter de las sanciones: que pasaron de ser económicas a cívicas² (cursos de educación, sensibilización y trabajo comunitario).

Los programas de este tipo comenzaron a operar en el país en 2012, siendo una de sus principales críticas que se trataba de un instrumento recaudatorio sin solidez jurídica. En Fotocívicas, las críticas se han enfocado en que los cursos y el trabajo comunitario no son impuestos necesariamente a quien conduce el vehículo, y en que el sistema de sanciones es laxo, criticando a las fotoinfracciones desde una mirada de seguridad vial y no sólo monetaria.

En este artículo se intenta evaluar los programas desde un punto de vista espacial. Se espera, según la literatura, que cuando la ubicación de las cámaras considere las condiciones espaciales de las zonas intervenidas y la incidencia de hechos de tránsito, exista localmente una reducción significativa de éstos. Asimismo, es de esperarse que, por el número de dispositivos operando (~100 cámaras), el efecto de este tipo de programas sobre los hechos de tránsito no se vea reflejado en el global de una ciudad de la magnitud de la capital mexicana.

Para este ejercicio, se asume que la dinámica en la movilidad de la ciudad no sufrió grandes cambios en el periodo de tiempo contemplado (2014-2020). Sin embargo, se tiene clara la existencia de procesos urbanos, políticas públicas y otros elementos que modifican la movilidad (por ejemplo, el aumento de motociclistas), que pueden incidir en la seguridad vial y, por ende, en las evaluaciones que se hacen de estas medidas.

Antecedentes

La seguridad vial, entendida como el conjunto de mecanismos para el buen funcionamiento en el desplazamiento de vehículos y personas, es un tema prioritario que debe atenderse y visibilizarse desde los gobiernos y la ciudadanía. La deficiente convivencia vial tiene consecuencias graves en la vida y la salud de las personas, siendo una de las principales causas de muerte en México y en el mundo (INEGI, 2019). Más de 24,000 personas pierden la vida anualmente en el país por un hecho de tránsito (INSP, 2017).

¹ Se refiere a las dieciséis alcaldías que conforman la CDMX, y no la totalidad de la ZMVM, que se compone de esas alcaldías de la CDMX, 59 municipios del Estado de México y un municipio de Hidalgo.

² Fotocívicas consiste en un esquema de sanciones educativas y cívicas asociadas al puntaje de las placas de los vehículos registrados a nombre de una persona física en la CDMX. Cada seis meses, a partir de la verificación vehicular, las placas cuentan con diez puntos que se van restando, según el número de infracciones acumuladas. En el caso de tener menos de 8 puntos al final del semestre, se debe cumplir con una serie de cursos educativos y horas de trabajo comunitario para verificar el vehículo.

Si bien ha habido diferentes formas de atender el tema, hay una línea de acción que ha sido foco de atención en distintas ciudades: el control de la velocidad (OMS, 2017; BID, 2017). Esta estrategia tiene un enfoque de prevención, cuya importancia radica en la concepción de que los hechos de tránsito se originan por causas específicas prevenibles, como el exceso de velocidad. En efecto, en México nueve de cada diez hechos de tránsito con víctimas están asociados a conductas no apropiadas de conductores (INEGI, 2019). Asimismo, en la CDMX se ha identificado que la velocidad y el alcohol son elementos preponderantes en los siniestros viales fatales (Semovi, 2021; Pisvi, 2020; INEGI, 2019).

El control de la velocidad, entonces, se ha instaurado como una de las estrategias puntuales e imprescindibles en el marco de la seguridad vial y, de acuerdo con expertos, una de las tareas fundamentales es hacer cumplir los límites de velocidad (OMS, 2017; Heredia, 2015; European Commission, 2013). Entre las medidas no coercitivas para que se respeten los límites de velocidad, están, por un lado, la educación vial, los paneles indicadores de velocidad, los semáforos preventivos y ajustes en la infraestructura (Fundación Mapfre, 2017; European Commission, 2013). Por el otro, están las medidas coercitivas, que implican sanciones (en México, comúnmente económicas) que pueden aplicarse a través de métodos manuales o automatizados.

Aunque se ha demostrado que las medidas no coercitivas son efectivas (Semovi, 2021; Burgos y Correa, 2019; Pitra, 2017; Porchia *et al.*, 2014; Beyer y Ker, 2009), la tecnología ha contribuido enormemente a que las infracciones automatizadas por exceso de velocidad sean el mecanismo más efectivo para el cumplimiento de los límites de velocidad (OMS, 2017; Rairán *et al.*, 2016; Allsop, 2010). Esto se debe a la capacidad de sanción que tienen frente a procesos completamente manuales: en la CDMX, por ejemplo, las infracciones captadas por cámaras y radares representan más de 73 por ciento del total de infracciones (SSC, 2018). Algunos estudios señalan que la expansión de este tipo de infracciones también se debe a la conveniencia económica que representan para los gobiernos, siguiendo una lógica de recaudación y no necesariamente de seguridad vial.

Los primeros sistemas automatizados de detección de infracciones comenzaron a operar en los noventa (Allsop, 2010; Lowe, 2006). En términos generales, el funcionamiento de estos sistemas es que los dispositivos captan imágenes o videos, que transfieren automatizadamente a un centro de análisis, en donde personal de las agencias que aplican la ley evalúan las pruebas recibidas y determinan si se cometió o no una violación al reglamento de tránsito. Estrictamente, es un proceso semiautomatizado, debido a que interviene un humano.

