

EL PROGRAMA DE VERIFICACIÓN VEHICULAR DE GUANAJUATO. UNA APROXIMACIÓN A LA MEDICIÓN DE LOS CAMBIOS EN LA POLÍTICA

*Vehicle Verification Program in Guanajuato.
An approximation to the measurement of policy changes*

Ma. Ofelia Camacho García

Resumen

La contaminación proveniente de vehículos posee importantes efectos respiratorios y cardiovasculares en la población, sobre todo, en niños, personas con padecimientos crónicos y adultos mayores. El monóxido de carbono (CO) es el contaminante con mayor volumen de emisión proveniente de los escapes de los automóviles. Esto ha motivado que los gobiernos locales implementen programas de verificación vehicular, como una medida preventiva y correctiva para disminuir las emisiones contaminantes. La presente investigación examina la concentración promedio mensual de CO en cinco ciudades de Guanajuato: Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao, en el periodo 1996-2016. Aun cuando este estudio no examina la relación de causalidad entre la implementación del Programa Estatal de Verificación Vehicular (PEVV) y las concentraciones de CO, busca ser una aproximación para observar si los niveles del contaminante han disminuido cada año como resultado de las adecuaciones que se realizan al PEVV. Se estiman 6 pruebas *t* para muestras relacionadas para cada ciudad en estudio. Los resultados no indican una tendencia clara a lo largo del tiempo, en las reducciones, o incremento, de las concentraciones promedio de CO.

Palabras clave: verificación vehicular, contaminación atmosférica, política pública.

Abstract

Air pollution from vehicles has significant respiratory and cardiovascular effects in the population, especially in children, people with chronic diseases and elders. Carbon monoxide (CO) is the pollutant with the highest volume of emissions from car exhaust. This has motivated local government to implement vehicle verification programs, as a preventive and corrective measure to reduce pollution. The present research examines the average monthly concentration of CO in five cities from Guanajuato: Celaya, Irapuato, León, Salamanca, and Silao, in the period 1996-2016. Even though this study does not examine the causality relationship between the implementation of the State Program of Vehicle Verification (PEVV), and CO concentrations, it seeks to approximate to observe if the levels of CO have decreased each year, because of the adjustments made to the PEVV. Six paired *t*-test were performed for each city under study. The results do not indicate a clear trend, over time, in the reductions, or increase, of the average CO concentrations.

Keywords: vehicle verification, atmospheric pollution, public policy.

Fecha de recepción: 20 de septiembre de 2017

Fecha de aceptación: 11 de noviembre de 2017

INTRODUCCIÓN

La contaminación originada por automóviles es un tema ampliamente estudiado, sobre todo, por los efectos que conlleva a la salud de la población (ver los estudios de Currie *et al.*, 2009; Chakraborty, 2009; García-Ubaque, García-Ubaque y Vaca-Bohórquez, 2011; Godish, Davis y Fu, 2015; Molina, 2002; Palomba, 1979; Parry, Walls y Harrington, 2007; Pascal *et al.*, 2013; Romero-Lankao, Qin y Borbor-Cordova, 2013; entre otros). Los vehículos de gasolina emiten monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC) y compuestos orgánicos volátiles (COV). Estos contaminantes se vinculan, también, con la generación de otros; por ejemplo, el NO_x e HC, a través de una reacción fotoquímica, producen ozono (O₃) y partículas menores a 2.5 micras (PM_{2.5}) (Parry, Walls y Harrington, 2007:374). Asimismo, la contaminación atmosférica producida por los automóviles no sólo proviene de las emisiones que realizan; también contribuyen a la presencia de partículas menores a 10 micras (PM₁₀), el cual se atribuye al levantamiento de polvo por el tránsito vehicular.

Las concentraciones más altas de emisiones contaminantes provenientes de vehículos se presentan en las horas de mayor congestión en las vías principales de las ciudades. Estudios epidemiológicos han asociado la contaminación del aire en horas de mayor congestión con enfermedades respiratorias como asma, neumonía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), y, recientemente, alergias (Guarnieri y Balmes, 2014; Laumbach y Kipen, 2012).¹

Así, en la medida en que la contaminación atmosférica afecta la salud de la población, esto se traduce en mayores costos económicos para la población y los gobiernos. En un estudio de la OCDE (2014), se calculó que el costo de las defunciones y enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica fue de 1.7 billones de dólares en 2010; el 50 por ciento de este costo fue contribución de los vehículos. Estos costos se reflejan en ingresos hospitalarios, ausencias laborales y escolares, lo que conlleva a una reducción en la productividad laboral y rendimiento escolar. Asimismo, los costos de la contaminación atmosférica también se reflejan en una disminución de la productividad agrícola (OCDE, 2016). Por lo tanto, ante los problemas vinculados con la mala calidad del aire, la OCDE (2014) ha formulado diversas recomendaciones a los países para reducir las emisiones vehiculares; por ejemplo, eliminar incentivos a la compra de vehículos de diésel; mantener e incrementar la rigidez de los estándares vehiculares de particulares; promover el uso del transporte público, entre otros.

La regulación que refiere a los vehículos ha mostrado efectividad en el control de la contaminación atmosférica. Al respecto, el estudio de Smith, Axon y Darton (2013)

¹ Los estudios que analizan la contaminación atmosférica y sus efectos en la salud se han documentado a partir de tres métodos (Palomba, 1979:68): *a*) estudios estadísticos de enfermedades previas y la muerte correlacionadas con ubicaciones geográficas y fuentes de contaminación del aire, así como otros factores vinculados a ésta; *b*) estudios epidemiológicos de muerte y enfermedades, sobre todo respiratorias, relacionadas con variaciones en la concentración de contaminantes; y, *c*) estudios de laboratorio con animales expuestos a varios contaminantes atmosféricos, o la combinación de ellos, para observar su respuesta.

analiza los efectos en la salud de las emisiones producidas por vehículos en el Reino Unido, entre 1995 y 2005. Entre los hallazgos de esta investigación, se encontró que el incremento en la rigidez de la regulación redujo, en aproximadamente 25 por ciento, las muertes vinculadas con la emisión contaminante de vehículos.

Las ciudades, en un esfuerzo por controlar y disminuir la concentración de contaminantes asociados a vehículos, implementan y operan diversos programas para, con ello, reducir los efectos nocivos en la salud de la población. Por ejemplo, en la ciudad de Dongguan, en la provincia de Guangdong, China, se implementó un programa para comprar y retirar de la circulación vehículos con tecnología obsoleta para el control de emisiones (Crane y Mao, 2015). En ciudades de América Latina, la implementación de programas vehiculares se ha dirigido a prohibir su circulación, como son el programa Pico y Placa, en Bogotá, Colombia y Restricción Vehicular, en Santiago, Chile (Davis, 2009).

En México, uno de los programas pioneros en el país para controlar las emisiones vehiculares es el Hoy no Circula (HNC), implementado en la Ciudad de México desde 1986. El HNC prohíbe la circulación de automóviles un día a la semana y hasta dos sábados al mes, dependiendo del último dígito de la placa y la antigüedad del modelo. Sin embargo, los resultados de la implementación del HNC muestran que la contaminación del aire se agravó aún más. Davis (2009), en su estudio sobre los efectos del HNC, encontró que la restricción para circular motivó la compra de vehículos de altas emisiones, lo cual, por un lado, incrementó los congestionamientos viales y, por otro, aumentó la contaminación atmosférica.

De acuerdo a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), del total de contaminación atmosférica producida por actividades antropogénicas, el 61.0 por ciento corresponde a la emisión de fuentes móviles carreteras;² seguidas por las fuentes de área, con el 9 por ciento;³ las fuentes fijas, con el 7 por ciento;⁴ y las fuentes móviles no carreteras⁵ (Semarnat, 2013:194). Por lo tanto, las ciudades que conforman zonas metropolitanas, en las cuales se registra mayor cantidad de vehículos en circulación, son las más afectadas por las emisiones de fuentes móviles carreteras.

En Guanajuato, de todos los contaminantes que se vinculan con fuentes móviles, —PM_{2.5}, PM₁₀, NO_x, SO₂, y CO—, los emitidos por vehículos conforman el 62.1

² Las fuentes móviles carreteras incluyen autos particulares, camionetas *pick-up*, vehículos privados y comerciales, autobuses de transporte urbano, tractocamiones, taxis, camionetas de transporte público de pasajeros y motocicletas (Semarnat, 2013:194).

³ Entre algunas de las fuentes de área están: combustión agrícola, artes gráficas, asfaltado, lavado en seco, pintado automotriz, pintura para señalización vial, recubrimiento de superficies, uso doméstico de solventes, limpieza de superficies industriales, entre otras (Semarnat, 2013:194).

⁴ Entre algunas de las fuentes fijas están: industria del petróleo y petroquímica, química, producción de pinturas y esmaltes, metalúrgica y siderúrgica, automotriz, celulosa y papel, cemento y cal, asbesto, alimentos y bebidas, textil, madera, generación de energía eléctrica, entre otras (Semarnat, 2013:194).

⁵ Las fuentes móviles no carreteras son: aviación, equipo básico en aeropuertos, embarcaciones marinas, locomotoras de arrastre, locomotras de patio, maquinaria de uso agropecuario y para construcción (Semarnat, 2013:194).

por ciento de NO_x⁶ y el 92.1 por ciento de CO (IEE, 2012a).⁷ De estos contaminantes, el CO contribuye con el 67.3 por ciento del total (IEE, 2011).⁸ La presente investigación se enfoca a analizar la concentración promedio anual de CO en cinco ciudades de Guanajuato: Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao, para el periodo de 2006 a 2016. Las cinco ciudades constituyen el corredor industrial, un polo de desarrollo donde se realizan las actividades productivas de mayor impacto en el estado. Los cinco municipios en conjunto participan con más del 50 por ciento de los vehículos registrados en circulación en la entidad. Por ello, para disminuir los impactos de las emisiones vehiculares, en 1996, se implementó el Programa Estatal de Verificación Vehicular (PEVV). El PEVV se actualiza cada año y se acompaña de diversas medidas para mejorar su efectividad en la obligatoriedad de verificar. Asimismo, a partir de 2016, el PEVV tuvo una última actualización que conllevó la aplicación de pruebas más estrictas para reducir las emisiones de los vehículos.

El CO contribuye, de manera diferenciada, en el grado de contaminación atmosférica en cada ciudad en análisis. En Irapuato, el CO ocupó el primer lugar; en Salamanca, el segundo lugar; en Celaya, el tercer lugar; en León, el cuarto lugar; y, en Silao, el quinto lugar (IEE, 2012a).

