



La planificación carretera en el marco del cambio climático: el caso México

Mario González Pérez

Universidad Católica de Guadalajara, Jalisco, México

92

Introducción

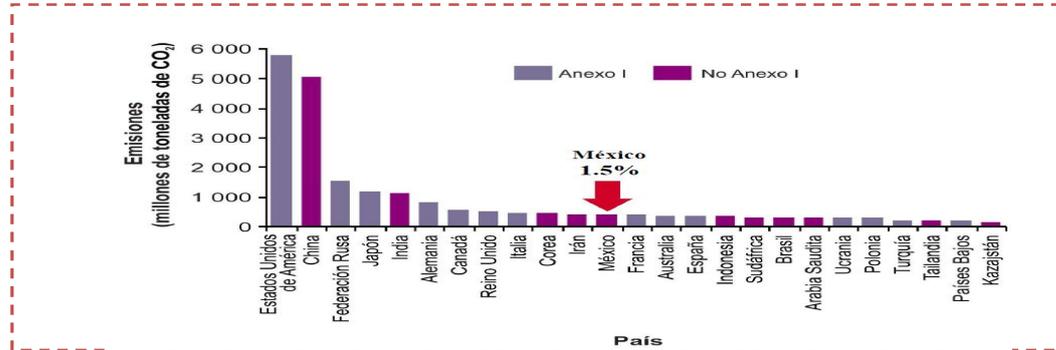
El proceso de planificación y diseño de carreteras ha evolucionado en los últimos 50 años en México. De proveer inicialmente una infraestructura para la movilidad rápida y eficiente de vehículos y mercancías de un origen a un destino a un proceso más integrado, considerando las necesidades de los conductores, peatones, ciclistas, motoristas, personas con impedimentos y otros usuarios. Los cambios en los nuevos desarrollos urbanos y la rehabilitación de la red existente de carreteras ameritan un enfoque interdisciplinario para poder satisfacer las necesidades de todos los usuarios sin sacrificar los aspectos de seguridad y movilidad y proveyendo espacios públicos para mejorar la calidad de vida de todos. De ahí que, en este proceso de movilidad a través de las infraestructuras carreteras se cuestionen las externalidades que el propio proceso de construcción implica.

Análisis de la incidencia de las infraestructuras carreteras en el medio ambiente.

En efecto, es conocido el potencial estructurador en el espacio territorial de las infraestructuras carreteras. Sin embargo, es premisa fundamental preservar el capital natural con intención de trasladarlo a las generaciones futuras tanto de manera directa; evitando la transformación o destrucción de dicho capital por efecto directo de las propias obras. O bien, de manera indirecta evitando su paso por zonas no aptas para la urbanización para evitar con ello su potencial estructurante. Que de acuerdo con las cifras reportadas por la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) para el 2003, México ocupa el lugar 12 a nivel mundial en las emisiones de CO₂ por quema de combustibles fósiles, con un total de 374.25 millones de toneladas de CO₂ o el 1.5% de las emisiones globales (Véase figura 1).



Figura 1. Países con las mayores emisiones de CO₂ por quema de combustibles fósiles, 2005.

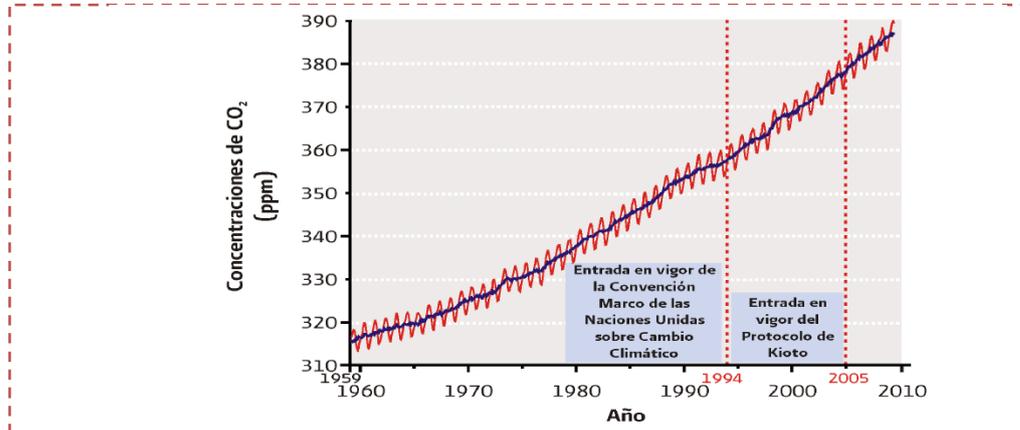


Fuente: International Energy Agency. Key World Energy Statistics, 2007.