En México, el primer sistema de fotoinfracciones se implementó a finales de 2012, y hasta antes de 2019, todos los programas implicaban sanciones económicas. Entre las principales críticas, se encontraban que bajo este esquema no existían elementos suficientes para demostrar el exceso de velocidad de los vehículos y tampoco identificar a los infractores. En ese momento, no había cuestionamientos concretos de las fotoinfracciones en el contexto de la seguridad vial, sino que la discusión se concentraba en su viabilidad jurídica y en la recaudación que representaban. El cambio a Fotocívicas ha generado discusión, sobre todo en que los cursos y el trabajo comunitario no son impuestos necesariamente a quien conduce el vehículo, y en que el sistema de sanciones es laxo. Esto último refleja que la crítica comienza a relacionarse de alguna manera con la seguridad vial.

Desde que iniciaron los sistemas de fotoinfracciones por exceso de velocidad, se ha evaluado su efectividad. Se han estudiado los cambios que provocan en las velocidades, pero, sobre todo, se ha analizado su impacto en los incidentes viales, que debiera ser el objetivo final de estas medidas. El grueso de los estudios trata sobre casos en Estados Unidos, Gran Bretaña y ciudades europeas, en las que se ha demostrado la efectividad de las fotoinfracciones en la reducción de víctimas por siniestros viales (De Ceunynck, 2017; Allsop, 2010; Wilson *et al.*, 2006; Pilkington y Kinra, 2005; Christie *et al.*, 2004).

Las fotoinfracciones han sido efectivas en por lo menos treinta ciudades alrededor del mundo, presentando reducciones en la mayoría de los casos de entre 14 y 60 por ciento en hechos de tránsito con víctimas, y disminuciones promedio de entre 30 y 40 por ciento, específicamente en incidentes fatales en los sitios con cámaras (Allsop, 2010; Wilson *et al.*, 2006; Christie *et al.*, 2004). Son excepcionales los casos que no han sido exitosos, principalmente porque los criterios para la asignación de las cámaras no fueron los hechos de tránsito, sino que la elección de los lugares a intervenir siguió otra lógica (Job *et al.*, 2020; González y Prada, 2016).

Novoa *et al.* (2010) han encontrado que el efecto de estas medidas está determinado por las características de las vialidades. Concluye que las cámaras funcionan en vías de velocidad “media-alta” y no necesariamente en arterias con espacio y diseño para ir a alta velocidad, o bien, en vialidades con bajos límites de velocidad. En ese sentido, se han realizado revisiones sistemáticas de los efectos que tienen distintas estrategias para controlar la velocidad (Sadeghi-Bazargani y Saadati, 2016), llegando a la conclusión de que el impacto de estas medidas sobre la seguridad vial está determinado por las particularidades del espacio donde se implementan.

De acuerdo con Edquist *et al.* (2009), las medidas para disminuir la velocidad deben contemplar el tipo de vía, su curvatura, el ancho de sus carriles, etc.; de lo contrario, resultan en acciones no efectivas. Se ha demostrado que, si se imponen estrategias para controlar la velocidad sin que éstas sean compatibles con las características de las vialidades, los conductores no las cumplen (Grundt *et al.*, 2009), por lo menos cuando se habla de sanciones económicas.

También se ha encontrado que sitios con diseño para transitar a velocidades relativamente altas, donde se han impuesto este tipo de medidas, no son lugares con alta incidencia de hechos de tránsito (MSP, 2011). La instalación de dispositivos en estos espacios se podría explicar por la recaudación que representa y no por atención a la seguridad vial (Job *et al.*, 2020; González y Prada, 2016). Forzar un límite de velocidad artificialmente bajo —por razones de recaudación, por ejemplo—, da lugar a dos grupos de conductores: los que tratan de obedecerlo y los que manejan a una velocidad que consideran segura (debido a las condiciones espaciales), aunque ésta sea superior al límite impuesto, lo que origina flujos viales heterogéneos que no abonan a una mayor seguridad vial (Zhang *et al.*, 2019; Vayalamkuzhi y Veeraragavan, 2016; MSP, 2011).

Las evaluaciones realizadas en distintas ciudades no han seguido una misma metodología y varía el área de influencia considerada para medir el efecto de los dispositivos sobre los incidentes viales. Se ha encontrado que la distancia efectiva puede ir desde los cien metros antes y después de las cámaras, hasta los quinientos metros de distancia en vías interurbanas³ (Høye, 2014; Champness *et al.*, 2005). Múltiples estudios mencionan que las variaciones encontradas a mayor distancia no deben ser atribuibles a estas medidas, ya que su funcionamiento es similar al de un reductor de velocidad (Høye, 2014), y su impacto es originado por conocer la ubicación de las cámaras, no por la instalación *per se* (Hirst *et al.*, 2005). Los marcos temporales considerados para realizar las evaluaciones toman en cuenta intervalos de por lo menos dos años (Champness *et al.*, 2005; Christie *et al.*, 2004).

Los métodos empleados para determinar la efectividad han sido primordialmente descriptivos, en los que se calculan variaciones directas de los hechos de tránsito en las inmediaciones de los dispositivos, pero también se han desarrollado modelos estadísticos para determinar si con las fotoinfracciones hubo un cambio estadísticamente significativo frente a otros lugares de la ciudad; es decir, se comparan los incidentes viales de un grupo de tratamiento (áreas de influencia de los dispositivos), con los incidentes de un grupo control (el resto de la ciudad u otras intersecciones sin cámaras (Graham *et al.*, 2019).

Metodología

El análisis de los programas de Fotomultas y Focólicas se basó en los reportes viales registrados por el Centro de Comando, Cómputo, Comunicaciones y Contacto Ciudadano de la CDMX (C5).⁴ Esta fuente de información se integra de incidentes reportados vía telefónica al 911, botones de auxilio, la aplicación móvil de la ciudad, redes sociales, radios de policías y cámaras de seguridad. Más del 81 por ciento de los reportes provienen de llamadas al 911, lo que refleja la participación de la ciudadanía en proveer información al sistema de seguridad. En el periodo de análisis de ambos programas (2014-2020) se contabilizaron 615,118 incidentes en la ciudad.