Para observar los cambios en la concentración del CO en las cinco ciudades, se emplea una prueba *t* de medias comparadas para muestras relacionadas. Para cada ciudad se estimaron seis pruebas, salvo en Silao, donde se aplicaron cinco. El objetivo de estas estimaciones es observar si las concentraciones promedio de CO han disminuido en el periodo de 10 años, lo cual pudiera vincularse con las modificaciones al PEVV. Aun cuando la investigación no establece una relación de causalidad en términos estadísticos entre la operación del PEVV y la concentración de CO, abre nuevas líneas de estudio para analizar y evaluar la efectividad del programa.

La investigación se organiza en cuatro secciones. En la primera parte se examinan los riesgos y costos de los vehículos. En la segunda sección, se examinan los antecedentes del PEVV. En la tercera parte, se examina la contaminación del aire en las ciudades en estudio y se presentan los resultados estadísticos de las pruebas *t* para muestras relacionadas. Y, finalmente, se presentan las conclusiones.

VEHÍCULOS: SUS RIESGOS Y COSTOS

¿Por qué estudiar los efectos atmosféricos de los vehículos? La contaminación proveniente de CO se vincula estrechamente con padecimientos respiratorios y cardiovascu-

⁶ Las fuentes naturales contribuyen con el 28.9 por ciento a la emisión de NO_x; las fuentes fijas, con el 8.5 por ciento; y, las fuentes de área con el 1.4 por ciento.

⁷ Las fuentes naturales contribuyen con el 4.5 por ciento a la emisión de CO y, las fuentes de área con el 3.4 por ciento (IEE, 2012a).

⁸ La concentración del CO se mide con el promedio móvil de 8 horas; su unidad de medida es en partes por millón (ppm).

lares.⁹ Aun cuando la contaminación del aire proveniente de automóviles afecta la salud de toda la población, los niños, los adultos mayores y las personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares son más susceptibles y vulnerables a enfrentar episodios y padecimientos crónicos, como el asma y EPOC. Al respecto, el estudio de Gasana *et al.* (2012) reveló que la exposición a NO₂, NO_x y CO, se asocia de manera directa con una mayor prevalencia de asma infantil, así como a dificultades respiratorias; por lo tanto, los niños que viven en zonas residenciales y/o acuden a escuelas cercanas a zonas de mayor congestión vial están más expuestos a estas enfermedades respiratorias. En un estudio que analiza las ausencias de niños en los 39 distritos escolares más grandes de Texas, se encontró que los altos niveles de CO, aun debajo de los estándares federales de Estados Unidos, incrementan las ausencias escolares, de manera significativa; mientras que las reducciones en los niveles de CO, entre 1986 y 2001, disminuyeron las ausencias en 0.8 puntos porcentuales (Currie *et al.*, 2009:682-683). El estudio de Zhang y Batterman (2013) encontró que los riesgos a la salud asociados a congestión vial son potencialmente significativos; así, en horas de mayor congestión vial en las ciudades, se incrementan los riesgos de morbilidad y mortalidad para los conductores, los peatones, y las zonas residenciales y de trabajo ubicadas en la cercanía de vías principales (Zhang y Batterman, 2013; Zhang, Batterman y Dion, 2011).

También, los riesgos asociados con la emisión vehicular se han estudiado desde una perspectiva de justicia ambiental; esto es, la población que padece más los efectos de la contaminación es la menos responsable de su generación (Chakraborty, 2009:676). Chakraborty (2009:676), quien analiza si los riesgos a la salud asociados con las emisiones de automóviles —como son cáncer y enfermedades respiratorias— en el Área Estadística Metropolitana de Tampa Bay, Florida; encontró que los distritos de alta densidad poblacional y menores tasas de propiedad de vivienda y vehículos, son más propensos a enfrentar riesgos de cáncer y enfermedades respiratorias cuyo origen es la emisión de fuentes móviles.

Los costos económicos de la contaminación emitida por vehículos también se vinculan al gasto —uno de los más elevados— que hacen los gobiernos para la construcción y mantenimiento de la infraestructura carretera y vial para la circulación de los automóviles; otros efectos colaterales asociados a la circulación de vehículos es la muerte en accidentes de tránsito; la congestión vial y la pérdida de horas al año invertidos en ellos; la contribución que las emisiones vehiculares realizan a los gases de efecto invernadero y la contaminación atmosférica en las ciudades (Parry, Walls y Harrington, 2007:373).

El CO emitido por los automóviles es un contaminante que también genera la presencia de otros, con efectos en la salud y el ambiente. Cerca del 90 por ciento del CO en el aire se convierte en bióxido de carbono (CO₂) —el cual es un gas de efecto inver-

⁹ El CO es un gas sin color ni olor, no irritante y muy tóxico. Se produce por la ignición incompleta de combustibles (carbón, gasolina, aceite) y descomposición de materia orgánica. El CO se adhiere a la hemoglobina y disminuye la capacidad de las células rojas para llevar oxígeno, por lo que se presentan enfermedades respiratorias y cardiovasculares, así como dolor de cabeza y mareos (Cunningham y Cunningham, 2015).

nado (GEI)— por reacciones fotoquímicas que producen ozono (O_3) (Cunningham y Cunningham, 2015). El O_3 es un potente oxidante que daña la vegetación, materiales de edificios y tejidos sensibles (ojos y pulmones, por ejemplo); asimismo, los HC contribuyen a la acumulación de O_3 al combinar NO_x para formar nuevos compuestos (Cunningham y Cunningham, 2015). También, el polvo que levantan los automóviles al transitar genera la presencia de $PM_{2.5}$ y PM_{10} , ambos contaminantes vinculados estrechamente con altas tasas de defunciones ocasionadas por afecciones cardíacas y pulmonares (Dockery *et al.*, 1993);¹⁰ las $PM_{2.5}$, en particular son las más peligrosas para la salud, por su facilidad para ingresar en el sistema respiratorio. Este material particulado se compone también por metales y otros contaminantes peligrosos, lo cual ocasiona la inflamación de los pulmones ocasionando asma, bronquitis, cáncer de pulmón, desarrollo anormal del feto, entre otros (Cunningham y Cunningham, 2015).

La contaminación de los vehículos es especialmente sensible a cambios en el ingreso de los países (Dietz y Rosa, 1997). La contaminación tiende a incrementarse con el ingreso, por el aumento en producción y consumo; esto a su vez mejora el poder adquisitivo de la población y promueve la compra de vehículos. Sin embargo, en los altos niveles de ingreso, la contaminación se reduce por la inversión en tecnología más limpia y la capacidad de compra de los consumidores para adquirir vehículos híbridos, con menores impactos al ambiente.

Por lo tanto, la contaminación atmosférica, en particular la emitida por vehículos, se asocia de manera directa con el desarrollo socioeconómico de las ciudades. Asimismo, el crecimiento de las ciudades y su conexión con otras urbes, que potencialmente conforman zonas metropolitanas, son las más afectadas por la contaminación del aire.

Las políticas de movilidad para el tránsito de vehículos poseen diversas vertientes como son el diseño, construcción, ampliación y mantenimiento de las vías para circular; diseño de estándares de seguridad en los vehículos; creación de estándares sobre la calidad del combustible, su mejora, así como el establecimiento de impuestos a éste; ampliación y mejora del transporte público, así como la promoción de otros medios de transporte (como es el uso de bicicletas). Las ciudades se han enfocado al establecimiento de programas vehiculares para disminuir la emisión de contaminantes, como el restringir su uso en determinados días a la semana, obligar la afinación de los automóviles, así como la verificación; restringir el uso del automóvil en las zonas con mayor densidad poblacional; crear carriles confinados a la circulación de varios pasajeros en un mismo automóvil; establecer cuotas para la circulación de los automóviles en zonas de mayor congestión vial y/o en determinadas horas de mayor afluencia vehicular; entre otros programas.

ANTECEDENTES DEL PEVV EN GUANAJUATO

En el país existen 8 programas municipales y 15 estatales de verificación vehicular. El objetivo principal de un programa de verificación es promover el mantenimiento pre-

¹⁰El número indica el diámetro de la partícula en micras (μ) (1 cm = 10 mil micras).

ventivo y correctivo de los vehículos en circulación para aminorar los impactos al ambiente producidos por las emisiones de los escapes. El marco normativo donde se suscribe la operación de los programas de verificación tiene como fundamento la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, a través del Reglamento de la citada ley en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, el cual faculta y distribuye la competencia a los estados y municipios para implementarlos.

El PEVVG en la entidad tiene sus antecedentes en los esfuerzos individuales de los municipios del estado, que implementaron, de manera obligatoria, sus propios programas de verificación vehicular. Por mencionar algunos casos, el municipio de Irapuato implementó su programa de verificación en agosto de 1991; el municipio de León, en junio de 1991; el municipio de Salamanca, en junio de 1992; el municipio de Jaral, en noviembre de 1993; el municipio de Jerécuaro, en abril de 1994. Destaca que los reglamentos administrativos de verificación vehicular en cada municipio establecían multas diferenciadas por incumplir con la regulación.

En 1996, se creó el Programa Estatal de Verificación Vehicular (PEVV) para Guanajuato. A partir de entonces, se hicieron diversas modificaciones a la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato y al reglamento de la citada ley en materia de verificación vehicular.

En el año 2002, el ejecutivo estatal presentó ante el congreso de la entidad una iniciativa de reforma a la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato, para fortalecer las disposiciones en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

La iniciativa de reforma se materializó el 12 de noviembre de 2004, mediante el decreto 99, publicado en el periódico oficial del estado de Guanajuato, en la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato, que reformó el capítulo primero del título cuarto, para modificar su denominación y quedar “Del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes”, se adicionó un capítulo segundo denominado “De la Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera”, que se integró por tres secciones: “Sección primera, De la Regulación de las Emisiones a la Atmósfera”, “Sección Segunda, De la Emisión de Contaminantes generados por Fuentes Fijas”, y “Sección Tercera, De la Emisión de Contaminantes generados por Fuentes Móviles”. En este decreto, en el capítulo segundo “De la Prevención y control de la contaminación de la atmósfera”, sección primera “De la Regulación de las emisiones a la atmósfera”, el artículo 111 refiere a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera generada por fuentes fijas y móviles de competencia estatal. La fracción III indica el establecimiento de sistemas y programas de verificación de emisiones de automóviles en circulación que no sean de autotransporte federal.