Esta situación ha llevado a la comunidad internacional a adoptar medidas de prevención, mitigación y control del impacto ambiental producto del desarrollo. Que a partir de la Cumbre de Río en junio de 1992, se determinó que los sistemas de transporte son parte esencial de la vida económica y social de los países. Sin embargo, el principal contribuyente al problema de contaminación del aire, de ahí la

importancia de encontrar un equilibrio entre medio ambiente y desarrollo (Mar 2002). Situación, que ya con anterioridad el marxismo criticó en torno a los límites del sistema capitalista, que arraigado en una concepción de tiempo y del espacio en la que sólo se contempla un costo-beneficio en el ámbito de las reglas del mercado, nos ha llevado a un desequilibrio social y ambiental (Véase figura 2).

Figura 2. Evolución de las emisiones de CO₂ a nivel mundial



Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration, Earth System Research Laboratory. Global Monitoring Division, USA, 2009.



Diagnóstico de la planificación carretera en México

Hoy en día, los países en el mundo están dando alta prioridad a la modernización de su infraestructura carretera, en la idea de lograr una mayor participación en la economía global. Ante ello, México ha adoptado una política resumida en elevar la cobertura, calidad y competitividad de su infraestructura, con el aprovechamiento de su posición geográfica y los tratados internacionales (SCT 2009). El desarrollo de las redes de transporte y el crecimiento urbano son innegables. Las áreas donde se instalan y desarrollan sistemas de transporte (carreteras, ferrocarril, metro, etc.) son las preferidas para la expansión urbana; estos espacios experimentan, cambios en los usos del suelo e instalación de actividades urbanas diferentes a las anteriores, respondiendo a las nuevas dotaciones de accesibilidad que proporcionan las nuevas redes de transporte (Serrano et al. 2003).

En el caso de México, la red carretera nacional constituye la columna vertebral del sistema de transporte, ya que por vía terrestre, particularmente por las carreteras, se desplaza el 53% de la carga nacional y el 98% de los pasajeros que se trasladan a lo largo y ancho del país. Por autotransporte se movilizan cerca de 479 millones de toneladas y 3,1 70 millones de pasajeros cada año. Sin embargo, el transporte carretero representa el principal consumidor de energía en el Sector Transporte (SCT 2009). Así que, en la medida que los mercados de carbono

sean considerados la herramienta preferida para promover acciones que reduzcan emisiones de GEI de la forma más eficiente y económica posible, las acciones encaminadas a la disminución de CO₂ insertas en los programas oficiales de ahorro y eficiencia energética de la Comisión Nacional de Ahorro de Energía (CONAE) y del Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica (FIDE), incluidos en la línea base de emisiones de la prospectiva 2004-2014 de la SENER traerán a colación mejores escenarios del panorama actual.

Sin duda, el protocolo de Kioto se ha convertido en un importante instrumento para promover las inversiones en proyectos carreteros que reduzcan emisiones de GEI y que contribuyan al desarrollo sustentable de países en desarrollo. Por lo que, cuando Richard T. T. Forman (1998) introdujo el concepto de “carreteras ecológicas”, nació una nueva disciplina que necesariamente implicó el trabajo conjunto de profesionistas de diferentes áreas como biólogos, ingenieros y geógrafos. En efecto, no se ha generado una teoría general que permita tener reglas generales para la construcción carretera, lo que conlleva a estudiar las condiciones caso por caso (Sánchez 2007). Siendo conocidas las transformaciones que han implicado a escala mundial en los procesos de urbanización de las ciudades, que han detonado cambios radicales en los ámbitos demográficos, económicos y ecológicos.