³ En vialidades que funcionan como carreteras, el efecto puede ser de dos kilómetros antes y después de las cámaras detectoras de velocidad.

⁴ Los registros que recibe el C5 se clasifican en dos grandes grupos: confirmados (reportes afirmativos e informativos) y no confirmados (reportes duplicados, falsos y no confirmados). Para éste y otros análisis, lo correcto es trabajar con incidentes confirmados, de lo contrario, se contaría un mismo hecho más de una vez, o se contabilizarían sucesos que no corresponden a incidentes viales.

Es importante mencionar que, en el periodo de análisis, la información proporcionada por el C5 no permite identificar incidentes viales específicamente de motocicletas, siendo el vehículo con la mayor tasa de crecimiento y con elevados índices de inseguridad en su tránsito (Semovi, 2021). Además, las motos son difícilmente captadas por los dispositivos de fotoinfracciones, debido a sus características y a la tecnología de los dispositivos.

De acuerdo con información de la Secretaría de Seguridad Ciudadana de la CDMX (SSC), en el programa de Fotomultas se intervinieron y evaluaron 99 ubicaciones; mientras que en Fotocívicas fueron 111. La diferencia radica en que la mayoría de los 134 dispositivos con los que cuenta la ciudad se reubicaron en abril de 2019 con el inicio de Fotocívicas, y dependiendo de las características de las vialidades, puede necesitarse más de una cámara por ubicación. En total, entre los dos programas se mantuvieron sin cambios 22 locaciones.

En la primera parte del trabajo, se contaron los incidentes viales ocurridos en las inmediaciones de las cámaras, tanto de Fotomultas como de Fotocívicas, un año antes y un año después de las respectivas fechas de intervención. Con ello se estimó la variación porcentual de los incidentes alrededor de los dispositivos, haciendo la diferencia entre 1) hechos de tránsito generales; 2) hechos de tránsito con víctimas y 3) hechos de tránsito mortales. Los conteos se realizaron desde 50 metros antes y después de la ubicación de los dispositivos, aumentando en bandas de 50 metros de ancho hasta llegar a los 500 metros antes y después, sobre las vialidades en las que se encontraban colocadas. Esto para identificar el efecto de las fotoinfracciones determinado por la distancia (Høye, 2014; Champness *et al.*, 2005).

Una vez que se estimó la efectividad de las fotoinfracciones de manera descriptiva, se empleó un método de evaluación de impacto cuasi experimental, conocido como diferencia en diferencias (DID), para determinar si fue estadísticamente significativo el efecto de los programas en la seguridad vial. El método consiste, básicamente, en comparar mediante una regresión lineal dos grupos en el tiempo, considerando que uno de éstos es intervenido en cierto momento. Un grupo recibe el tratamiento, mientras que el otro es controlado y no es intervenido. La misma aproximación ha sido utilizada anteriormente para evaluar programas similares en otras partes del mundo (González y Prada, 2016; Pilkington y Kinra, 2005).

Este método se empleó de manera individual para Fotocívicas y Fotomultas. Como grupo de tratamiento se consideraron las áreas de influencia de los dispositivos de cada programa (300 metros antes y después sobre las vialidades en donde están ubicados)⁵ y como grupo de control se optó por las áreas aledañas a los cruces de vialidades primarias (ejes viales, avenidas, calzadas y demás) que no contaban con cámaras. Se decidió utilizar los cruces de vías primarias sin dispositivos como el grupo control, debido a que es en este tipo de vialidades donde se colocan las cámaras; sin embargo, existen otras formas de establecer la contraparte con la que se compara el grupo de tratamiento.

Las evaluaciones en el tiempo fueron mensuales. En el caso de las Fotomultas, el periodo de evaluación fue de septiembre de 2014 a agosto de 2017, contemplando que el tratamiento inició a partir de diciembre de 2015. Para Fotocívicas se analizaron los meses de enero de 2018 a diciembre de 2020, considerando que el tratamiento comenzó en abril de 2019. De tal forma que el número de meses considerados antes (15) y después (21) del tratamiento incluyendo el inicio de éste, en ambos programas fue el mismo. En total, se corrieron seis modelos: tres para cada uno de los programas: 1) hechos de tránsito generales; 2) hechos de tránsito con víctimas y 3) hechos de tránsito con occisos.

El modelo parte del supuesto de que, si las áreas con fotoinfracciones no hubieran sido intervenidas, los incidentes viales tendrían el mismo comportamiento que en zonas de la ciudad sin cámaras (tendencias paralelas). El índice del total de hechos de tránsito se definió de la siguiente manera:

$$I(t,p) = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 p + \delta (t * p)$$

⁵ Al realizar el análisis descriptivo, se encontró que, alrededor de esta distancia, las diferencias hipotéticamente asociadas con el efecto de los tratamientos tuvieron menos consistencia. Es posible estimar con más rigor dicho límite, por ejemplo, implementando un análisis de diferencias significativas, que está fuera del alcance del presente.

Donde t es la variable que indica si es una observación con tratamiento (1) o del grupo de control (0), mientras que p es la variable que identifica si la observación se realizó antes de iniciar la intervención (0) o después de ésta (1). El modelo es lineal en los términos t , p y $t*p$ y el coeficiente δ es conocido como estimador de diferencia en diferencias (DID), pues codifica la diferencia en las tendencias de la variable l entre los grupos de tratamiento y control.

Por otro lado, se supone que l es observada como una variable aleatoria, con un ruido intrínseco cuya distribución es aproximadamente normal (ley de los grandes números) para todas las observaciones (independientemente del periodo o grupo). Esto hace posible estimar los coeficientes mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios.⁶ Para las regresiones presentadas, se hizo uso de la paquetería statsmodels en el lenguaje de programación Python.

