

UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

## Entropías de la movilidad urbana en el espacio metropolitano de Guadalajara: Transporte privado y calidad del aire

### Urban transport entropies in the metropolitan area of Guadalajara: Automobility and air quality

Fernando De Quevedo García Najar,<sup>1</sup> Yefer Asprilla Lara,<sup>2</sup> Mario Guadalupe González Pérez<sup>3</sup>

**Fecha de recepción:** 19 de julio de 2017

**Fecha de aceptación:** 18 de noviembre de 2017

**Cómo citar:** De Quevedo, F., Asprilla, Y. y González, M. (2017). Entropías de la movilidad urbana en el espacio metropolitano de Guadalajara: transporte privado y calidad del aire. *Revista Tecnura*, 138-149, 21(53), doi: 10.14483/22487638.10725

#### Resumen

**Contexto:** la evidencia empírica demuestra que, en los últimos tres lustros del presente siglo, el parque vehicular se ha incrementado en más de dos millones de unidades en el área metropolitana de Guadalajara. Dentro de este incremento alarmante, muchos de los vehículos no poseen convertidores catalíticos y a pesar de ello circulan cotidianamente por las vías primarias y secundarias de la metrópoli. De ahí el objetivo del presente trabajo consistente en reflexionar sobre la movilidad motorizada que se vive actualmente en la segunda urbe más importante de México.

**Método:** se utiliza un método analítico descriptivo basado en la revisión documental de contenidos temáticos sobre el porcentaje de contaminantes que aporta cada municipio que compone la metrópoli de Guadalajara, con respecto al incremento del parque vehicular, calidad del aire, cantidad de vehículos registrados y cantidad de vehículos verificados. Con base en el enfoque sistémico, se hacen inferencias del escenario actual de la ciudad bajo el argumento de que ésta se encuentra ante la presencia

de fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras de su estado homeostático.

**Resultados:** se obtiene que la política gubernamental en materia de reducción de contaminantes ha tenido poco impacto en la concientización de la población. Por lo tanto, resulta necesario realizar un repensamiento de las acciones gubernamentales y ciudadanas para reducir la probabilidad de contingencias y contingencias ambientales y promover la cultura de la movilidad incluyente, sustentable y segura. Asimismo, los datos sugieren que existe una ausencia sistémica en la planificación de la ciudad y del territorio.

**Conclusiones:** la ausencia sistémica en la planificación de la ciudad y el territorio ha originado condiciones hostiles manifiestas en el espacio físico. En este espacio, los vehículos privados, y en general los medios motorizados, se han convertido en estas fuerzas que alteran la homeostasis de la ciudad provocando entropía, lo que conlleva al uso de medios de transporte sostenibles y a trabajar colectivamente para la sustitución sistemática del automóvil.

1 Ingeniero civil, magister in Science in Civil Engineering, estudiante de doctorado en Movilidad, Urbana, Transporte y Territorio. Profesor del Instituto Tecnológico de Monterrey. Guadalajara, México. Contacto: [floquevedo@itesm.mx](mailto:floquevedo@itesm.mx)

2 Ingeniero civil, especialista en Infraestructura Vial y Transporte, magister en Ingeniería Civil, estudiante doctorado en Movilidad, Urbana, Transporte y Territorio. Profesor asociado de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C., Colombia. Contacto: [yasprilla@udistrital.edu.co](mailto:yasprilla@udistrital.edu.co)

3 Ingeniero civil, magister en Ingeniería Civil, doctor en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad. Profesor Titular de la Universidad de Guadalajara. México. Contacto: [mario.gonzalez@academico.udg.mx](mailto:mario.gonzalez@academico.udg.mx)

**Palabras clave:** automobilidad, calidad del aire, entropía, movilidad, sostenibilidad.

### Abstract

**Context:** Empirical evidence shows that vehicle ownership has increased exponentially in the last fifteen years in the Metropolitan Area of Guadalajara, amounting more than two million vehicles. Moreover, a high percentage of these vehicles is very old and lack air-pollution control systems such as catalytic converters. The goal of this paper is to meditate about motorized transport in the second largest city in Mexico.

**Method:** A descriptive analytical method was used to review data and information from governmental and non-governmental sources. Air contaminants are related to car ownership increment, county multi-modal transport distribution, registered vehicles, and the amount of vehicles that have been verified and certified by the government air quality program. From a systems theory point of view, current scenarios are analyzed and inferences are made. As a result, there are balancing and unbalancing forces that affect the homeostasis of this metropolitan area.

**Results:** Air-quality regulations have failed to echo among their citizens that neglect to tune up and verify emissions from their vehicles. Therefore, government officials and the society itself must reconsider their efforts and renew air quality policies based on low emissions, safe, reliable, and sustainable transportation to avoid air quality contingencies. In addition, data clearly suggests that land and urbanistic planning has not followed a systemic approach.

**Conclusions:** Guadalajara metropolitan area clearly shows a lack of a systemic methodology in planning its urbanistic and land development. Hence, a perverse synergy of hostile conditions have emerged within its territory and internal combustion vehicles are the most important destabilizing force in the homeostasis of the city increasing entropy. The presence of this entropy is forcing the inhabitants in Guadalajara to migrate to a multi-modal sustainable transportation system, and start a systematic car substitution program that ensures zero or very low vehicle emissions.