La disposición anterior se materializó el 24 de mayo de 2005, al publicarse, en el periódico oficial del estado de Guanajuato, el decreto gubernativo número 224 mediante el cual se expidió el Reglamento de la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, que entró en vigor el 28 de mayo de ese mismo año. En el Título

tercero, “Emisión de contaminantes a la atmósfera generada por fuentes móviles”, el Capítulo primero, “De la verificación vehicular”, el artículo 37 señala que los límites de emisión de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes móviles se sujetarán a las normas aplicables y lo dispuesto por el Programa Estatal de Verificación Vehicular.

En mayo 1 de 2009, mediante el decreto gubernativo número 105, se publicó, en el periódico oficial del estado de Guanajuato, el Reglamento de la Ley para la Protección y Prevención del Ambiente del Estado de Guanajuato para Prevenir y Controlar la Contaminación Producida por Fuentes Móviles, el cual derogó el título tercero del Reglamento de la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, publicado el 24 de mayo de 2005.

Sin embargo, el 28 de diciembre de 2009, mediante el decreto gubernativo número 131, se expidió el Reglamento de la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato en materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera, el cual abrogó el Reglamento expedido el 1 de mayo de 2009. La publicación de este nuevo Reglamento se enfocó al capítulo segundo relativo a la Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, en específico a la sección segunda “De la Emisión de Contaminantes generados por Fuentes Fijas”. El Reglamento publicado el 28 diciembre de 2009, en el periódico oficial del gobierno del estado de Guanajuato, número 207 tercera parte, abrogó el reglamento para prevenir y controlar la contaminación producida por fuentes móviles; para, eventualmente, expedir una nueva normativa que actualizara las instituciones encargadas de su operación. Así, el 28 de diciembre de 2009, se publicó en el periódico oficial del gobierno del estado de Guanajuato, número 207 primera parte, el Programa Estatal de Verificación Vehicular 2010, el cual mantuvo su vigencia de enero 1 al 31 de diciembre, de ese año. Esto es, aun cuando el reglamento se abrogó, el programa mantuvo su vigencia.

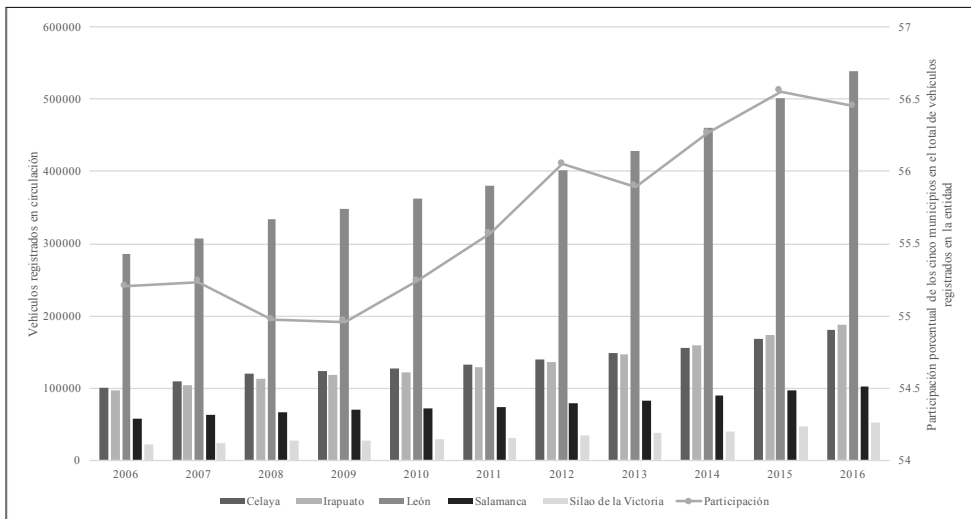
El 8 de febrero de 2000, se publicó en el periódico oficial del gobierno del estado de Guanajuato la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato, mediante el decreto número 229; con la última reforma publicada el 29 de diciembre de 2015. En esta Ley, en el capítulo segundo, De la Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, la sección tercera, De la Emisión de Contaminantes Generados por Fuentes Móviles, se le confiere al IEE, artículo 118 fracciones I a IV, la atribución de regular el establecimiento y operación de sistemas y programas de verificación; autorizar el establecimiento de centros de verificación en la entidad; y, expedir anualmente el PEVV. Este capítulo en la ley se adicionó el 12 de noviembre de 2004, al igual que la sección tercera.

El 30 de octubre de 2015, mediante el decreto gubernativo número 131, se publicó el Reglamento de la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato en materia de Verificación Vehicular, con el cual se formalizó la creación del Sistema Estatal de Verificación Vehicular, en la sección tercera. La sección cuarta del Reglamento, Programa Estatal, en el artículo 16, refiere al PEVV, como un instrumento normativo de carácter obligatorio en la entidad, el cual se expide de manera anual, por

el IEE. En este sentido, el IEE, en el capítulo V, Mecanismos de Fortalecimiento de la Verificación Vehicular, en la sección única, Instrumentos Económicos, Difusión y Participación Social, señala que es competencia del Instituto la elaboración de estrategias de difusión con los cuales se concientice a la población y se promueva la participación social para el cumplimiento de la verificación vehicular. Este Reglamento se caracteriza por favorecer la aplicación del programa a través de la coordinación de autoridades estatales y municipales: el IEE, la Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial del estado de Guanajuato; la autoridad estatal en materia de tránsito; y, los ayuntamientos. Sin embargo, la gestión, administración, supervisión y regulación del programa recae, principalmente, en el IEE (artículo 6, fracciones I a XXIV). Y, en los municipios recae, sobre todo, la implementación de operativos para obligar la verificación; asimismo, hasta antes de 2009, los municipios poseían la atribución de establecer el monto de las multas por no realizar la verificación; actualmente el costo está homologado en la entidad.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN CINCO CIUDADES DE GUANAJUATO

En contraste con otros municipios del estado de Guanajuato, Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao son los más dinámicos en términos económicos y presentan las tasas de crecimiento demográfico más elevadas, al pertenecer al corredor industrial. Esto, a su vez, promueve el incremento anual de vehículos en circulación. En la entidad, los cinco municipios en conjunto representan el 55.0 por ciento del total de automóviles registrados en circulación en el estado (Gráfica 1).



GRÁFICA I. VEHÍCULOS REGISTRADOS EN CIRCULACIÓN EN CINCO MUNICIPIOS DE GUANAJUATO

Fuente: Elaboración propia con base en el Simbad (s/f).

Aun cuando en la entidad diversos municipios diseñaron sus propios programas de verificación desde principios de la década de 1990, cada año se promueven programas de concientización para realizar la verificación¹¹ y existen diversos operativos en las ciudades donde participan las autoridades municipales y la policía estatal de caminos, con el objetivo de incrementar las verificaciones anuales. Sin embargo, los resultados de estos esfuerzos aún son insuficientes.

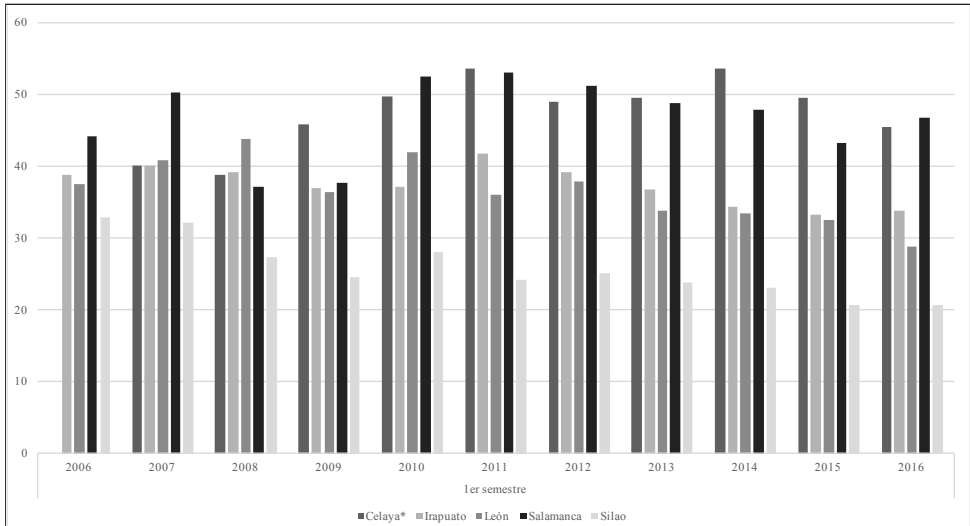
En el primer semestre del periodo 2006-2016, la participación porcentual más baja en la relación de vehículos verificados entre el total de los registrados en circulación la obtuvo Silao, con 20.7 por ciento, en los años 2015 y 2016; seguido por León, con 28.7 por ciento, en 2016; Irapuato, con 33.2 por ciento, en 2015; Salamanca, con 37.1 por ciento, en 2008; y, Celaya, con 38.7 por ciento, en 2008 (Gráfica 2). En el segundo semestre, esta relación tuvo ligeras modificaciones (Gráfica 3). Nuevamente, Silao obtuvo la participación porcentual más baja, con 21.6 por ciento, en 2016; seguido por Irapuato, con 31.1 por ciento, en 2006; León, con 31.9 por ciento, en 2016; Salamanca, con 35.8 por ciento, en 2006; y, Celaya, con 48.3 por ciento, en 2009.

En el primer semestre del periodo 2006-2016, la participación porcentual más alta en la relación de vehículos verificados entre el total de los registrados en circulación, la obtuvo Celaya, con 53.6 por ciento, en 2014; seguido por Salamanca, con 53.1 por ciento, en 2011; León, con 43.7 por ciento, en 2008; Irapuato, con 41.7 por ciento, en 2011; y, Silao, con 32.8 por ciento, en 2006 (Gráfica 2). En el segundo semestre, Salamanca obtuvo la participación más alta, con 57.7 por ciento, en 2010; seguida por Celaya, con 56.6 por ciento, en 2014; León, con 45.8 por ciento, en 2012; Irapuato, con 43.8 por ciento, en 2010; y, Silao, con 33.4 por ciento, en 2007 (Gráfica 3).

En el primer semestre del periodo 2006-2016, la participación porcentual promedio de vehículos que verificaron del total registrados en circulación, Celaya obtuvo la puntuación más alta con 47.5; seguida de Salamanca, con 46.6; Irapuato, con 37.3; León, con 36.6 y Silao, con 25.7. En el segundo semestre, esta relación se mantiene casi igual, Celaya, con 51.8; Salamanca, con 49.0; León, con 38.5; Irapuato, con 38.1, y Silao, con 27.4.