Resultados

El análisis de los resultados se dividió en dos grandes bloques: primero, se presenta la situación general de los hechos de tránsito en la ciudad, así como en las inmediaciones de Fotomultas y Fotocívicas: el número de incidentes y su evolución en el tiempo. En segundo lugar, se analiza la efectividad estadística en la reducción de hechos de tránsito, víctimas y occisos, contrastando los resultados de cada uno de los programas.

Incidentes viales en las inmediaciones de fotoinfracciones

Como resultados iniciales, se presenta el cuadro 1 para ambos programas de fotoinfracciones, en el que se identifica la magnitud del número de hechos de tránsito alrededor de los dispositivos un año antes y después de su implementación, así como el cambio porcentual anual. Se muestran los incidentes acumulados cada 100 metros⁷ de ambos lados de la vialidad (hasta los 500 metros) y se dividen en tres grupos: hechos de tránsito generales, con víctimas y con personas fallecidas. Si bien las variaciones anuales en las inmediaciones de Fotomultas fueron de -29 por ciento, el resto de la ciudad tuvo una mayor reducción, de -31 por ciento. En cambio, las variaciones alrededor de Fotocívicas fueron de -5 por ciento, pero la ciudad presentó en esos años un aumento de casi 1 por ciento.

A una distancia de 500 metros (sobre la vía) de las Fotomultas ocurrieron 2,756 incidentes con víctimas un año antes de su implementación (diciembre de 2015), representando un 16 por ciento de los hechos suscitados en intersecciones de la red primaria y un 6 por ciento de los hechos ocurridos en la CDMX. En el caso de Fotocívicas (abril de 2019), fueron 4,893 incidentes que significaron un 35 por ciento de los totales de las intersecciones de la red primaria y un 14.4 de los hechos ocurridos en toda la ciudad. Si se habla de accidentes fatales, Fotocívicas planteaba atender un 49 por ciento de los ocurridos en la red primaria y un 20 por ciento de los fallecimientos de toda la ciudad; Fotomultas: 11 y 4.5 por ciento, respectivamente.

Las variaciones (de porcentajes) anuales de los hechos de tránsito que ocurrieron a 100, 200, 300, 400 y 500 metros de los dispositivos fueron prácticamente iguales, sin cambios importantes. Las tasas de cambio de los fallecimientos resultaron más variadas por tratarse de pocos casos; sin embargo, en general conservan el mismo signo, independientemente de la distancia con los dispositivos.

Comparando el periodo de diciembre de 2014-noviembre de 2015 con el de diciembre de 2015-noviembre de 2016, que es cuando ya se había implementado Fotomultas, las inmediaciones del programa experimentaron una disminución promedio del 29 por ciento en los hechos de tránsito generales; del 35 por ciento en incidentes con víctimas, y los hechos fatales se mantuvieron sin cambios, considerando un área de influencia de 500 metros. Las tasas de variación

⁶ Dado que se asume la distribución normal del ruido intrínseco, en este caso coincidiría con la estimación por máxima verosimilitud.

⁷ Como se señaló en la metodología, la unidad de observación durante la primera parte del análisis fue definida para bandas de 50 metros de ancho. Como resumen, se muestran sólo los resultados acumulativos en divisiones cada 100 metros.

Cuadro 1. Hechos de tránsito acumulados anualmente en intervalos de 100 metros de los dispositivos de Fotomultas y Fococívicas

<i>Distancia a los dispositivos (metros)</i>	Fotomultas			Fococívicas		
	<i>dic 14 - nov 15</i>	<i>dic 15 - nov 16</i>	<i>Variación</i>	<i>abr 18 - mar 19</i>	<i>abr 19 - mar 20</i>	<i>Variación</i>
<i>Hechos de tránsito generales (se acumulan cada 100 metros)</i>						
0 - 100 m.	1,920	1,376	-28.3%	2,467	2,378	-3.6%
0 - 200 m.	3,001	2,164	-27.9%	3,603	3,381	-6.2%
0 - 300 m.	4,087	2,931	-28.3%	4,999	4,669	-6.6%
0 - 400 m.	5,127	3,625	-29.3%	6,139	5,791	-5.7%
0 - 500 m.	6,889	4,801	-30.3%	7,736	7,357	-4.9%
Red primaria intersecciones	41,922	28,374	-32.3%	28,496	28,439	0.2%
CDMX	115,084	79,003	-31.3%	75,791	76,390	0.8%
<i>Hechos de tránsito con lesionados (se acumulan cada 100 metros)</i>						
0 - 100 m.	813	523	-35.7%	1,685	1,058	-37.2%
0 - 200 m.	1,254	795	-36.6%	2,351	1,488	-36.7%
0 - 300 m.	1,644	1,064	-35.3%	3,143	1,960	-37.6%
0 - 400 m.	2,067	1,319	-36.2%	3,809	2,414	-36.6%
0 - 500 m.	2,756	1,794	-34.9%	4,893	3,097	-36.7%
Red primaria intersecciones	16,810	10,689	-36.4%	14,143	12,881	-8.9%
CDMX	46,283	29,904	-35.4%	34,018	36,296	6.7%
<i>Hechos de tránsito con personas fallecidas (se acumulan cada 100 metros)</i>						
0 - 100 m.	6	6	0%	29	21	-27.6%
0 - 200 m.	10	7	-30%	33	26	-21.2%
0 - 300 m.	15	15	0%	41	21	-48.8%
0 - 400 m.	16	18	12.5%	49	38	-22.4%
0 - 500 m.	21	21	0%	57	46	-19.3%
Red primaria intersecciones	197	144	-26.9%	117	135	15.4%
CDMX	472	353	-25.2%	291	342	17.5%