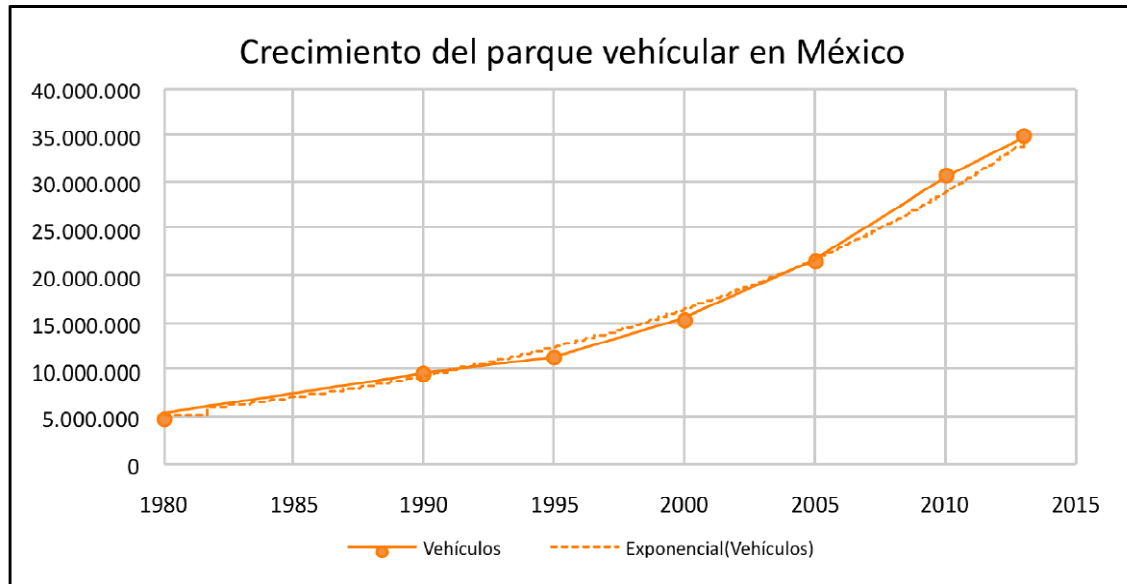
**Keywords:** air quality, automobily, entropies, sustainability, transport.

## INTRODUCCIÓN

En materia vial, diferentes ciudades de México han emprendido en las últimas tres décadas acciones concentradas en la construcción de infraestructura para la movilidad urbana y periurbana tales como: ampliación de avenidas y calles, ampliación de vialidades, pasos a desnivel y hasta la construcción de autopistas urbanas elevadas denominadas segundos pisos. Esta política de infraestructura ha estado enfocada principalmente en la promoción y mejoramiento de la movilidad motorizada de los vehículos privados, sobre todo, porque “en gran parte de estos centros urbanos, particularmente en aquellos que pertenecen a los países en vías de desarrollo, el número de habitantes de los denominados tugurios asciende a más del 50% de la

población” (Valbuena, García y Granados, 2017, p. 80), lo que ha llevado a un incremento desproporcional del parque vehicular respecto al aumento poblacional, pues mientras la población creció el 77,11% entre 1980 y 2015, el crecimiento vehicular aumentó hasta un 536%, tal y como se presenta en la figura 1.

En función de lo anterior, resulta plausible suponer que existe una ausencia sistémica en la planificación de la ciudad y el territorio que ha generado un caldo de combinaciones de elementos de difícil determinación morfológica. Algunas de estas combinaciones generan condiciones hostiles manifiestas en el espacio físico, lo que se vuelve aún más complejo, no solo por la insuficiencia o deficiencia de infraestructura física, sino por la conformación de fuerzas que trastocan constantemente la



**Figura 1.** Crecimiento del registro de vehículos en México

**Fuente:** elaboración propia con datos de (Cervera y Rangel, 2015)

homeostasia de la ciudad generando entropía, es decir, desorden ambiental, económico y social en el sistema (González y Asprilla, 2016; González, 2017). Sin embargo, en contraposición al proceso de desestabilización causado por las fuerzas entrópicas, existen también, un conjunto de fuerzas que pretenden el efecto contrario y son conocidas comúnmente como fuerzas neguentrópicas o intervenciones *in situ* de origen antropogénico tendientes a disminuir el malestar urbano. En suma, “la insuficiencia y deficiencia de conectividad, accesibilidad y medios adecuados de transporte han representado altos costos para la movilidad urbana” (González, 2016, p. 25).

En este contexto, ha sido una interrogante frecuente el indagar la ocurrencia del crecimiento vehicular, sobre todo porque la complejidad de la respuesta ha conducido a una multifactorialidad combinada, tanto por la disminución de las tasas de interés de las instituciones crediticias nacionales para la compra de vehículos nuevos y seminuevos, como por el componente aspiracional de los

individuos de clase baja y media relacionado con la posesión de un vehículo privado (estatus), una mayor seguridad, o por el deficiente e insuficiente transporte público, el cual resulta menos práctico que la utilización del vehículo privado. No obstante, la causal principal recae en el ejercicio de la política pública federal asumida desde el sexenio del expresidente Vicente Fox Quezada (2000-2006), debido a que permitió la importación de automóviles y camionetas de pasajeros provenientes del extranjero, principalmente de Estados Unidos y Canadá.

Esta política pública le facilitó a la población de bajo poder adquisitivo adquirir un vehículo particular, generalmente camionetas pequeñas tipo *pick up*; incluso, tan solo el último año de ese sexenio, se estima que la introducción de vehículos usados alcanzó la cifra de 1 121 731 unidades (Sipse, 2014). En este sentido, estas acciones coadyuvaron con la consolidación del imaginario social que le otorga al automóvil la cualidad de ser el modo de transporte más flexible, rápido y

confortable; efectivamente, pudieron acceder a ellos muchos mexicanos de clase media y media baja, sin embargo, el costo para la movilidad urbana fue demasiado alto. Toda vez que mientras en 1980 se tenía un vehículo por cada doce habitantes, en 2013 la cifra pasó a un vehículo por cada tres habitantes (Cervera y Rangel, 2015).