Aspectos metodológicos en materia de planificación normativa

Hoy en día, México padece de un conjunto muy variado de problemas ambientales que comprometen la sostenibilidad de su desarrollo. Algunos de estos problemas coinciden con los de los países desarrollados y derivan de procesos acelerados de industrialización-urbanización; otros son propios de países en desarrollo, como la transformación de hábitat, o la sobreexplotación de recursos naturales (Sánchez 2007). Ante esta situación, el lineamiento fundamental de acción climática consiste en *conservar la cobertura vegetal y asegurar y ampliar la producción primaria bruta como forma esencial de captura de carbono atmosférico*, sinergia entre los objetivos estratégicos fundamentales del combate a la pérdida de la biodiversidad, la degradación de tierras, la desertificación y el calentamiento global (SEMARNAT 2010). Igualmente, han resultado necesarias las innovaciones en cuanto la utilización de materiales ecológicos en los procesos de construcción de las infraestructuras de transporte, que en lo relativo a pavimentos hidráulicos destaca el *Acuicreto*, *Ecocreto* y *Paicret*.

El Acuicreto es una propuesta de la empresa mexicana CEMEX, cuyas propiedades consisten en ser un concreto permeable, es decir que permite la filtración del agua al

subsuelo, minimizando el escurrimiento de la lluvia. Por su lado, los pavimentos de Ecocreto

(Mezcla de granzón, cemento tipo I, agua y el aditivo Ecocreto, (como sustituto de la arena), resistencia a la compresión superior a un $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en promedio y resistencia a la flexión de superior a un $f'y = 40 \text{ kg/cm}^2$, Menéndez, 2006) disminuyen la inversión en

drenajes hasta en 40%, son reciclables y dada su composición porosa dejan pasar el agua de lluvia libremente y de inmediato al subsuelo, permitiendo la recarga del subsuelo y de los acuíferos profundos. De igual forma, el Paicret permite captar la lluvia y llevarla directamente a almacenes subterráneos mediante bloques de concreto. Esta última tecnología deriva de un desarrollo diseñado por CGeo-UNAM, y consiste de una serie de bloques estructurales huecos acomodados a manera de rompecabezas en la superficie, con el fin de que absorba toda el agua de lluvia acumulada en una zona y luego filtrarla al subsuelo para su aprovechamiento (Menéndez 2006).

Por otro lado, a finales de la década de los 90, se promueve el uso y empleo de las emulsiones asfálticas en la intención de ahorrar energía y contaminación. Por tanto, se retoma

el uso del Slurry Seal (Asfalto en frío que se compone de una mezcla líquida homogénea de

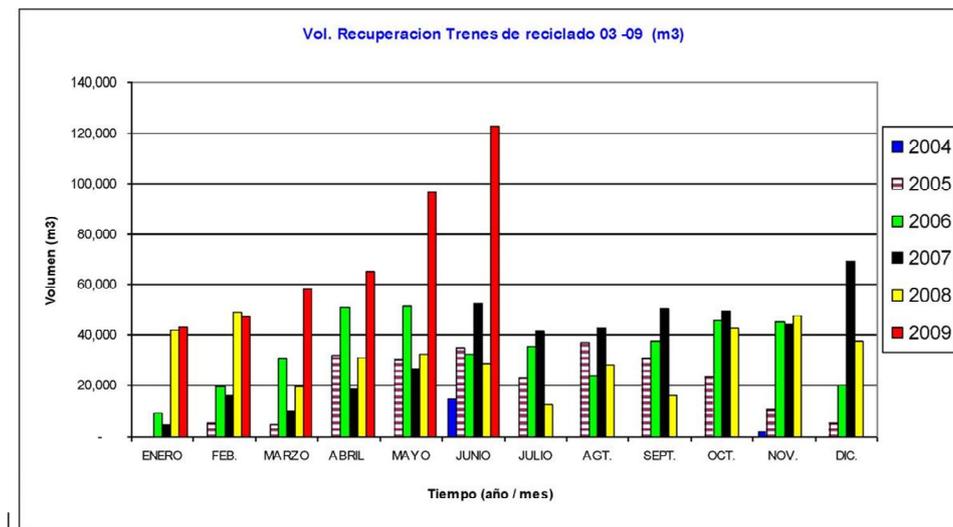


agua, emulsión asfáltica, filler mineral y un agregado bien graduado, Tolcan, 2010) vetado en los años 70's como sistema integral, eficiente y ecológico en la preservación de pavimentos flexibles (Tolcan 2010). Situación que ha motivado a tomar medidas ambientales tales como la decisión en el gobierno del Distrito federal en materia de pavimentación y bacheo utilizando mezcla asfáltica templada, es decir, producirse a una temperatura de 30 grados centígrados menos de los parámetros normales

para disminuir la contaminación(El universal 2010).