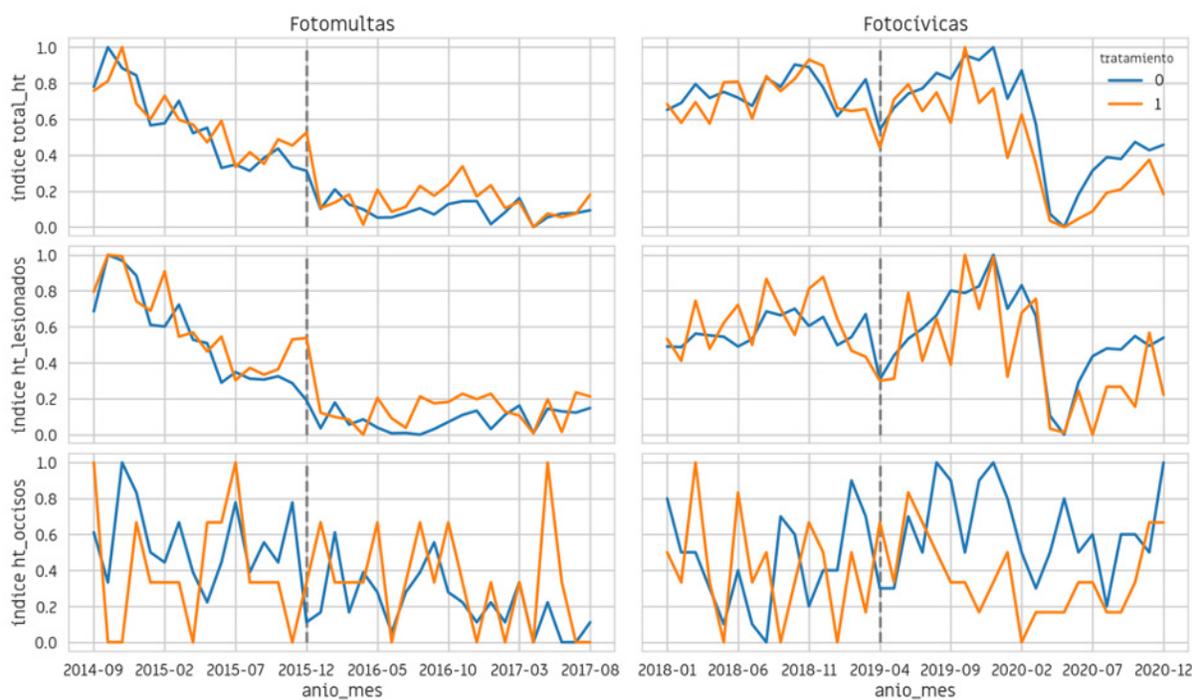
FUENTE: elaboración propia, con datos del C5 de la CDMX.

de las intersecciones de la red primaria y de la ciudad, en general, fueron similares si se habla de hechos totales y con víctimas: alrededor del -31 y -35 por ciento, respectivamente, pero no así los hechos fatales, en la red primaria y la ciudad hubo una reducción de casi 26 puntos porcentuales, frente a la nula disminución alrededor de las cámaras activas desde finales de 2015.

En lo que respecta a Fococívicas, un año después de entrar en operación, bajaron aproximadamente 5 por ciento los incidentes en sus inmediaciones. De manera opuesta, el resto de la ciudad y la red primaria experimentaron leves aumentos menores al 1 por ciento. Las diferencias observadas en los incidentes con lesionados resultaron más marcadas: el cambio en área efectiva de Fococívicas fue del -37 por ciento, en intersecciones primarias del -9 y en la ciudad de casi el 7 por ciento. Finalmente, en los hechos con fallecimientos el programa presentó una variación del -20 por ciento y la red primaria y la ciudad aumentaron un 15 y 17.5 por ciento, respectivamente, sobre todo por incidentes con motociclistas.

Interpretando los resultados desde un enfoque espacial, el efecto de estas medidas sobre los incidentes viales se observa en una vecindad a las cámaras, y no en la ciudad en general. El conductor promedio no espera ser sancionado hasta que cuenta con la información sobre la cercanía del dispositivo para infraccionarlo, que es cuando puede tomar la decisión de modificar sus conductas de conducción o cambiar su ruta para evadirlo (Høye, 2014).

Gráfica 1. Tendencias relativas de los hechos de tránsito en inmediaciones de las ubicaciones de foomultas y fotocívicas



FUENTE: Hechos de tránsito reportados por el C5 de la CDMX (2014-2020).

Estimación estadística de la efectividad de los programas de fotoinfracciones

En la gráfica 1, se observan las tendencias relativas de los distintos tipos de incidentes, comparando las inmediaciones de cada uno de los programas con las de intersecciones de vialidades primaria no intervenidas. Con excepción de los sucesos fatales, en Fotomultas se visualiza un comportamiento similar de ambos grupos desde que inicia el periodo de observación (septiembre de 2014), hasta mayo de 2016 —unos meses después del inicio del programa—. A partir de ese mes, los hechos de tránsito en Fotomultas incrementaron relativamente frente a los de las intersecciones de vías principales. En Fotocívicas, ocurrió algo contrario, mayormente notorio, en incidentes mortales: unos meses después de la intervención (abril de 2019), disminuyeron los hechos frente a las locaciones sin dispositivos. En los siniestros generales y con lesionados, también se advirtió una disminución mayor durante los meses de pandemia (Covid-19).