En el área metropolitana de Guadalajara (AMG), los esfuerzos por la promoción del transporte público masivo se han limitado únicamente a la operación de una sola línea del autobús articulado de tránsito rápido (BRT), dos líneas de tren eléctrico urbano en funcionamiento, y una más en proceso de construcción (línea tres), con intenciones de comenzar operaciones a finales del 2018; no obstante, estos sistemas no se encuentran integrados al servicio de transporte colectivo prestado por los buses urbanos (camiones), lo que dificulta aún más la movilidad para los usuarios del transporte público, caso contrario sucede en otras ciudades de la región, como por ejemplo en Bogotá D.C., donde la implementación del Sistema Integrado de Transporte Público conocido como SITP, ha permitido que con un único medio de pago (tarjeta Tu llave) se pueda realizar el transbordo entre los diferentes servicios de buses de la ciudad (Asprilla y Rey, 2012).

La movilidad de los habitantes del AMG y sus alrededores se ha basado principalmente en vehículos motorizados de combustión interna de baja capacidad, de ahí que el resultado de esta modalidad basada en el automóvil y el autotransporte público de bajo volumen (autobuses urbanos) hayan generado grandes externalidades como: accidentalidad, mortalidad, morbilidad, congestionamiento vial, pérdida de horas efectivas, ruido y emisiones atmosféricas de contaminantes que afectan las características del aire y, en consecuencia, la salud de las personas. Además, se estima que la movilidad en vehículo privado representa el 40% de los viajes diarios en comparación con el área metropolitana del Valle de México, donde la movilidad en automóvil solo representaba el 29% del total diario (ONU-Hábitat, 2015).

A lo anterior también hay que adherir la existencia de una gran proporción de vehículos que superan los diez años de antigüedad, lo que implica que estas unidades no cuenten con convertidores catalíticos en sus sistemas de escape para el control de emisiones; esto conduce a que la eficiencia de sus motores tienda a ser muy baja respecto al consumo de combustibles fósiles. Según Cervera y Rangel (2015), la antigüedad promedio de los vehículos en el país oscilaba en los dieciocho años de antigüedad, cantidad que se aproxima a lo reportado por Melgar y Asociados sobre los 16,58 y 16,70 años en promedio (Portal Automotriz, 2012), o al Diario Oficial de la Federación (2009), quien le otorgaba al parque vehicular una antigüedad de 16,3 años.

Es importante distinguir que este estudio clasifica al parque vehicular en tres categorías: los vehículos que entran en forma ilegal con una antigüedad promedio de 19,53 años, los vehículos importados legalizados con una antigüedad de 18.01 años y los vehículos comercializados en México con un promedio de edad de 12,12 años; en este sentido, el trabajo relaciona los estudios sobre movilidad y sistemas de transporte urbano motorizado. A nivel general se preocupa por el uso excesivo del vehículo privado que está incidiendo fuertemente en la emisión de partículas contaminantes, por ello, el objetivo central plantea “reflexionar sobre el escenario de la movilidad motorizada que está experimentado actualmente el Área Metropolitana de Guadalajara”; de aquí, se hace uso metodológicamente del método analítico descriptivo con base en la revisión y análisis de contenidos temáticos de fuentes estadísticas primarias e información de fuentes secundarias a nivel nacional, estatal y local.

Covarrubias (2014), en “La explosión de la Industria Automotriz en México”, afirma que el tiempo máximo de operación de un vehículo de manera eficiente es de diez años en promedio, y esto en condiciones de mantenimiento preventivo y correctivo óptimo, ya que después de ese periodo los costos de mantenimiento en unidad y su

nivel de emisiones aumentan un 20% más en promedio por cada año adicional de operación.

En México, se han efectuado inventarios de emisiones de contaminantes tales como: cantidades de óxidos de nitrógeno y azufre ( $\text{NO}_x$  y  $\text{SO}_2$ ), combinaciones orgánicas de tipo volátil (COV), presencia en el aire de partículas suspendidas (PM), monóxido de Carbono (CO) o amoníaco ( $\text{NH}_3$ ); en efecto, la mayoría de estos gases son producto de la quema de los combustibles utilizados en la movilidad motorizada, lo que ha conducido a que los vehículos se conviertan en los principales responsables de más del 85% de todos los contaminantes, pero especialmente de CO,  $\text{NO}_x$  y los COV. El otro 15% restante proviene de fuentes fijas, naturales y de área (SEMADET, 2013).

## METODOLOGÍA

El ejercicio metodológico hace uso del análisis descriptivo a través de la revisión documental de los indicadores de los organismos de monitoreo ambiental, investigaciones científicas y datos vehiculares de las principales empresas automotrices de México; para esto, se ha identificado al parque vehicular en tres categorías: vehículos que entran ilegalmente al país con una antigüedad promedio de 19,53 años, vehículos importados legalizados con una antigüedad de 18,01 años y vehículos comercializados por la industria automotriz con un promedio de edad de 12,12 años. El análisis ha considerado también:

- El porcentaje de contaminantes que aporta cada municipio que compone el AMG, respecto al incremento del parque vehicular.
- Calidad del aire.
- Cantidad de vehículos registrados.
- Cantidad de vehículos verificados.