Esta tasa de verificación se puede atribuir a la falta de voluntad de los poseedores de vehículos y el bajo costo de las multas por no realizar la verificación, entre otros motivos. Sin embargo, el número de centros de verificación instalados en los municipios también puede contribuir a las bajas de tasas de verificación, como en el caso de Silao, donde hasta 2016 sólo existían cuatro centros de verificación para atender 51,823 vehículos registrados en circulación en ese año (Gráfica 4). Aunque no es una explicación contundente, en el caso de León, donde hasta 2016 había sesenta centros de verificación, la tasa de verificación, en ese año, fue la segunda más baja, 28.7 por ciento, en el primer semestre, sólo debajo de Silao, que obtuvo 20.7 por ciento; y 31.9 por ciento,

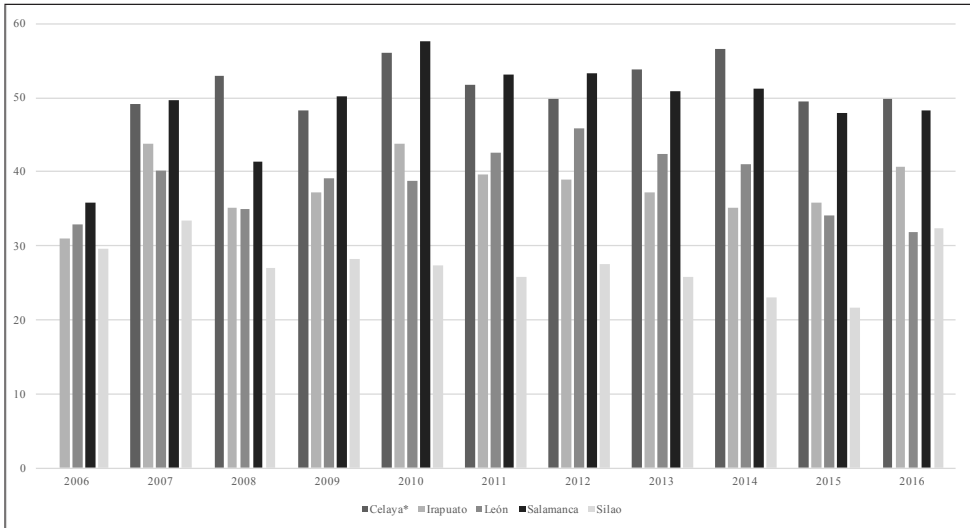
¹¹ Por ejemplo, en 2010, a cada persona que verificaba se le entregaba un boleto para participar en la rifa de un automóvil, lavadoras, televisiones, entre otros (IEE, 2015). Asimismo, en 2011 se realizó el sorteo ¡Si ya Verificaste, Ya Ganaste!, en coordinación con la Asociación de Centros de Verificación Vehicular del Estado de Guanajuato, A. C., en el cual se entregaron un total de 18 premios con valor de \$157,068.00 (IEE, 2012a).



GRÁFICA 2. VEHÍCULOS QUE ACUDIERON A REALIZAR LA VERIFICACIÓN VEHICULAR EN EL PRIMER SEMESTRE

*No se obtuvo información de Celaya para el año 2006.

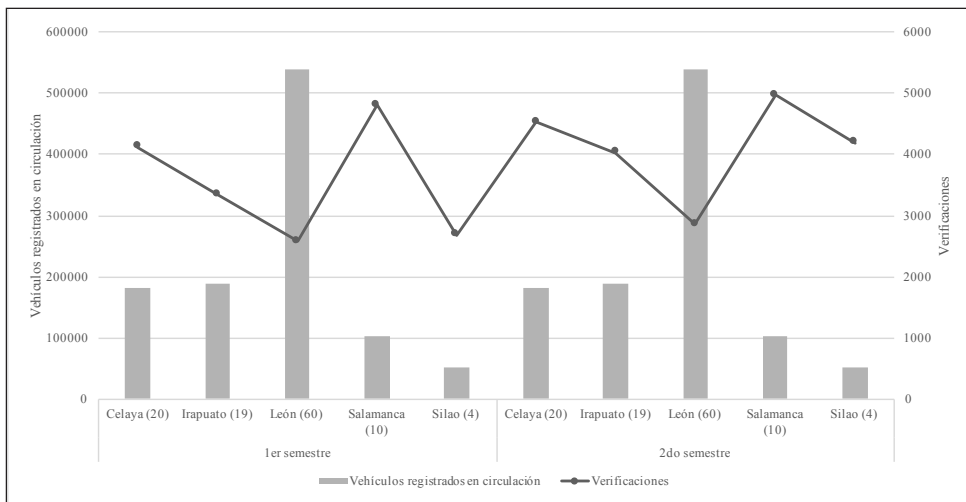
Fuente: Elaboración propia con información del IEE y Simbad (s/f).



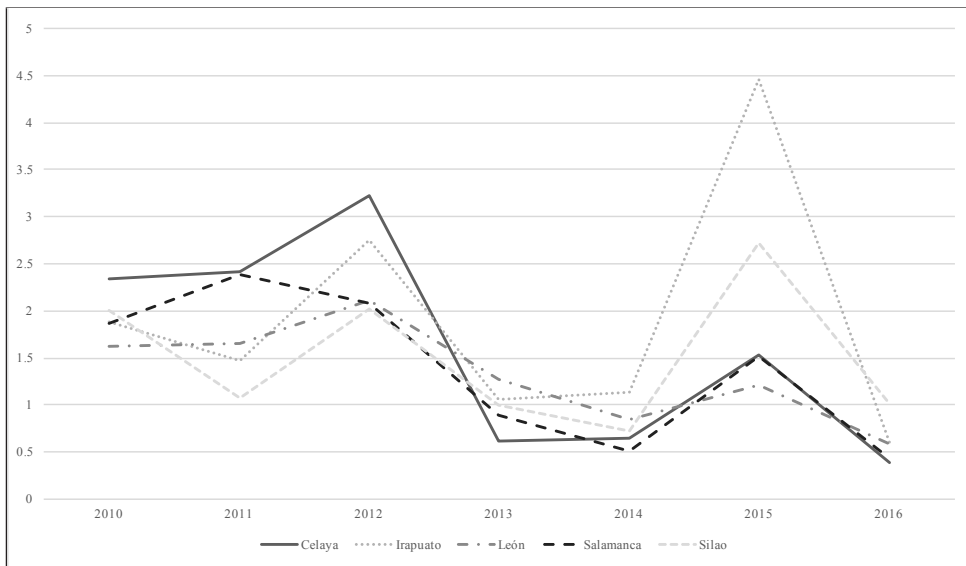
GRÁFICA 3. VEHÍCULOS QUE ACUDIERON A REALIZAR LA VERIFICACIÓN EN EL SEGUNDO SEMESTRE

*No se obtuvo información de Celaya para el año 2006.

Fuente: Elaboración propia con información del IEE y Simbad (s/f).



GRÁFICA 4. PROMEDIO DE VERIFICACIONES REALIZADAS EN 2016
 En paréntesis el número de centros de verificación instalados en cada municipio.
 Fuente: Elaboración propia con información del IEE (s/f) y Simbad (s/f).



GRÁFICA 5. CONCENTRACIÓN PROMEDIO MENSUAL MÁXIMA DE CO
 En Silao, para el año 2011 sólo se registra información para los meses de agosto y septiembre.
 Fuente: Elaboración propia con información de Seica (s/f).

en el segundo semestre, la más baja entre los municipios en estudio. Mientras que, en el caso de Salamanca, el segundo municipio con menos centros de verificación (10), la tasa de verificación, en 2016, fue de 46.6 por ciento, en el primer semestre, la más alta entre los municipios en estudio; y, 48.3 por ciento, en el segundo semestre, sólo debajo de Celaya que obtuvo la puntuación más alta en ese año, con 49.9 por ciento.

En el periodo de 2006 a 2015, no se presentaron excedencias en la norma de CO para las ciudades de Celaya, Irapuato, Salamanca y Silao. En León, se presentaron dos días arriba de la norma en el año 2008 (IEE, 2012a; IEE, 2015; Semarnat e INE, 2011; Sinaica, s/f).¹² Los valores promedio máximos mensuales muestran que en el periodo 2010 a 2016, en Celaya, se presentaron las concentraciones más altas entre las ciudades en estudio, en tres años, diciembre de 2010, 2011 y 2012 (Gráfica 5).¹³ Irapuato es la segunda ciudad con los valores promedio máximos mensuales más altos, los cuales se presentaron en febrero de 2014 y diciembre de 2015. León y Silao presentaron un año con las concentraciones máximas más altas entre las ciudades en estudio, febrero de 2013 y enero de 2016, respectivamente. En lo referente a los valores promedios mensuales máximos más bajos, Celaya y León presentaron las menores concentraciones, en diciembre de 2013 y enero de 2016, y diciembre de 2010 y 2015, respectivamente. Mientras que Irapuato, Salamanca y Silao presentaron las concentraciones máximas más bajas en diciembre de 2011, enero de 2014 y septiembre de 2012, respectivamente.¹⁴

Cada año, desde la implementación del PEVV en 1996, se realizan modificaciones al programa. Ellas consisten, entre otras, en el incremento en el costo de la verificación; la promoción y difusión de programas y campañas de concientización para incrementar las verificaciones; la capacitación de los operadores de los centros de verificación; realización de operativos enfocados a detectar a vehículos sin realizar la verificación y, por lo tanto, acreedores a multas;¹⁵ incluso, modificaciones sobre las pruebas que se realizan en las verificaciones;¹⁶ la celebración de convenios de coordinación y colaboración con los municipios, para fortalecer el cumplimiento de las verificaciones; la actualización de la normatividad municipal en materia de verificación, con la cual los ingresos obtenidos por la imposición de multas se destinan a un fondo verde ambiental para ejercerlos en los proyectos ambientales que decidan los municipios. (IEE, 2015). En este sentido, es posible asumir que cada año se presentan modificaciones y acciones para el

¹²NOM-021-SSA1-1993, Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. El cálculo de la excedencia se realiza para 8 horas promedio, donde el valor no debe sobrepasar 11 ppm.

¹³Se descarta la información de Silao para el año 2011, pues sólo presenta registros para los meses de septiembre y octubre.

¹⁴El anexo contiene la información referente a las concentraciones promedio mensuales, en el periodo 2010 a 2016, para cada ciudad en estudio.

¹⁵En 2009, se realizó la homologación de multas en los municipios de la entidad.