Cuadro 2. Estimadores de DID

Variable	Fotomultas		Fotocívicas	
	Coefficiente (err. estándar)	Valor p	Coefficiente (err. estándar)	Valor p
<i>Hechos de tránsito generales</i>				
Intersección	0.5717 (0.039)	—	0.7555 (0.060)	—
Tratamiento	0.0190 (0.055)	0.730	-0.0247 (0.085)	0.774
Tiempo	-0.4678 (0.051)	0.000***	-0.1776 (0.079)	0.028**
Tratamiento: tiempo	0.0380 (0.072)	0.599	-0.1172 (0.112)	0.298
<i>Hechos de tránsito con lesionados</i>				
Intersección	0.5585 (0.044)	—	0.5788 (0.058)	—
Tratamiento	0.0516 (0.063)	0.414	0.0457 (0.082)	0.581
Tiempo	-0.4725 (0.058)	0.000***	-0.0307 (0.076)	0.689
Tratamiento: tiempo	0.0194 (0.082)	0.815	-0.1625 (0.108)	0.137°
<i>Hechos de tránsito con personas fallecidas</i>				
Intersección	0.5593 (0.065)	—	0.4400 (0.066)	—
Tratamiento	-0.1593 (0.093)	0.090*	-0.0400 (0.093)	0.670
Tiempo	-0.3397 (0.086)	0.000***	0.1790 (0.087)	0.042**
Tratamiento: tiempo	0.2730 (0.121)	0.028**	-0.2060 (0.122)	0.097*

*** p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1; ° p<0.15⁸

FUENTE: elaboración propia, con datos del C5 de la CDMX.

⁸ En términos técnicos, la hipótesis alternativa que se está evaluando es que el efecto de los tratamientos sea no nulo. Si con los mismos resultados se deseara evaluar la hipótesis de que el efecto del programa Fotocívicas ha sido de reducción, la significancia estadística aumentaría, pues habría que dividir los valores P por mitad (como ejemplo, para incidentes fatales sería significativa a un nivel de confianza del 95 por ciento, con P=0.097/2=0.0485).

De acuerdo con los resultados obtenidos de los modelos de DID, los efectos de las fotomultas sobre los incidentes viales son de tendencia creciente, aunque sólo es estadísticamente significativo el efecto de la intervención en los hechos de tránsito fatales. En otras palabras, no parece que haya tenido un impacto significativo en favor de la seguridad vial, sino al contrario, alrededor de las cámaras, la probabilidad de sufrir un hecho de tránsito fatal aumentó después de la puesta en marcha del programa. Cabe observar también que la tendencia en el tiempo (resultado significativo para los tres tipos de incidentes de tránsito) fue a la baja, empero, según estos resultados, no puede ser asociada con el programa Fotomultas, al menos en el caso de incidentes mortales.

Por parte de Fotocívicas, los estimadores que determinan la efectividad de la intervención son de signo negativo, lo que se esperaría de cualquier medida de seguridad vial. La significancia estadística en el caso de los hechos de tránsito generales no se cumple; mientras que en los incidentes con víctimas se cumple a un nivel de confianza de 85 por ciento y en los fatales es significativo al 90 por ciento. El estimador asociado con la variable tiempo, que describe el comportamiento general antes y después de la intervención, indica una disminución significativa en la probabilidad de verse involucrado en un incidente de tránsito y un aumento significativo en la probabilidad respectiva de los incidentes con fallecimientos. En resumen, el programa no mostró efecto de reducción sobre los hechos de tránsito generales, pero sí lo hizo en los casos de siniestros con personas lesionadas y fallecidas, a pesar de la tendencia al alza de estos últimos.

Discusión

Existen claras diferencias entre los resultados obtenidos en ambos programas de fotoinfracciones. Para Fotomultas, contrario a lo que comúnmente se ha encontrado en la bibliografía (De Ceunynck, 2017), el efecto de las cámaras no contribuyó a reducir los hechos de tránsito; mientras que Fotocívicas mostró un efecto significativo de disminución en hechos de tránsito con lesionados o fallecidos.

Similar a Fotomultas, en otras ciudades se ha observado ineffectividad en programas que buscan controlar la velocidad, debido a que no se consideraron las características del espacio en el diseño de las intervenciones ni la incidentalidad (Edquist *et al.*, 2009; Van Nes *et al.*, 2008; Van Schagen *et al.*, 2004). Es notable que en las áreas donde se instalaron ocurrían únicamente un 6 por ciento de los incidentes de la ciudad y un 4 por ciento de los hechos fatales. En contraste, Fotocívicas resultó tener una cobertura de más del doble de los hechos con víctimas y cinco veces la proporción de fallecimientos.

La evolución del programa Fotomultas a Fotocívicas implicó la reubicación de los dispositivos (Semovi, 2019). Acorde a los resultados y la bibliografía, el impacto positivo de Fotocívicas puede asociarse a que la reubicación se realizó considerando la siniestralidad y dinámica de las vialidades. Por otro lado, los resultados de Fotomultas evidencian que las ubicaciones seleccionadas no eran las óptimas para reducir los hechos de tránsito, al instaurar —como lo menciona la literatura— un límite de velocidad que no concordaba con las condiciones espaciales y de flujo vial, y en donde tampoco existía alta incidencia de hechos de tránsito. El impacto negativo alrededor de Fotomultas se vincularía con la heterogeneidad de flujos viales causados por el límite impuesto, como se ha previsto en otros estudios (Zhang *et al.*, 2019; Vayalamkuzhi y Veeraragavan, 2016; MSP, 2011).

Otro factor que pudo contribuir a que Fotocívicas tuviera mejores resultados es la socialización de las ubicaciones, generando una zona de tránsito más calmado, o bien, permitiendo la evasión de los dispositivos. Bajo la lógica de que las cámaras de velocidad funcionan como reductores de velocidad simbólicos, no físicos (Høye, 2014), es probable que algunos conductores, al conocer las locaciones mediante anuncios o a través de aplicaciones móviles —las cuales son cada vez más utilizadas (Waze, 2020)— opten por disminuir su velocidad, con lo que se originaría una zona de tránsito controlado en el flujo vehicular adyacente. En sintonía con Allsop (2010), también pudo haber ocurrido que, con el anuncio de las cámaras, se hayan ajustado rutas de viaje para evitar fotoinfracciones. De ser el caso, la publicación de la ubicación de los dispositivos, no habría abatido comportamientos de altas velocidades, sino que habría trasladado a los conductores infractores a otros sitios.