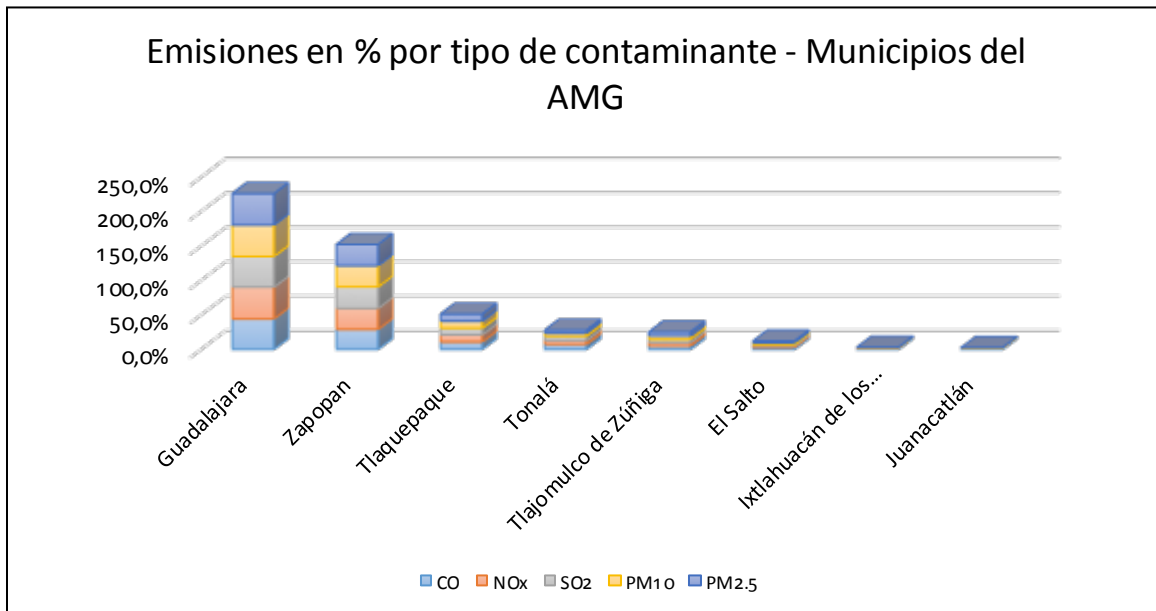
Por último, se reflexiona desde un enfoque sistémico el escenario actual de la ciudad, toda vez que la ciudad concebida como un sistema se encuentra sujeta a la presión de fuerzas de orden o

de composición bariónica y fuerzas de desorden o de composición fotónica (Prigogine, 1983), en resumen: “el resultado de este conflicto entre fuerzas fotónicas y bariónicas se manifiesta en un fuerte deterioro ambiental” (González y Jalomo, 2017); de aquí, el énfasis sobre la necesidad de fomentar la práctica de la movilidad urbana sostenible y reducir paulatinamente el consumo del vehículo privado.

En el AMG, el Colectivo Ecologista Jalisco AC y Latin American Capital (2013) sostienen que los municipios más desarrollados económicamente, como lo son Guadalajara y Zapopan, serían los principales contribuyentes de contaminantes, conforme se expone en la figura 2; además, esto coincide con el grado de desarrollo del parque vehicular de estos dos municipios que concentraban 1 317 181 vehículos de un total de 1 729 961 vehículos existentes en ese año en toda la metrópoli.

Los autobuses, automóviles, camionetas y otros medios de transporte motorizado representan el 76,14% de todo el parque vehicular metropolitano; las fuentes de emisión de contaminantes como las del transporte, aunado a las fuentes fijas originadas por las instalaciones industriales y comerciales han obligado a la SEMADET a instrumentar un monitoreo del aire considerando los contaminantes anteriormente mencionados, denominado Sistema de Monitoreo Atmosférico de Jalisco (SIMAJ). Este organismo cuenta con diez estaciones fijas, pero solo cubrían los municipios que componen la zona metropolitana (Guadalajara, Zapopan, Tonalá, Tlaquepaque, y Tlajomulco de Zúñiga), excluyendo las cabeceras municipales de El Salto, Juanacatlán, Ixtlahuacán de los Membrillos y Zapotlanejo (Colectivo Ecologista Jalisco AC y Latin American Capital, 2013).

De acuerdo con la SEMADET (2016), el SIMAJ se basa en la concentración de contaminantes, donde ha generado un índice metropolitano de calidad de aire (IMECA) que puede fluctuar entre cero y más de 200 puntos, dependiendo del valor indicado se establece un índice de calidad del aire. Así, un IMECA de 0 a 50 puntos representa una buena calidad de aire; de 51 a 100, se considera



**Figura 2.** Distribución porcentual de contaminantes criterio por Municipio

**Fuente:** elaboración propia con datos de (Colectivo Ecologista Jalisco AC., y Latino American Capital, 2013)

regular; de 101 a 150, mala calidad y valores mayores de 151 representan una calidad muy mala. El IMECA genera una serie de indicaciones para la población en general, enfocada en actividades al aire libre; sin embargo, el AMG ha sufrido contingencias ambientales esporádicas con episodios de calidad de aire mala y muy mala en los últimos años, de acuerdo con lo expuesto en la tabla 1.

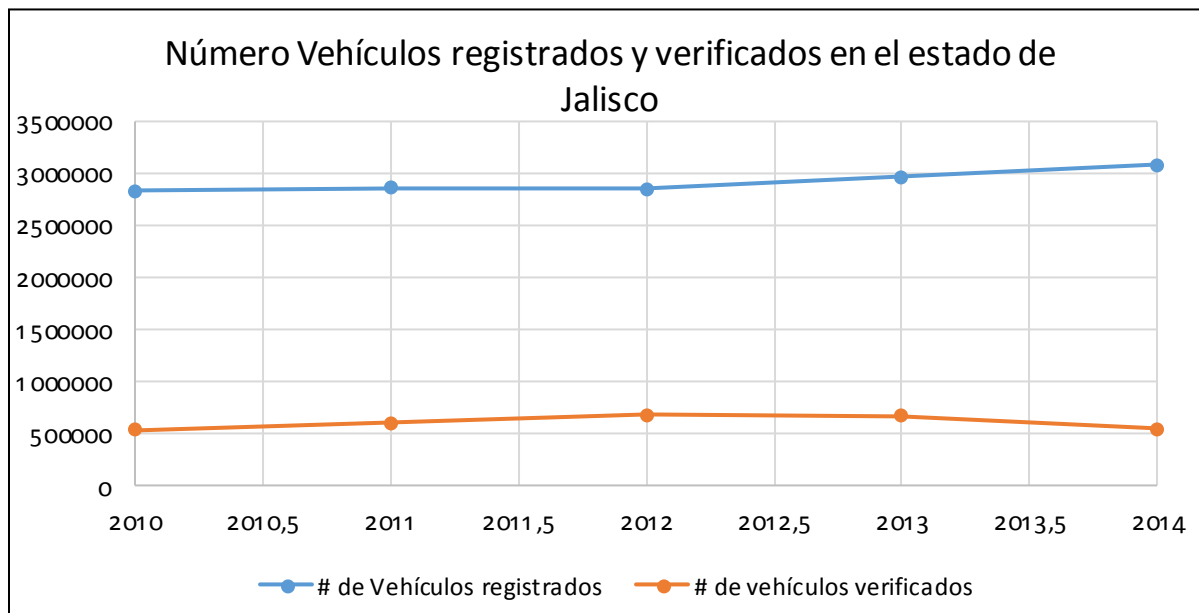
La información de la tabla 1 constata que la calidad del aire en el AMG está disminuyendo