¹⁶Como la actualización realizada en julio de 2016, con la inclusión de la prueba dinámica, la cual es más estricta y mide la emisión de óxidos de nitrógeno (NO_x).

fortalecimiento del PEVV que mejoran la efectividad de su aplicación y cumplimiento y, por lo tanto, conllevan como objetivo reducir la emisión y concentración del CO.¹⁷

Para examinar si la concentración de CO ha disminuido en el periodo 2010-2016, se realiza una prueba *t* para muestras relacionadas. Esta prueba se utiliza para determinar si el promedio de la variable dependiente es igual en dos grupos relacionados; es decir, compara los promedios de dos variables pertenecientes a un grupo. A través de esta prueba, las diferencias entre los valores de las variables se contrastan para observar si la media difiere de cero.¹⁸ Al utilizar dos periodos de tiempo, la variable en el segundo momento actúa como la variable dependiente, de la cual se sustraen las puntuaciones de la otra variable (variable del primer momento). Así, lo que se busca establecer es si las concentraciones promedio de CO han tenido una disminución, estadísticamente significativa, que se puede explicar, parcialmente, por los cambios anuales al PEVV; esto es, examinar los cambios antes (año A) y después (año B) de los cambios al PEVV. Los alcances de esta prueba se limitan a observar las diferencias estadísticamente significativas en las concentraciones de CO, sin implicar que el PEVV es el único factor que interviene en estos cambios, aunque es posible atribuir que su implementación y operación efectiva pueden tener efectos en la concentración de CO.

Las hipótesis de la prueba son:

H₀: La concentración promedio mensual anual, en la ciudad, en el año B es igual a la concentración promedio mensual del año A.

H₁: La concentración promedio mensual anual, en la ciudad, en el año B es menor a la concentración promedio mensual del año A.

El Cuadro 1 presenta los estadísticos descriptivos del CO para cada municipio. En Celaya, se observa que la concentración promedio mensual en los años 2016, 2013 y 2014 tuvo los niveles más bajos, con 0.2 ppm, en el primer año, y 0.4 ppm, en los dos últimos años. La concentración más alta se presentó en 2012, con 2.2 ppm. Y, en 2015, 2010 y 2011, la concentración se ubicó en 1.2 ppm, en el primer año, y 1.3 ppm, en los dos últimos. En Irapuato, la concentración promedio mensual, al año, inició con 1.3, en 2010; en 2011, se redujo a 1.1 y, en 2012, se incrementó. Los siguientes dos años, 2013 y 2014, tuvo dos de los tres niveles más bajos del periodo en estudio. En 2015, presentó el incremento más alto de 2010 a 2016; y, en 2016, tuvo la concentración más baja del periodo. En León, la concentración promedio mensual al año tuvo los niveles más bajos en 2016, 2014 y 2015, con 0.4 ppm, 0.6 ppm y 0.9 ppm, respectivamente. La concentración más alta se presentó en el 2012, con 1.4 ppm. En los años 2010, 2011 y 2013, la concentra-

¹⁷ Cabe señalar que la emisión y concentración de contaminantes también puede explicarse por fuentes naturales, y no antropogénicas; sin embargo, las fuentes naturales y de área sólo contribuyen con el 7.9 por ciento de la emisión total del contaminante. La mayor concentración de CO se presenta en días con bajas temperaturas y en horas de mayor tránsito vehicular.

¹⁸ Para realizar esta prueba se parte del supuesto que los vehículos verificados son los mismos en el primer y segundo semestre. Asimismo, las estaciones de monitoreo son las mismas durante el año.

CUADRO I. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE CO

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Celaya							
Observaciones	9	10	9	12	12	10	12
Promedio	1.3	1.3	2.2	0.4	0.4	1.2	0.2
Desviación estándar	0.5	0.6	0.6	0.1	0.1	0.3	0.1
Mínimo	0.7	0.4	1.4	0.3	0.2	0.7	0.2
Máximo	2.3	2.4	3.2	0.6	0.6	1.5	0.4
Irapuato							
Observaciones	12	12	12	12	12	12	12
Promedio	1.3	1.1	1.4	0.7	0.8	3.6	0.4
Desviación estándar	0.4	0.2	0.6	0.1	0.1	0.4	0.1
Mínimo	0.7	0.8	0.8	0.6	0.7	2.9	0.3
Máximo	1.9	1.5	2.7	1.1	1.1	4.5	0.6
León							
Observaciones	12	12	12	12	12	12	12
Promedio	1.0	1.0	1.4	1.1	0.6	0.9	0.4
Desviación estándar	0.4	0.5	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1
Mínimo	0.6	0.5	1.0	0.9	0.4	0.7	0.3
Máximo	1.6	1.7	2.1	1.3	0.8	1.2	0.6
Salamanca							
Observaciones	12	12	12	12	12	12	12
Promedio	1.3	1.4	1.2	0.6	0.4	1.2	0.3
Desviación estándar	0.2	0.4	0.5	0.1	0.1	0.3	0.1
Mínimo	1.0	0.9	0.7	0.5	0.3	0.9	0.2
Máximo	1.9	2.4	2.1	0.9	0.5	1.5	0.4
Silao							
Observaciones	11	2	11	12	12	12	12
Promedio	0.9	1.0	1.8	0.7	0.5	2.2	0.6
Desviación estándar	0.4	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3
Mínimo	0.5	0.9	1.7	0.5	0.2	1.7	0.3
Máximo	2.0	1.1	2.0	1.0	0.7	2.7	1.0

ción promedio mensual fue de 0.1 ppm, los dos primeros años, y 1.1 ppm, en el tercero. En Salamanca, la concentración promedio mensual más alta se presentó en 2011, con 1.4 ppm; seguida por 1.3 ppm, en 2010 y 1.2 ppm, en 2012 y 2015, en ambos casos (Cuadro 1). Las concentraciones promedio más bajas se presentaron en 2016, con 0.3 ppm; en 2014, con 0.4 ppm y en 2013, con 0.6 ppm. Y, finalmente, en Silao, en 2015 se presentó la concentración promedio mensual más alta, con 2.2 ppm; seguido del 2012, con 1.8 ppm; el 2011, con 0.8 ppm y el 2010, con 0.9 ppm. Las concentraciones promedio mensual más bajas son de los años 2014, con 0.5 ppm; 2016, con 0.6 ppm; y, el 2013, con 0.7 ppm.

Concentración de CO en Celaya (Cuadro 2)

La superficie del municipio de Celaya es de 552 km², el segundo menos extenso de los municipios en estudio, y se conforma por 299 localidades, además de la cabecera (IEE, 2012b; Sedeshu, 2012a). El índice de vehículos de motor registrados en circulación por cada mil habitantes es de 337.68, en 2015, el segundo más alto entre los municipios en estudio (Iplaneg, s/f). En el municipio de Celaya existen 20 centros de verificación vehicular y verificentros (IEE, s/f). La red de monitoreo en el municipio se conforma por tres estaciones: Seguridad Pública, Tecnológico y San Juanico.¹⁹

La concentración promedio mensual de CO en Celaya presentó tres reducciones en el periodo de estudio, de 2010 a 2011, de 0.1 ppm, la cual no resultó estadísticamente significativa; de 2013 a 2014, de 0.03 ppm; y, de 2015 a 2016, de 0.9 ppm; las últimas dos, estadísticamente significativas. Y se presentaron tres incrementos en la concentración mensual de CO —todas ellas estadísticamente significativas— de 2011 a 2012, de 1.1 ppm; de 2012 a 2013, de 1.1 ppm y de 2014 a 2015, de 0.8 ppm.

Concentración de CO en Irapuato (Cuadro 3)

El municipio de Irapuato tiene una superficie territorial de 851 km², el segundo más extenso de los municipios en estudio y se integra por 478 localidades, además de la cabecera (IEE, 2012b; Sedeshu, 2012b). El índice de vehículos de motor registrados en circulación por cada mil habitantes es de 307.45, en 2015, el segundo más bajo entre los municipios en estudio (Iplaneg, s/f). En el municipio de Irapuato existen 19 centros de verificación vehicular y verificentros (IEE, s/f). La red de monitoreo en el municipio se conforma por tres estaciones: Bomberos, Teódula y Secundaria.

La concentración promedio mensual de CO en Irapuato presentó una reducción promedio mensual de 2010 a 2011 y de 2011 a 2012 de 0.2 ppm y 0.3 ppm, respectivamente, que no fueron estadísticamente significativa. De 2012 a 2013 la reducción en 0.7 ppm de CO es estadísticamente significativa. Entre 2013 y 2014, el incremento en la concentración promedio mensual de CO, de 0.1 ppm, resultó estadísticamente significativa. El incremento que se presentó de 2014 a 2015, el más alto en el periodo, fue de 2.7 ppm, una

¹⁹En la estación Tecnológico no se midió la concentración de CO en el periodo 2010-2016, por lo que la concentración promedio de este contaminante corresponde a las estaciones Seguridad Pública y San Juanico.