El limitado efecto en términos espaciales que tienen las fotoinfracciones (Høye, 2014; Allsop, 2010; Christie *et al.*, 2004) se refleja en los resultados opuestos que tuvieron las intermediaciones de ambos programas frente a las intersecciones

de la red primaria. Por un lado, alrededor de las cámaras de Fotomultas, los hechos de tránsito fatales aumentaron; mientras que en las intersecciones de las vías primarias disminuyeron; por el otro, en las localidades de los dispositivos de Fotocívicas se redujeron los fallecimientos significativamente, sin ser suficiente para verse reflejado en el global de la ciudad.

Debido a las tecnologías y la inminente difusión de los sitios donde se infracciona, desde hace algunos años, los conductores no se perciben observados y la probabilidad de ser sorprendido a exceso de velocidad es menor (Høye, 2014; Christie *et al.*, 2004). Si se piensan las fotoinfracciones como una acción de mayor impacto, se debería ampliar su cobertura espacial y de sanción a todos los tipos de vehículos, como los que no cuentan con placas de la ciudad, siguiendo la misma lógica de que algunos conductores calculan los elementos para no ser sorprendidos y multados (Sadeghi-Bazargani y Saadati, 2016).

Algo que es pertinente observar es la situación derivada de las medidas sanitarias por la pandemia de la Covid-19. Si bien hubo una disminución de la movilidad y de los hechos de tránsito, los incidentes con fallecimientos no se redujeron en la ciudad en general. El que hubiera menos vehículos en las calles derivó en velocidades más altas (Semovi, 2021), lo que provocó que los hechos de tránsito con víctimas no hayan disminuido. Sin embargo, a pesar de las condiciones de la movilidad y el comportamiento de las cifras de seguridad vial en este periodo, se mantuvo la reducción en las inmediateces de Fotocívicas frente al resto de la ciudad.

Conclusiones

Este trabajo aporta a la construcción de una crítica a las políticas públicas de seguridad vial con rigor científico en el contexto latinoamericano. Analizar con base en evidencias permite conocer los alcances de las acciones de gobierno, más allá de la impresión que pueda existir sobre aquéllas, muchas veces sesgada por la falta de información clara al respecto.

Lo que ofrece este estudio es una evaluación comparativa de los sistemas de fotoinfracciones para identificar áreas de oportunidad. La información utilizada se obtuvo del portal de datos abiertos de la CDMX, sin que representara inconvenientes. Entre sus limitantes, los hechos de tránsito no cuentan con detalles sobre las causas de los accidentes, tipos de vehículos involucrados y características de las víctimas, lo cual enriquecería investigaciones en el futuro. Además, se asume que no existen diferencias en los mecanismos de recolección durante los años comprendidos.

El método utilizado se ha aplicado en otras partes del mundo para evaluar políticas públicas, mediante estudios observacionales con diseño experimental-control. Se considera una buena forma de estimar el efecto de intervenciones y tiene la posibilidad de refinarse, relajando algunos supuestos y dando cabida a fenómenos como la autocorrelación o la heterocedasticidad. Este trabajo no aborda la efectividad atribuible específicamente al tipo de sanciones de los programas: cívicas o económicas, para ello es conveniente un análisis mixto (cuantitativo y cualitativo).

De acuerdo con los resultados, Fotomultas parece que no siguió criterios de seguridad vial en su implementación, ni consideró el diseño y dinámica de los lugares óptimos a intervenir. La reubicación de las cámaras de Fotocívicas contribuyó a mejorar el desempeño de las fotoinfracciones en la ciudad, tomando en cuenta que estas medidas tienen un efecto localizado. Si se desea lograr un mayor impacto de las fotoinfracciones, se debe ampliar su cobertura, tanto espacial como de sanción a vehículos, que actualmente no les son efectivas las infracciones (motocicletas y autos con emplacamiento foráneo). El trabajo también muestra la importancia de evaluar acciones de gobierno, con base en evidencia para generar propuestas de mejora y elevar la discusión pública.

Fuentes

- Allsop, R. (2010). *The Effectiveness of Speed Cameras*. Londres: RAC Foundation.
- Beyer, F., y K. Ker (2009). "Street Lighting for Preventing Road Traffic Injuries", *London School of Hygiene and Tropical Medicine*.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2017). *Estrategia de seguridad vial 2016-2020*. Washington, D.C.: BID.
- Burgos, E. y M. Correa (2019). "Diagnóstico de las campañas de educación vial para reducir las muertes y accidentes en el tránsito en Ecuador", *Revista de Ciencias Sociales y Humanísticas*.
- Champness, P., M. Sheehan y L. Folkman (2005). "Time and Distance Halo Effects of an Overtly Deployed Mobile Speed Cameras", *Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference Proceedings*, 1-10.
- Christie, S., R. Lyons, F. Dunstan y S. Jones (2003). "Are Mobile Speed Cameras Effective? A Controlled before and after Study", *Injury Prevention*, vol. 9, núm. 4 (diciembre): 302-306. DOI: <[10.1136/ip.9.4.302](https://doi.org/10.1136/ip.9.4.302)>.
- De Ceunynck, T. (2017). "Installation of Section Control and Speed Cameras", European Road Safety Decision Support System.
- Edquist, J., Rudin-Brown, C., y Lenne, M. (2009). "Road Design Factors and their Interactions with Speed and Speed Limits", Monash University Accident Research Centre.
- European Commission (2013). "Ten Rules of Speed Enforcement", en <https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/speed_enforcement/in_conclusion_ten_rules_of_speed_enforcement_es>.
- Fundación Mapfre (2017). "Medidas para controlar y reducir la velocidad al volante", en <<https://www.seguridadvialenlaempresa.com/seguridad-empresas/actualidad/noticias/medidas-para-controlar-y-reducir-velocidad.jsp>>.
- Gómez Sánchez, J. (2019). *La velocidad como factor de riesgo para la seguridad vial y su tratamiento ante los juzgados de policía local*. Santiago de Chile: Universidad Finis Terrae.
- González, J. y S. Prada (2016). "Cámaras de fotodetección y accidentalidad vial. Evidencia para la ciudad de Cali", *Revista Desarrollo y Sociedad*, núm. 77 (Bogotá: julio-diciembre), en <<https://doi.org/10.13043/DYS.77.4>>.
- Graham, D., C. Naik, E. McCoy y H. Lie (2019). "Do Speed Cameras Reduce Road Traffic Collisions?", *PLoS One*.
- Grundy, C., R. Steinbach, P. Edwards, J. Green, B. Armstrong y P. Wilkinson (2009). "Effect of 20 mph Traffic Speed Zones on Road Injuries in London, 1986-2006: Controlled Interrupted Time Series Analysis", *BMJ*, núm. 339. DOI: <<https://doi.org/10.1136/bmj.b4469>>.
- Heredia Cali, J. (2015). *Implementación de un sistema de detección y notificación*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