importantemente, dado que se están presentando mayores precontingencias y contingencias denominadas Fase 1; además, la negligencia de la población para afinar y verificar la emisión de contaminantes de los vehículos se ha acentuado en los últimos cinco años, donde la verificación no supera el 25% de los vehículos registrados a nivel estatal de acuerdo con lo presentado en la figura 3.

**Tabla 1.** Calidad del aire en días para los años 2010 al 2014

IMECA	Días del año con calidad de aire					Contaminante Criterio/ Estación
	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	Extremadamente Mala	
2010	No se reporta	No se reporta	133	18	1	Ozono, estación Tlaquepaque
2011	No se reporta	No se reporta	237	32	3	Ozono, Estación Las Pintas
2012	No se reporta	No se reporta	128	9	2	PM10, estación Las Pintas
2013	27	220	107	12	0	Ozono, Estación Atemajac
2014	239	0	123	3	0	PM10, Estación Santa Fe

**Fuente:** elaboración propia con datos de (SEMADET, 2016)



**Figura 3.** Número de vehículos registrados y número de vehículos verificados

**Fuente:** elaboración propia con datos de (SEMADET, 2013 y 2016)

Ciertamente, no es de sorprender que las contingencias y precontingencias ambientales sean más frecuentes cada año, con repercusiones importantes en la salud de los ciudadanos, ejemplo de ello es el estudio del Instituto de Astronomía y Meteorología (IAM), a través de su director Hermes Ulises Ramírez Sánchez, quien observó que en el primer quinquenio de este siglo, los padecimientos respiratorios de infantes menores a los cinco años de edad, pudieran estar asociados con las condiciones de calidad del aire reportadas por el SIMAJ (Ramírez, 2006); adicionalmente, se han dado señalamientos por parte de la jefatura de infectología del Hospital Civil de Guadalajara referentes a las enfermedades obstructivas crónicas, las cuales se incrementan cada día, y esto incluye también a niños, en este caso, la contaminación ambiental es el único factor para ello (El Informador, 2016).

Destacan también, las investigaciones realizadas por la Universidad de Guadalajara, mediante el trabajo de Garibay, Herrera y Curiel, quienes sostienen que desde principios de este siglo la calidad del aire se distancia cada vez más de lo aceptable,

incrementándose el número de personas expuestas a concentraciones peligrosas, a grado tal de llegar hasta el doble de muertes por enfermedades respiratorias cada dieciséis años (Carrillo, 2009). En este sentido, de acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2014), la población del AMG está padeciendo afectaciones a la salud identificada por un deterioro en su calidad de vida, vinculada como se ha mencionado con la contaminación de fuentes móviles y estacionarias como las ladrilleras en la periferia metropolitana, donde el hollín se convierte en el principal contaminante, pues no solo deteriora la salud, sino que incrementa el efecto de calentamiento global.

## RESULTADOS

En la actualidad, la industria automotriz ofrece alternativas tecnológicas para reducir las emisiones atmosféricas de todo tipo de vehículos comenzando por motores de bajo cilindraje, uso de turbo cargadores, motores híbridos y vehículos completamente eléctricos. De hecho, “el vehículo

eléctrico actualmente es parte de una política de transporte sostenible y eficiente que busca disminuir el consumo de combustibles fósiles” (Mendoza, Quintero y Alarcón, 2015, p. 91). Incluso, ciudades como Melbourne en Australia, se ha propuesto la meta de reducir las emisiones de carbono a cero para el 2020 (City of Melbourne, 2016) y París para el año 2050 (Wiseman, 2015). Esto basado en un transporte público eléctrico, movilidad no motorizada y, por supuesto, tecnologías automotrices limpias.

Las compañías manufactureras de automóviles están enfocando sus esfuerzos de investigación en la producción de vehículos más eficientes y amigables con el medio ambiente natural, a través de automóviles eléctricos que generan cero emisiones durante su operación; adicionalmente, se ha aumentado la diversidad y la producción de vehículos híbridos, es decir, combinan un pequeño y

eficiente motor de combustión interna y uno eléctrico que lleva rendimientos combinados de más de 40 km por litro de combustible, como es el caso del Toyota Prius (Nexu, 2016).

En el caso de México se tienen 34 marcas automotrices que comercializan vehículos automotores, de los cuales se tienen unidades eléctricas, híbridas y modelos con motorizaciones más bajas y menor generación de emisiones de gases a la atmósfera; sin embargo, en muchos casos, las empresas del ramo automotriz no reportan la cantidad de gases emitidos por sus vehículos, pues solo once de las 34 comparten la información referente a la producción de gramos CO<sub>2</sub> por km. Entre las marcas que sí reportan esta información, se encuentran los fabricantes alemanes Mercedes Benz, BMW, Volkswagen, Porsche y Smart, la francesa Peugeot, las japonesas Mazda y Subaru y, finalmente, la coreana Kia, tal y como se señalan en la tabla 2.