CUADRO 2. PRUEBA T PARA MUESTRAS RELACIONADAS: CELAYA

	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2011	7	1.2	0.3	0.7	0.6	1.8
CO-2010	7	1.3	0.2	0.6	0.7	1.8
Diferencia	7	-0.1	0.2	0.5	-0.6	0.4
$t = -0.44$		Grados de libertad = 6		Ha: $\Pr(T > t) = 0.67$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2012	7	2.4	0.2	0.5	2.0	2.9
CO-2011	7	1.3	0.3	0.7	0.6	2.0
Diferencia	7	1.1	0.2	0.4	0.8	1.5
$t = 7.38$		Grados de libertad = 6		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2013	9	0.4	0.0	0.1	0.3	0.5
CO-2012	9	2.2	0.2	0.6	1.8	2.7
Diferencia	9	-1.8	0.1	0.5	-2.2	-1.5
$t = -11.56$		Grados de libertad = 8		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2014	12	0.4	0.0	0.1	0.3	0.4
CO-2013	12	0.4	0.0	0.1	0.3	0.4
Diferencia	12	-0.03	0.0	0.1	-0.1	0.0
$t = -0.081$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.44$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2015	10	1.2	0.1	0.3	1.0	1.4
CO-2014	10	0.4	0.0	0.1	0.3	0.5
Diferencia	10	0.8	0.1	0.2	0.6	0.9
$t = 10.67$		Grados de libertad = 9		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2016	10	0.3	0.0	0.1	0.2	0.3
CO-2015	10	1.2	0.1	0.3	1.0	1.4
Diferencia	10	-0.9	0.1	0.2	-1.1	-0.7
$t = -11.39$		Grados de libertad = 9		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		

CUADRO 3. PRUEBA T PARA MUESTRAS RELACIONADAS: IRAPUATO

	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2011	12	1.1	0.1	0.2	1.0	1.3
CO-2010	12	1.3	0.1	0.4	1.1	1.6
Diferencia	12	-0.2	0.1	0.3	-0.4	0.0
$t = -1.92$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.08$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2012	12	1.4	0.2	0.6	1.0	1.8
CO-2011	12	1.1	0.1	0.2	1.0	1.3
Diferencia	12	0.3	0.2	0.6	-0.1	0.7
$t = 1.68$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.12$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2013	12	0.7	0.0	0.1	0.6	0.8
CO-2012	12	1.4	0.2	0.6	1.0	1.8
Diferencia	12	-0.7	0.1	0.5	-1.0	-0.4
$t = -4.66$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2014	12	0.8	0.0	0.1	0.8	0.9
CO-2013	12	0.7	0.0	0.1	0.6	0.8
Diferencia	12	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2
$t = 2.38$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.03$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2015	12	3.6	0.1	0.4	3.3	3.8
CO-2014	12	0.8	0.0	0.1	0.8	0.9
Diferencia	12	2.7	0.1	0.4	2.5	3.0
$t = 23.8$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2016	12	0.4	0.0	0.1	0.3	0.5
CO-2015	12	3.6	0.1	0.4	3.3	3.8
Diferencia	12	-3.2	0.1	0.4	-3.4	-2.9
$t = -31.09$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		

diferencia estadísticamente significativa. Y, finalmente, la reducción más alta de CO en el periodo, de 2015 a 2016, fue de 3.2 ppm, una diferencia estadísticamente significativa.

Concentración de CO en León (Cuadro 4)

El municipio de León tiene una superficie territorial de 1,220 km², que lo ubica como el más extenso de los cinco municipios en estudio y se integra por 602 localidades, además de la cabecera (IEE, 2012b; Sedeshu, 2012c). El índice de vehículos de motor registrados en circulación por cada mil habitantes es de 328.11 en 2015, el tercero más alto entre los municipios en estudio (Iplaneg, s/f). En el municipio de León existen 60 centros de verificación vehicular y verificientros (IEE, s/f). La red de monitoreo en el municipio se conforma por tres estaciones: CICEG, T-21 y Facultad de Medicina.

En el periodo bajo análisis, sólo la reducción presentada de 2010 a 2011, de 0.05 ppm, no fue estadísticamente significativa. De 2011 a 2012 y de 2014 a 2015 se presentaron dos incrementos en la concentración de CO, de 0.4 ppm y de 0.3 ppm, respectivamente. De 2012 a 2013, 2013 a 2014 y 2015 a 2016, las reducciones en los niveles de concentración fueron de 0.3 ppm, 0.5 ppm y 0.5 ppm, respectivamente, todas con significancia estadística.

Concentración de CO en Salamanca (Cuadro 5)

El municipio de Salamanca tiene una superficie territorial de 757 km², el tercero más extenso de los municipios en estudio y se integra por 333 localidades, además de la cabecera (IEE, 2012b; Sedeshu, 2012d). El índice de vehículos de motor registrados en circulación por cada mil habitantes es de 351.64, en 2015, el más alto entre los municipios en estudio (Iplaneg, s/f). En el municipio de Salamanca existen 10 centros de verificación vehicular y verificientros (IEE, s.f.). La red de monitoreo en el municipio se conforma por tres estaciones: Cruz Roja, Nativitas y DIF.

En Salamanca, sólo el incremento de 0.1 ppm en la concentración promedio mensual, de 2010 a 2011, no presentó significancia estadística. En el periodo bajo análisis, el único incremento en la concentración de CO se presentó de 2014 a 2015, una diferencia de 0.9 ppm. La reducción más alta en la concentración de CO se presentó de 2015 a 2016, una diferencia de 0.9 ppm; seguida por la reducción de 2012 a 2013 de 0.5 ppm. Las reducciones más bajas se presentaron de 2013 a 2014, de 0.2 ppm; y, de 2011 a 2012, de 0.3 ppm.

Concentración de CO en Silao (Cuadro 6)

El municipio de Silao tiene una superficie territorial de 539 km², que lo ubica como el menos extenso de los cinco municipios en estudio y se integra por 399 localidades, además de la cabecera (IEE, 2012b; Sedeshu, 2012e). El índice de vehículos de motor registrados en circulación por cada mil habitantes es de 249.92, en 2015, el más bajo entre los municipios en estudio (Iplaneg, s/f). En el municipio de Silao existen 4 centros de verificación vehicular y verificientros (IEE, s/f). La red de monitoreo en el municipio se conforma por una estación: Hospital General.

En el caso de Silao, en el periodo de 2010 a 2016, los incrementos y reducciones en

CUADRO 4. PRUEBA T PARA MUESTRAS RELACIONADAS: LEÓN

	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2011	12	1.0	0.1	0.5	0.7	1.3
CO-2010	12	1.0	0.1	0.4	0.8	1.2
Diferencia	12	-0.0	0.1	0.5	-0.3	0.3
$t = -0.04$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.97$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2012	12	1.4	0.1	0.3	1.2	1.5
CO-2011	12	1.0	0.1	0.5	0.7	1.3
Diferencia	12	0.4	0.1	0.4	0.1	0.6
$t = 2.9$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.01$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2013	12	1.1	0.0	0.1	1.0	1.1
CO-2012	12	1.4	0.1	0.3	1.2	1.5
Diferencia	12	-0.3	0.1	0.3	-0.5	-0.1
$t = -3.43$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2014	12	0.6	0.0	0.1	0.5	0.7
CO-2013	12	1.1	0.0	0.1	1.0	1.1
Diferencia	12	-0.5	0.0	0.1	-0.6	-0.4
$t = -14.71$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2015	12	0.9	0.0	0.2	0.8	1.0
CO-2014	12	0.6	0.0	0.1	0.5	0.7
Diferencia	12	0.3	0.0	0.1	0.3	0.4
$t = 8.51$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2016	12	0.4	0.0	0.1	0.4	0.5
CO-2015	12	0.9	0.0	0.2	0.8	1.0
Diferencia	12	-0.5	0.0	0.1	-0.5	-0.4
$t = -14.27$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		

CUADRO 5. PRUEBA T PARA MUESTRAS RELACIONADAS: SALAMANCA

	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2011	12	1.4	0.1	0.4	1.1	1.7
CO-2010	12	1.3	0.1	0.2	1.2	1.5
Diferencia	12	0.1	0.1	0.4	-0.2	0.3
$t = 0.73$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.48$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2012	12	1.2	0.1	0.5	0.8	1.5
CO-2011	12	1.4	0.1	0.4	1.1	1.7
Diferencia	12	-0.2	0.1	0.4	-0.5	-0.0
$t = -2.30$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.04$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2013	12	0.6	0.0	0.1	0.6	0.7
CO-2012	12	1.2	0.1	0.5	0.8	1.5
Diferencia	12	-0.5	0.1	0.4	-0.8	-0.2
$t = -4.26$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2014	12	0.4	0.0	0.1	0.3	0.4
CO-2013	12	0.6	0.0	0.1	0.6	0.7
Diferencia	12	-0.3	0.0	0.1	-0.4	-0.2
$t = -9.13$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2015	12	1.2	0.1	0.2	1.1	1.4
CO-2014	12	0.4	0.0	0.1	0.3	0.4
Diferencia	12	0.9	0.1	0.2	0.7	1.0
$t = 12.04$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2016	12	0.3	0.0	0.1	0.2	0.4
CO-2015	12	1.2	0.1	0.3	1.1	1.4
Diferencia	12	-0.9	0.1	0.2	-1.1	-0.8
$t = -16.15$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		

CUADRO 6. PRUEBA T PARA MUESTRAS RELACIONADAS: SILAO

	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2012*	10	0.6	0.0	0.1	0.6	0.7
CO-2010*	10	-0.3	0.1	0.4	-0.5	0.0
Diferencia	10	0.8	0.1	0.4	0.6	1.1
$t = 7.26$		Grados de libertad = 9		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2013	12	0.7	0.0	0.1	0.6	0.7
CO-2012	12	1.8	0.0	0.1	1.8	1.9
Diferencia	12	-1.2	0.0	0.1	-1.3	-1.1
$t = -29.1$		Grados de libertad = 10		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2014	12	0.5	0.0	0.2	0.4	0.6
CO-2013	12	0.7	0.0	0.1	0.6	0.8
Diferencia	12	-0.2	0.0	0.1	-0.3	-0.1
$t = -5.78$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2015	12	2.2	0.1	0.3	2.0	2.4
CO-2014	12	0.5	0.0	0.2	0.4	0.6
Diferencia	12	1.7	0.1	0.3	1.5	1.9
$t = 17.42$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		
	Observaciones	Promedio	Error estándar	Desviación estándar	Intervalo de confianza 95%	
CO-2016*	12	-0.6	0.1	0.4	-0.9	-0.3
CO-2015*	12	0.8	0.0	0.1	0.7	0.9
Diferencia	12	-1.4	0.1	0.5	-1.7	-1.1
$t = -9.93$		Grados de libertad = 11		Ha: $\Pr(T > t) = 0.00$		

*Se utilizaron logaritmos en ambas variables.

las concentraciones promedio de CO resultaron estadísticamente significativas.²⁰ Los incrementos se presentaron en el periodo 2010-2012 y de 2014 a 2015, con 0.9 ppm y 1.7 ppm, respectivamente. Mientras que las reducciones en la concentración promedio mensual se presentaron de 2012 a 2013, de 2013 a 2014, y de 2015 a 2016, con 1.2 ppm, 0.2 ppm y 1.4 ppm, respectivamente.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las pruebas *t* para muestras relacionadas que se aplicaron en las cinco ciudades en estudio, permiten observar si las reducciones e incrementos en las concentraciones mensuales de CO son estadísticamente significativas de un año a otro. En las cinco ciudades en estudio se presentaron incrementos estadísticamente significativos en la concentración de CO en el periodo de 2014 a 2015. Asimismo, en las cinco ciudades se presentaron reducciones estadísticamente significativas del contaminante CO en el periodo de 2015 a 2016. Esta reducción de 2015 a 2016, es contraria a lo esperado. En 2016, los cambios en las pruebas aplicadas a las verificaciones se hicieron más estrictos y esto, potencialmente, hubiera desincentivado las verificaciones, con lo cual, la concentración promedio mensual de CO se hubiera incrementado. En ambos periodos, 2014-2015 y 2015-2016, las diferencias en las concentraciones promedio mensuales de CO sí son estadísticamente significativas. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula en el periodo de 2015-2016, con el resultado esperado. Y en el periodo 2014-2015 se rechaza la hipótesis nula, aunque con un resultado contrario al de la hipótesis alterna.