- Hernández Armenta, Mauricio (2020). "Waze cuenta con más de dos millones de usuarios en la CDMX", *Forbes México*, 10 de febrero, en <<https://www.forbes.com.mx/waze-ya-cuenta-con-mas-de-2-millones-de-usuarios-en-la-cdmx/>>.
- Hirst, W., L. Mountain y M. Maher (2005). "Are Speed Enforcement Cameras More Effective than other Speed Management Measures? An Evaluation of the Relationship between Speed and Accident Reductions", *Accid Anal Prev*, vol. 37, núm. 4: 731-741.
- Høye, A. (2014). "Speed Cameras, Section Control, and Kangaroo Jumps-A Meta-Analysis", *Accid Anal Prev*. DOI: <[0.1016/j.aap.2014.09.001](https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.09.001)>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2019). *Características de las defunciones registradas*. CDMX: INEGI.
- Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) (2017). *México, séptimo lugar mundial en siniestros viales*. CDMX, México: INSP.
- Job, S., D. Cliff, J. Fleiter, M. Flieger y B. Harman (2020). *Guide for Determining Readiness for Speed Cameras and other Automated Enforcement*. Ginebra: Global Road Safety Facility and the Global Road Safety Partnership.
- Lin, M.-R. y J. Kraus (2009). "A Review of Risk Factors and Patterns of Motorcycle Injuries", *Accident Analysis & Prevention*, núm. 41: 710-722.
- Lowe, D. (2006). *The Transport Manager's and Operator's*. Londres: Kogan Page.
- Michigan State Police (MSP) (2011). *Setting Realistic Speed Limits*. Michigan: MSP/Hubbell, Roth and Clark.
- Novoa, A., K. Pérez, E. Santamariña-Rubio, M. Marí-Dell'Olmo, J. Ferrando, R. Peiró y C. Borrell (2010). "Impact of the Penalty Points System on Road Traffic Injuries in Spain: A Time-Series Study", *American Journal of Public Health*, vol. 11: 2220-2227.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2017). *Control de la velocidad*. Villars-sous-Yens: OMS.
- Pilkington, P. y S. Kinra (2005). "Effectiveness of Speed Cameras in Preventing Road Traffic Collisions and Related Casualties: Systematic Review", *British Medical Journal*: 331-334.
- Programa Integral de Seguridad Vial de la Ciudad de México (Pisvi) (2020). *Programa Integral de Seguridad Vial de la Ciudad de México*. CDMX: Semovi.
- Programa de Infraestructura del Transporte (Pitra) (2017). *Estudio del impacto del radar pedagógico como medida de seguridad vial de tráfico calmado para disminución de la velocidad en vías urbanas*. San José: Pitra, Universidad de Costa Rica.
- Porchia, B., A. Baldasseroni, C. Dellisanti, C. Lorini y C. Bonaccorsi (2014). "Effectiveness of Two Interventions in Preventing Traffic Accidents: A Systematic Review", *Annali di igiene: medicina preventiva e di comunità*, núm. 26: 63-75. DOI: <[10.7416/ai.2014.1959](https://doi.org/10.7416/ai.2014.1959)>.
- Rairán, S., Ó. Fonseca y D. Rodríguez (2016). *Efectividad de las cámaras de fotodetección en el tramo Tocancipá-Gachancipá*. Cartagena de Indias: Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.

- Sadeghi-Bazargani, H., y M. Saadati (2016). "Speed Management Strategies; A Systematic Review", *Bull Emerg Trauma*, vol. 4, núm. 3: 126-133.
- Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México (Semovi) (2021). *Reportes trimestrales de hechos de tránsito*. CDMX: Semovi.
- Secretaría de Seguridad Ciudadana de la Ciudad de México (ssc) (2018). *Infracciones 2018*. CDMX: Dirección General de Aplicación de Normatividad de Tránsito, ssc.
- Van Nes, N., I. Van Schagen y M. Houtenbos (2008). "Improving Speed Behaviour: The Potential of In-Car Speed Assistance and Speed Limit Credibility", *Intelligent Transport Systems*, (IET), vol. 2, núm. 4: 323-330.
- Van Schagen, I., F. Wegman y R. Roszbach (2004). *Safe and Credible Speed Limits: A Strategical Exploration*. The Netherlands: SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- Vayalamkuzhi, P. y A. Veeraragavan (2016). "Influence of Geometric Design Characteristics on Safety under Heterogeneous Traffic Flow", *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, núm. 3: 559-570.
- Wilson, C., C. Willis, J. Hendrikz y N. Bellamy (2006). "Speed Enforcement Detection Devices for Preventing Road Traffic Injuries", *Cochrane Database of Systematic Reviews*: 1-49.
- Zhang, J., Y. Wanga y L. Guangquan (2019). "Impact of Heterogeneity Of Car-Following Behavior On Rear-End Crash Risk", *Accident Analysis & Prevention*, núm. 125: 275-289.