**Tabla 2.** Relación de fabricantes automotrices comercializados en México

Marca	Modelo	Motor	Precio en pesos mexicanos	Emisiones de CO <sub>2</sub> ciclo mixto (g/km)	Emisiones según Eco Vehículos
Nissan	Leaf	Eléctrico	601 200	No emite emisiones	
Renault	Twizy	Eléctrico	290 000	No emite emisiones	
Audi	A1 e-tron	Eléctrico	No se reporta	No emite emisiones	
Mercedes Benz	Clase A	combustión interna	desde 444 900	129-125	174 modelo 2013
BMW	i3	Eléctrico	699 900	No emite emisiones	
BMW	i8	Eléctrico	2 501 900	No emite emisiones	
BMW	320i	combustión interna	desde 514 900	129.1	189
Volkswagen	UP	combustión interna	desde 146 900	129	No se enlista modelo
Chevrolet	Volt	Eléctrico	657 800	No emite emisiones	122 híbrido
Dodge	Attitude	combustión interna	desde 168 900	Sin reporte	186 modelo 2014
Chrysler	200	combustión interna	desde 345 000	Sin reporte	244 modelo 2014
Fiat	Uno	combustión interna	desde 178 900	Sin reporte	228 modelo 2014
Jeep	Patriot	combustión interna	desde 302 400	Sin reporte	208 modelo 2015 TM
Ram	700	combustión interna	desde 177 900	Sin reporte	234 modelo 2014 (FIAT Strada)
Mitsubishi	ASX	combustión interna	desde 322 900	Sin reporte	206
Honda	Civic	combustión interna	desde 292 900	Sin reporte	181
Accura	ILX	combustión interna	desde 469 900	Sin reporte	195



Marca	Modelo	Motor	Precio en pesos mexicanos	Emisiones de CO <sup>2</sup> ciclo mixto (g/km)	Emisiones según Eco Vehículos
Toyota	Prius	Hibrido	desde 339 700	Sin reporte	147 modelo 2014
Mazda	CX-3	combustión interna	desde 334 900	134.2	164
Subaru	Forester 2.0i XT	combustión interna	desde 595.900	190	203
INFINITI	Q50	Hibrido	720 200	Sin reporte	No se enlista modelo
INFINITI	QX60	Hibrido	1 039 900	Sin reporte	No se enlista modelo
KIA	Soul LX	combustión interna	desde 238 900	160.31	No se enlista modelo
HYUNDAI	Grand i10	combustión interna	desde 143 150	Sin reporte	166
BUICK	Encore	combustión interna	desde 397 200	Sin reporte	205
GMC	Terrain	combustión interna	desde 504 200	Sin reporte	280
Cadillac	ATS Sedan	combustión interna	desde 707 300	Sin reporte	216
Peugeot	301 Sedan Diésel	combustión interna diésel	desde 236 900	119	No se enlista modelo
Volvo	V40 T3	combustión interna	desde 379 900	127	185 modelo 2014 TM
Jaguar	XF 2.0i4 Turbo	combustión interna	desde 59 900 (dólares)	104	366
Landrover	Discover Sport	combustión interna	desde 44 900 (dólares)	Sin reporte	No se enlista modelo
Porsche	Macan S Diésel	combustión interna	desde 947 600	164 g–159 g	209
Porsche	Panamera S-E Hybrid	Hibrido	desde 1 714 500	71	209
Alfa Romeo	Mito Cuadrifoglio	combustión interna	desde 356 900	Sin reporte	192 modelo 2014 TM
Seat	Ibiza FR	combustión interna	desde 185 700	113	149 modelo 2015 TM, Turbo
Smart	ForTwo	combustión interna	desde 198 900	93	154 modelo 2014 TA, Turbo
Suzuki	Swift	combustión interna	desde 174 000	Sin reporte	171 modelo 2014 TA, TM
Lincoln	MKZ	combustión interna	desde 573 500	Sin reporte	221

**Fuente:** elaboración propia con datos de los 34 fabricantes y del Portal de Indicadores de Eficiencia Energética y Emisiones Vehiculares de Eco Vehículos, 2016

Una característica importante que se debe destacar es que la oferta de vehículos eléctricos en México ya asciende a seis modelos de vehículos, que incluye dos modelos del fabricante alemán BMW, uno más de la también empresa alemana Audi, un modelo de la japonesa Nissan, otro modelo de la francesa Renault y la norteamericana Chevrolet. El precio de estos vehículos oscila entre los 290 000 pesos mexicanos para el biplaza Renault Twizy y los 2 501 900 pesos mexicanos para el *BMW i8*, considerando solo cinco modelos, ya que Audi no reporta su precio, es decir, el rango oscila entre los 15 425,5 a los 133 079,8 dólares estadounidenses, con un valor de un dólar

equivalente a 18,8 pesos mexicanos. En el caso de los vehículos híbridos reportados por las comercializadoras se cuentan con tres modelos de los fabricantes japoneses: Toyota e Infinity con precios que oscilan entre los \$ 339 700 pesos mexicanos para el Toyota Prius (18 069 dólares estadounidenses), y de \$ 1 039 900 para el lujoso Infinity QX60 (55 314 dólares estadounidenses). Estos precios de venta están lejos de las posibilidades de compra de la mayoría de la población mexicana.