Entre los años 2010 y 2011, las pruebas para Celaya, Irapuato, León y Salamanca, no resultaron estadísticamente significativas. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula. En el caso de Silao, de 2010 a 2012, se presentó un incremento en la concentración que resultó estadísticamente significativo; se acepta la hipótesis alterna, aunque con un resultado contrario al establecido.

Entre los años 2011 y 2012, Celaya y León presentaron incrementos estadísticamente significativos en la concentración de CO; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, con un resultado contrario al indicado. Mientras que en Irapuato y Salamanca se presentaron reducciones en la concentración de CO. En el caso de Salamanca se rechaza la hipótesis nula; y en Irapuato, se acepta la hipótesis nula.

En el periodo 2012 a 2013, las pruebas realizadas a las cinco ciudades resultaron estadísticamente significativas. En Irapuato, León, Salamanca y Silao se rechaza la hipótesis nula, en las cuatro ciudades se presentaron reducciones en la concentración de CO. Y, en Celaya se incrementó la concentración del contaminante; se acepta la hipótesis alterna, aunque con un resultado contrario al establecido.

Finalmente, entre 2013 y 2014 los resultados de las pruebas muestran significancia estadística para todas las ciudades; se acepta la hipótesis alterna para Celaya, León, Salamanca y Silao donde se presentaron reducciones en los niveles de concentración

²⁰El año 2011 se excluyó del análisis porque sólo existe información para dos meses.

de CO. En Irapuato, se acepta la hipótesis alterna, con un resultado contrario al establecido, dado que se presentó un incremento en los niveles de concentración de CO.

CONCLUSIONES

Los alcances de esta investigación se limitaron a observar si los incrementos y reducciones de la concentración promedio mensual en el periodo 2010-2016 tuvieron una diferencia estadísticamente significativa de un año a otro. De las seis pruebas realizadas para Celaya, Irapuato, León y Salamanca y las cinco para Silao, cinco de ellas no resultaron estadísticamente significativas: en Celaya, la reducción de monóxido de carbono (CO) de 2010 a 2011; en Irapuato, las reducciones de 2010 a 2011 y de 2011 a 2012; en León, la reducción de 2010 a 2011; y en Salamanca, la reducción de 2010 a 2011.

Las pruebas con significancia estadística muestran resultados convergentes en las cinco ciudades en estudio en el incremento en el nivel de concentración promedio de CO, de 2014 a 2015, y en la reducción, de 2015 a 2016. Aunado a esto, en Celaya se presentó una reducción de 2013 a 2014, y dos incrementos, de 2011 a 2012 y de 2012 a 2013; en Irapuato se presentó una reducción de 2013 a 2014 y un incremento, de 2013 a 2014; en León, dos reducciones, de 2011 a 2012 y de 2013 a 2014, y un incremento, de 2011 a 2012; en Salamanca, tres reducciones, de 2011 a 2012, de 2012 a 2013 y de 2013 a 2014, y sólo el incremento antes mencionado; y en Silao, dos reducciones, de 2012 a 2013 y de 2013 a 2014, y un incremento, de 2010 a 2012.

Por lo anterior, no se observa una tendencia clara entre las ciudades en estudio que muestre un patrón continuo a lo largo del tiempo en las reducciones o incrementos de las concentraciones promedio mensuales de CO. Sin embargo, es posible observar cierta tendencia en los cambios de concentración del contaminante entre las ciudades. Por ejemplo, de 2012 a 2013 todas las ciudades tuvieron reducciones, salvo Celaya; de 2013 a 2014 todas las ciudades tuvieron reducciones, excepto Irapuato; de 2014 a 2015 todas las ciudades presentaron incrementos; y de 2015 a 2016, todas las ciudades presentaron disminuciones. Esto puede atribuirse no sólo al Programa Estatal de Verificación Vehicular (PEVV), también a las condiciones meteorológicas, entre otras causas.

Aun cuando la concentración promedio de CO se atribuye, principalmente, a la emisión de automóviles, es necesario realizar otras pruebas estadísticas que logren controlar los efectos de las condiciones meteorológicas y otras fuentes de emisión (como la oxidación del metano, la cual se produce por la descomposición de materia orgánica). Asimismo, aun cuando las reducciones en los niveles de concentración de CO pueden atribuirse a la presencia del PEVV y las acciones que conlleva su implementación, de promoción, operativos de tránsito y coordinación con los municipios, la presente investigación no analiza estadísticamente, esta relación de causalidad. Esto abre nuevas líneas de investigación para lograr establecer las causas que motivan las reducciones e incrementos en los niveles de concentración promedio de CO y otros contaminantes emitidos por los vehículos (óxido de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, por ejemplo), y su relación con la implementación del PEVV.

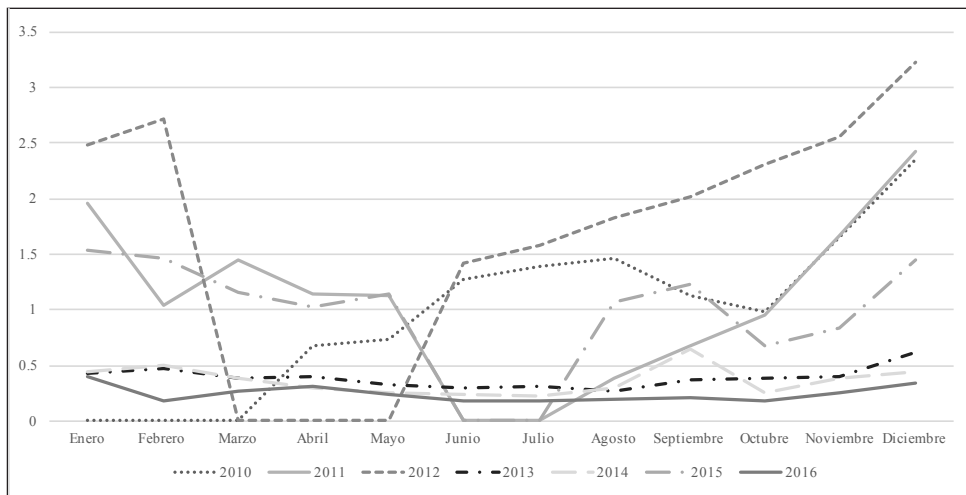
BIBLIOGRAFÍA

- Crane, K. y Z. Mao, (2015), *Costs of Selected Policies to Address Air Pollution in China*, Santa Monica: RAND Corporation.
- Cunningham, W.P. y M.A. Cunningham, (2015), *Environmental Science. A Global Concern*, (13a. ed.), NY: McGraw-Hill Education.
- Currie, J., E. Hanushek, M. Kahn, M. Neidell, y S. Rivkin, (2009), “Does Pollution Increase School Absences?”, *The Review of Economics and Statistics* 91(4):682-694.
- Chakraborty, J., (2009), “Automobiles, Air Toxics and Adverse Health Risks: Environmental Inequities in Tampa Bay, Florida”, *Annals of the Association of American Geographers* 99(4):674-697.
- Davis, L., (2009), “The Effect of Driving Restrictions on Air Quality in Mexico City”, *Journal of Political Economy* 116(1):38-81.
- Dietz, T. y E.A. Rosa, (1997), “Rethinking the Environmental Impacts of Population, Affluence, and Technology”, *Human Ecology Review* 1:277-300.
- Dockery, D.W., *et al.*, (1993), “An Association Between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities”, *New England Journal of Medicine* 329(4):1753-1759.
- García-Ubaque, J. C., C.A. García-Ubaque y M. L. Bohórquez-Vaca, (2011), “Medical Consultation in Productive Age Population Related with Air Pollution Levels in Bogota City”, *Procedia Environmental Sciences* 4:165-169.
- Gasana, J., D. Dillikar, A. Mendy, E. Forno y E. Ramos Vieira, (2012), “Motor Vehicle Air Pollution and Asthma in Children: A Meta-analysis”, *Environmental Research* 117:36-45.
- Godish, T., W. T Davis, J. S. Fu, (2015), *Air Quality*, (5a ed.), Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Guarnieri, M. y J. R. Balmes, (2014), “Outdoor Air Pollution and Asthma”, *The Lancet* 383(9928):1581-1592.
- Instituto de Planeación, Estadística y Geografía del Estado de Guanajuato (Iplaneg) (s/f), Medio Ambiente y Territorio, disponible en: <http://seieg.iplaneg.net/ind35/indicadores/255>
- Instituto de Ecología del Estado (IEE), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2008), Programa para Mejorar la Calidad del Aire en León, 2008-2012, León: Gobierno del Estado de Guanajuato, Semarnat, IEE, Presidencia Municipal de León.