La consulta del Portal de indicadores de eficiencia energética y emisiones vehiculares arroja datos que permiten determinar los vehículos más verdes ambientalmente hablando, o los que menos

emisiones arrojan a la atmósfera, así como los que producen mayores gases, considerando dos criterios de calificación de las emisiones: “vehículos con calificación de contaminantes al aire y vehículos con calificación de gases de efecto invernadero” (Eco vehículos, 2016). Los resultados de los modelos de autos con las más altas calificaciones en ambos criterios solo califican a los vehículos

híbridos y eléctricos; sin embargo, se tienen tres modelos con motores de combustión interna que tienen la característica común de contar con motores de bajo cilindraje (menor de 1.4 litros por km), y en algunos casos la inclusión de un turbo cargador que emiten menores cantidades: Smart For two, Seat Ibiza y Chevrolet Spark; conforme se indica en la tabla 3.

**Tabla 3.** Vehículos comerciales con menores emisiones atmosféricas en México

Marca	Submarca	Versión	Modelo	Rendimiento Combinado (km/l)	CO <sub>2</sub> (g/km)	NO <sub>x</sub> (g/1000km)
HONDA	CIVIC	Híbrido 4 pts 1.5 litros, 4cil, 90 hp	2014	26.15	119	7
FORD	FUSION	Híbrido 4pts 2.0 litros, 4cil 188 hp	2015	28.93	107	5
CHEVROLET	SPARK	Ev eléctrico 5pts 139 hp	2016	72.21	43	0
CHEVROLET	VOLT	Sedan híbrido 4pts 1.5 litros, 4cil 100 hp	2016	25.4	122	2

**Fuente:** elaboración propia con datos del manual del usuario del portal de Indicadores de Eficiencia Energética y Emisiones Vehiculares de Eco vehículos, 2016

La tecnología automotriz a nivel mundial ha trabajado en la mitigación de gases contaminantes de efecto directo en la salud de los habitantes urbanos; continuamente, las nuevas opciones son más eficientes, más ligeras y en muchas ocasiones de menor cilindraje que se compensa con turbo-compresores para brindar una potencia suficiente para una movilidad segura y rápida. Evidentemente, la inclusión de automóviles híbridos y eléctricos en México sigue siendo muy lenta, debido a sus altos precios de mercado.

## CONCLUSIONES

El AMG enfrenta un reto sin precedentes: el de evitar que la salud de sus habitantes se continúe deteriorando por la mala calidad del aire; en este sentido, las autoridades y ciudadanía deben trabajar en forma conjunta para disminuir las emisiones de gases provenientes de actividades económicas industrializadas y las generadas por la movilidad motorizada, que en conjunto

representan fuerzas desestabilizadoras del metabolismo urbano. Una solución integral solo será posible con una socialización real y efectiva de las directrices estipuladas en la Ley y Reglamento de movilidad estatales, los cuales promueven un transporte público multimodal, incluyente, eficiente, seguro, amigable con el medio ambiente natural, es decir, que bajo la articulación de los sistemas de transporte masivo sustentables (tren ligero, BRT y autobuses de bajas emisiones), la movilidad cotidiana de distancias medias y cortas estaría complementada con una movilidad ciclista y peatonal de gran cobertura.

En la actualidad existen ejemplos exitosos que promueven la migración hacia una movilidad no motorizada, y quizá el más notorio lo constituye Nueva Delhi en la India, donde la apertura del metro logró en pocos años reducir el tráfico automotriz en casi el 40%, debido a una movilidad más expedita y económica para el usuario, particularmente el que se encuentra circunscrito en la clase media (Siemiatycki, 2006).

Efectivamente, el AMG es un área dinámica y de alta participación en la economía del país, es un núcleo importante de la cultura, el deporte, el comercio y la identidad nacional que equívocamente ha favorecido el paradigma del automóvil; sin embargo, se está en tiempo de emprender acciones gubernamentales, pero sobre todo ciudadanas para reducir la probabilidad de precontingencias y contingencias ambientales que afecten las expectativas de vida de los ciudadanos y que ocasionan un alto costo social y económico. Por tanto, el compromiso general recae en la promoción de la cultura de la movilidad incluyente, sustentable y segura. De igual forma, fomentar el respeto y la convivencia con los otros modos de transporte, pero, sobre todo, trabajar hacia el reemplazo sistemático del automóvil, debido a que este paradigma ya no es la alternativa más eficiente, sino al contrario, se ha convertido en un problema metropolitano de enorme complejidad. El reto, es la consolidación del paradigma de la movilidad sostenible, toda vez que el uso intensivo del automóvil favorece la generación de entropía en la ciudad, y en consecuencia caos vial, accidentalidad, ruido, contaminación y exclusión de los otros modos de la movilidad.

## REFERENCIAS

- Asprilla, Y. y Rey E. (2012). La implementación del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) de Bogotá y sus retos en el futuro. *Tecnogestión* 9(1), 26-40. Recuperado de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tecges/article/view/5649/7167>
- Carrillo, J. (2009). *Rebasa la contaminación del aire en la ZMG los estándares de la OMS*. Universidad de Guadalajara. Recuperado de <http://www.udg.mx/es/noticia/rebasa-la-contaminacion-del-aire-en-la-zmg-los-estandares-de-la-oms>
- Cervera, M. y Rangel, J. (2015). Distribución de la población por tamaño de localidad y su relación con el medio ambiente. *Seminario Taller "Información para la Toma de Decisiones"*. México: El Colegio de México. Recuperado de [www.inegi.org.mx/doc/p-WalterRangel](http://www.inegi.org.mx/doc/p-WalterRangel)
- City of Melbourne. (2016). Zero Net Emissions Strategy. Recuperado de [www.melbourne.vic.gov.au/SiteCollectionDocuments/zero-net-emissions-2002.pdf](http://www.melbourne.vic.gov.au/SiteCollectionDocuments/zero-net-emissions-2002.pdf)
- Colectivo ecologista Jalisco A.C. y Latin American Capital. (2013). Costos económicos y ambientales en el Área Metropolitana de Guadalajara. Recuperado de [ciudadpixel.mx/documentos](http://ciudadpixel.mx/documentos)
- Covarrubias, A. (2014). La explosión de la Industria Automotriz en México. *Friedrich Abert Stiftung*, 1. Recuperado de [http://www.fesmex.org/common/Documentos/Libros/Paper\\_AP\\_Explosion\\_dela\\_Ind\\_Automotriz\\_AlexCovarrubias\\_Mar2014.pdf](http://www.fesmex.org/common/Documentos/Libros/Paper_AP_Explosion_dela_Ind_Automotriz_AlexCovarrubias_Mar2014.pdf)
- Diario Oficial de la Federación. (2016). Programa Nacional para el aprovechamiento sustentable de la energía 2009-2012. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5121860](http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5121860)
- Eco vehículos. (2016). *Manual del usuario del portal de indicadores de eficiencia energética y emisiones vehiculares*. Recuperado de: <http://www.ecovehiculos.gob.mx/>
- El informador (2016). Alertan en Jalisco sobre riesgos por contaminación ambiental. Recuperado de <http://www.informador.com.mx/jalisco/2016/656675/6/alertan-en-jalisco-sobre-riesgos-por-contaminacion-ambiental.htm>
- González, M. y Asprilla, Y. (2016). La habitabilidad del espacio periurbano en el área metropolitana de Guadalajara: Entropías en la provisión de servicios hidrosanitarios. *Tecnogestión: una mirada al ambiente*, 13(1), 92-106. doi: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tecges/article/view/12130/12697>
- González, M. y Jalomo, F. (2017). Expansión periurbana y transformaciones en el espacio geográfico: la recarga hídrica en el Área Metropolitana de Guadalajara. En *11° Congreso Nacional "Marejadas rurales y luchas por la vida", Bahía de Banderas*. Nayarit: México.
- González, M. (2016). Infraestructura y desarrollo: las afectaciones del comercio adyacente a línea 3 del tren ligero en Jalisco. *Tecnogestión: una*

- mirada al ambiente*, 13(1), 24-34. doi: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tecges/article/view/12124/12682>
- González, M. (2017). Movilidad motorizada e infraestructuras de transporte en Culiacán: una situación entrópica. En I.J. Jasso (Coord.). *Poder, Cultura y Desarrollo* (pp. 60-77). México: Universidad de Guanajuato.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2014). *Evaluación de PM2.5, compuestos orgánicos volátiles y ozono para definir medidas de control en la Zona Metropolitana de Guadalajara: Etapa III*. Recuperado de [http://www.inecc.gob.mx/descargas/calair/2014\\_inf\\_fin\\_pm25\\_guad\\_e3.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/calair/2014_inf_fin_pm25_guad_e3.pdf)
- Mendoza, C., Quintero, A., y Alarcón, J. (2015). Algoritmo de gestión para la recarga de vehículos eléctricos. *Revista Tecnura*, 19, 90-98, doi: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.ICE.a11>
- Nexu (2016). *Lo que debes saber sobre cómo funcionan los autos híbridos y eléctricos*. Recuperado de <http://www.nexu.mx/blog/lo-que-debes-saber-sobre-como-funcionan-los-autos-hibridos-y-electricos/>
- ONU-Habitat. (2015). *Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015*. México. Recuperado de <http://www.onuhabitat.org/Reporte%20Nacional%20de%20Movilidad%20Urbana%20en%20Mexico%202014-2015%20-%20Final.pdf>
- Portal Automotriz. (2012). *Reporta Melgar de México el parque vehicular en México*. Recuperado de <http://www.portalautomotriz.com/noticias/estudios-de-mercado/reportamelgar-de-mexico-el-parque-vehicular-en-mexico>
- Prigogine, I. (1983). *Tan solo una ilusión: una exploración del caos al orden*. Barcelona: Tusquest editores.
- Ramírez, A. (2016). Mueren seis ciclistas más en 2015 respecto al año anterior. *Periódico Milenio*. Recuperado de [http://www.milenio.com/region/Mueren-ciclistas-respecto-ano-anterior\\_0\\_659934037.html](http://www.milenio.com/region/Mueren-ciclistas-respecto-ano-anterior_0_659934037.html)
- SEMADET. (Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco) (2013). *Informe anual de la calidad del aire 2013*. Recuperado de <http://siga.jalisco.gob.mx/aire/reportes/ReporteAire2013.pdf>
- SEMADET. (2016). Temporada invernal y la calidad del aire en el AMG 2015-2016. Recuperado de [http://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/temporada\\_invernal\\_y\\_calidad\\_del\\_aire\\_rp\\_2015-2016.pdf](http://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/temporada_invernal_y_calidad_del_aire_rp_2015-2016.pdf)
- Siemiatycki, M. (2006). Message in a Metro. Building Urban Rail Infrastructure and Image in Delhi, India. *International Journal of Urban and Regional Research*, 2(30), 277-292.
- Sipse. (2014). *Frena Corte importación de autos chocolate*. Recuperado de <http://sipse.com/mexico/importacion-autos-usados-chocolate-suprema-cor-teamparoexportacion-116362.html>
- Valbuena P., García-Ubaque, C., y Granados S., M. (2017). Metodología para el monitoreo estructural y patológico de viviendas afectadas por deslizamientos. *Revista Tecnura*, 21(52), 79-87, doi: [10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.2.a06](http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.2.a06)
- Wiseman, J. (2015). Zero Emissions Plans-Cities and Regions Special Role-Zero Emissions Byron Ambition. *Beyond Zero Emissions*. doi: <http://bze.org.au/media/news/wire/zero-emissions-plans-cities-and-regions-special-role-zero-emissions-byron-a151214>