- Instituto de Ecología del Estado (IEE), (2011), Informe Ambiental del Estado de Guanajuato 2010, León: IEE.
- _____, (2012a), Informe Ambiental del Estado de Guanajuato 2012, Guanajuato: IEE.
- _____, (2012b), Inventario de Emisiones Guanajuato 2008, Salamanca: Semarnat e IEE.
- _____, (2015), Informe de Estado y Tendencias de la Calidad del Aire de Guanajuato 2015, Salamanca: IEE.
- _____, (s.f.), Centros de Verificación Vehicular y Verificentros, disponible en: <http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/centros-de-verificacion-vehicular>
- Laumbach, R. J. y H. M. Kipen, (2012), “Respiratory Health Effects of Air Pollution: Update on Biomass Smoke and Traffic Pollution”, *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 129(1):3-11.
- Molina, L. T. y M. J. Molina, (2002), *Air Quality in the Mexico Megacity. An Integrated Assessment*, Luisa T. Molina y Mario J. Molina, (eds.), Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), (2016), “The Economic Consequences of Outdoor Air Pollution”, *Policy Highlights*, OECD Publishing.
- _____, (2014), “The Cost of Air Pollution”, *Health Impacts of Road Transport*, OECD Publishing.
- Palomba, J., (1979),. “Air Pollution Control”, *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, The Environment and the Quality of Life: A World View, 444:67-77.
- Parry, I., M. Walls, y W. Harrington, (2007), “Automobile Externalities and Policies”, *Journal of Economic Literature* 45(2):373-399.
- Pascal, M., *et al.*, (2013), “Assessing the Public Health Impacts of Urban Air Pollution in 25 European Cities: Results of the Aphekom Project”, *Science of The Total Environment* 449(1):390-400.
- Romero-Lankao, P., H. Qin, M. Borbor-Cordova, (2013), “Exploration of Health Risks Related to Air Pollution and Temperature in Three Latin American Cities”, *Social Science & Medicine* 83:110-118.
- Secretaría de Desarrollo Social y Humano (Sedeshu), (2012a), Perfil económico de Celaya, Sedeshu, Subsecretaría de Desarrollo Humano, disponible en <https://portalsocial.guanajuato.gob.mx>

- _____, (2012b), Perfil económico de Irapuato, Sedeshu, Subsecretaría de Desarrollo Humano, disponible en <https://portalsocial.guanajuato.gob.mx>
- _____, (2012c), Perfil económico de León, Sedeshu, Subsecretaría de Desarrollo Humano, disponible en <https://portalsocial.guanajuato.gob.mx>
- _____, (2012d), Perfil económico de Salamanca, Sedeshu, Subsecretaría de Desarrollo Humano, disponible en <https://portalsocial.guanajuato.gob.mx>
- _____, (2012e), Perfil económico de Silao, Sedeshu, Subsecretaría de Desarrollo Humano, disponible en <https://portalsocial.guanajuato.gob.mx>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), (2013), Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y Desempeño Ambiental, Edición 2012, Semarnat, Tlalpan: Semarnat.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), Instituto Nacional de Ecología (INE), (2011), Cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009), Distrito Federal: Semarnat, INE.
- Sistema Estatal de Información de Calidad del Aire (SEICA), (s/f), Monitoreo atmosférico. Históricos, disponible en: <https://seica.guanajuato.gob.mx/historicos/>
- Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (Simbad), (s/f), Instituto Nacional de Estadística y Geografía, disponible en: <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/>
- Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (Sinaica), (s/f), Indicadores de la calidad del aire, disponible en: <http://sinaica.inecc.gob.mx/>
- Smith, T. W., C. J. Axon y R. C. Darton, (2013), “The Impact on Human Health of Car-related Air Pollution in the UK, 1995-2005”, *Atmospheric Environment* 77:260-266.
- Zhang, K. y S. Batterman, (2013), “Air Pollution and Health Risks due to Vehicle Traffic”, *Science of The Total Environment* 0:307-316.
- _____ y F. Dion, (2011). “Vehicle Emissions in Congestion: Comparison of Work Zone, Rush Hour and Free-flow Conditions”, *Atmospheric Environment* 45(11):1929-1939.

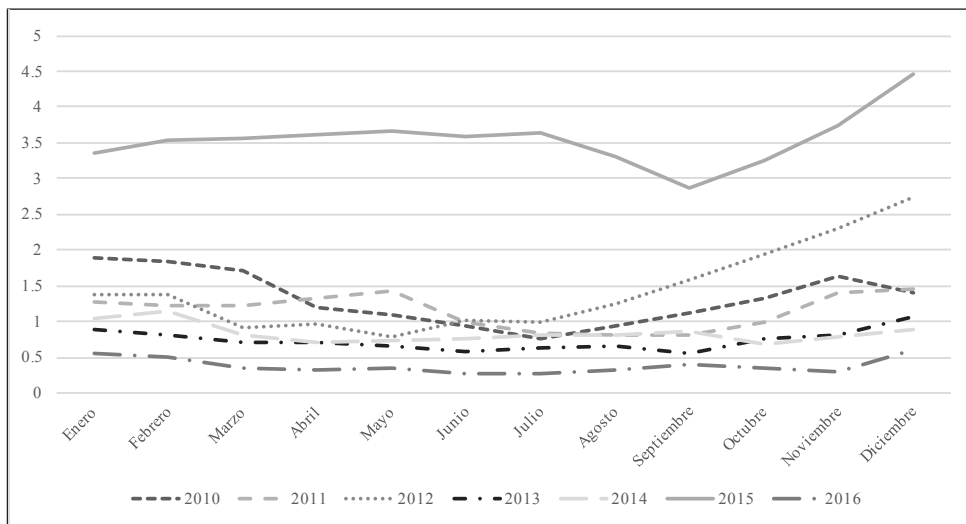
MA. OFELIA CAMACHO GARCÍA. Doctora en Estudios Urbanos y Ambientales por El Colegio de México; adscrita al Departamento de Gestión Pública, División de Derecho, Política y Gobierno, Universidad de Guanajuato. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Sus temas de investigación se relacionan al estudio de instituciones políticas y política y regulación. Correo: ofelia29@gmail.com



GRÁFICA 1. CONCENTRACIÓN PROMEDIO MENSUAL DE CO (MONÓXIDO DE CARBONO) EN CELAYA

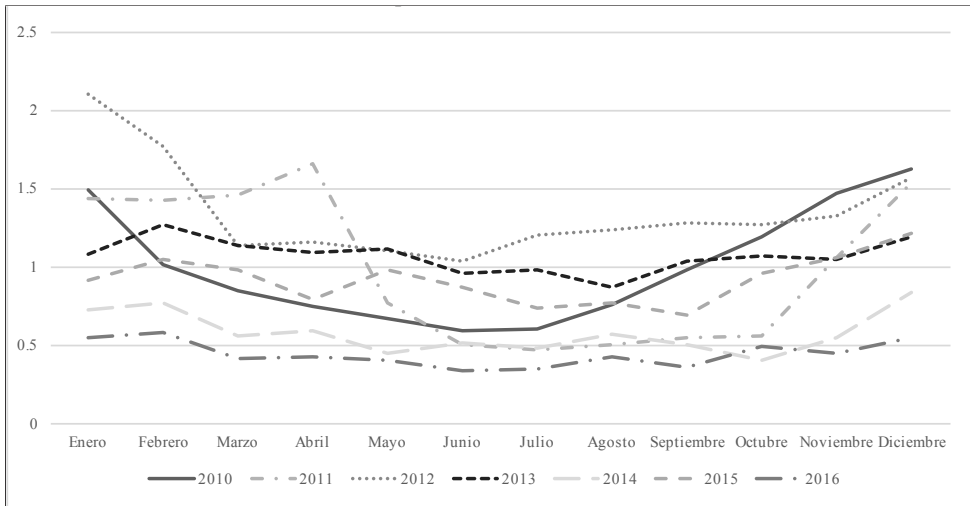
Información no disponible en los meses de enero, febrero y marzo de 2010; junio y julio de 2011; marzo, abril y mayo de 2012; y junio y julio de 2015.

Fuente: Elaboración propia con información de SEICA (s/f).



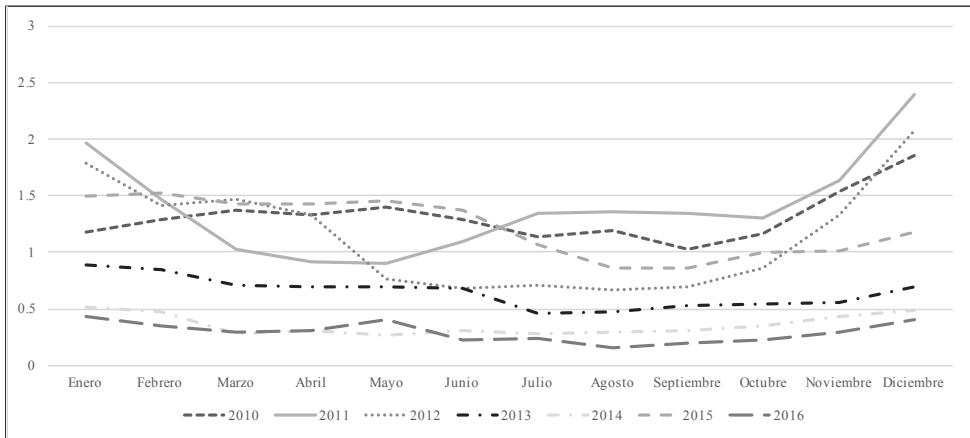
GRÁFICA 2. CONCENTRACIÓN PROMEDIO MENSUAL DE MONÓXIDO DE CARBONO EN IRAPUATO

Fuente: Elaboración propia con información de SEICA (s/f).



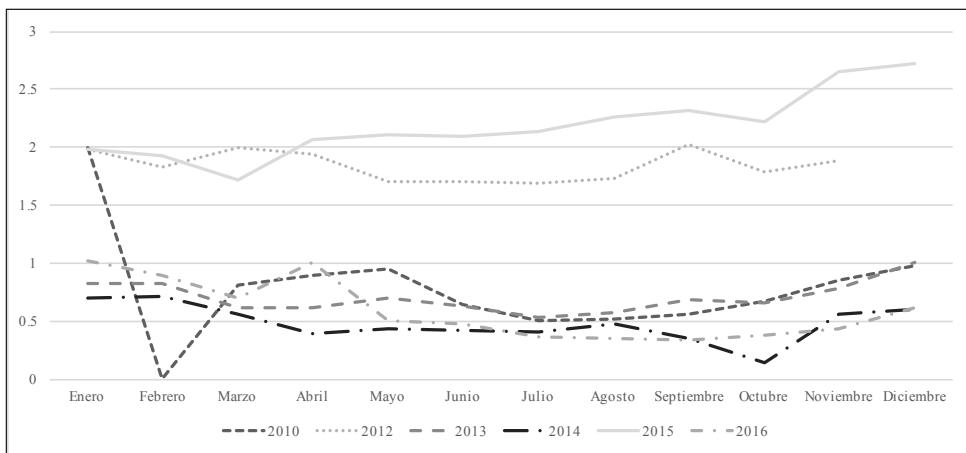
GRÁFICA 3. CONCENTRACIÓN PROMEDIO MENSUAL DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LEÓN

Fuente: Elaboración propia con información de SEICA (s/f).



GRÁFICA 4. CONCENTRACIÓN PROMEDIO MENSUAL DE MONÓXIDO DE CARBONO EN SALAMANCA

Fuente: Elaboración propia con información de SEICA (s/f).



GRÁFICA 5. CONCENTRACIÓN PROMEDIO MENSUAL DE MONÓXIDO DE CARBONO EN SILAO

No se presenta información de 2011 porque sólo se registran datos para dos meses. Información no disponible en el mes de febrero de 2010; y en diciembre de 2012.

Fuente: Elaboración propia con información de SEICA (s/f).