En lo relativo a la *recuperación del pavimento flexible con cemento pórtland* se ha logrado un ahorro de energía y protección al medio ambiente reutilizando materiales no renovables (Véase figura 3). A la vez, mejoramiento mecánico e hidráulico (incremento de la capacidad estructural, mayor vida útil), conservación de alturas de rasante y un costo menor al de un pavimento nuevo (ICCG 2009).

Figura 3. Retrospectiva en la conservación de pavimentos flexibles en México



Fuente: ICCG, Noviembre de 2009.

Resultados experimentales de los materiales ecológicos y su discusión en torno a las aplicaciones en materia de construcción carretera

La evidencia empírica en torno a este procedimiento incluye en zonas urbanas al Periférico Ecológico de Puebla (Véase figura 4), la Autopista Monterrey-Salttillo (Véase figura 5) y la Autopista México-Querétaro (Véase figura 6).



*Figura 4. Cadenamiento 17+500-22+170 "A" y "B" del Periférico ecológico de Puebla
Volumen total de 88,704 m³ con 3% de Cemento Portland*



Fuente: ICCG, Noviembre de 2009.

*Figura 5. Autopista de 4 carriles de 50 km Monterrey-Salttilo
Volumen total de 155,000 m³ con 4% de Cemento Portland*





Figura 6. Rehabilitación estructural del pavimento del km 105+500-147+915 "A" y "B" de la Autopista México-Querétaro Volumen total de 605,388 m³ con 9% de Cemento Portland.



Fuente: ICCG, Noviembre de 2009.

En materia de mitigación en el sector transporte se ha dado cumplimiento a la normatividad vigente y se ha promovido el desarrollo de capacidades de verificación vehicular, verificación de emisiones contaminantes de los vehículos de autotransporte de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana que regula los límites de emisión de gases provenientes de motores que utilizan diesel como combustible. Igualmente se han realizado estudios para incrementar la eficiencia energética y reducir el consumo de combustibles (transporte carretero federal), desarrollo de infraestructura para mejores prácticas de transporte urbano (INE, 2010).

Conclusiones

Ciertamente en México se han tomado medidas encaminadas a la disminución de GEI tales como: el crecimiento del uso del gas natural sobre el combustóleo en la generación de energía eléctrica, la reducción de subsidios en los precios de los combustibles y en el aumento al impuesto en las gasolinas, la implementación de las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas a combustibles y a transporte, las Normas Oficiales Mexicanas para la eficiencia energética, los Programas de aislamiento térmico de la vivienda, los Programas en iluminación doméstica, el Horario de Verano, el



Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal, la Campaña de Ahorro y Uso Eficiente de Energía en Petróleos Mexicanos, los Proyectos y programas del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), la Revisión del sistema normativo para la regulación ambiental de la industria, el impulso a la autorregulación industrial, los Planes y programas para un reordenamiento territorial en ciudades, las Acciones para mejorar el manejo de residuos sólidos municipales, en particular el apoyo a la creación de rellenos sanitarios, las Acciones Instrumentadas Conjuntamente (AIC), entre los cuales resalta el proyecto ILUMEX, el cual recibió el primer certificado en el mundo en materia de reducción de emisiones en el área de energía, el Proyecto de una mini red de energía renovable en San Juanico, BCS, entre otras acciones. Sin embargo aun se ausentan de la política federal acciones, normativas cultura en

el uso de materiales reciclables y ecológicos en los procesos de construcciones de las infraestructuras de transporte.

En efecto, hay acciones puntuales encaminadas a la disminución de GEI, de la reducción de energía y a la minimización del cambio climático, pero son solo eso; eventos puntuales, esfuerzos mínimos de algunos sectores de la iniciativa privada y gobiernos locales. Por lo que, la tarea para México en materia de planificación carretera y cambio climático aún se muestre germinal.

Agradecimientos. Este proyecto parte de los impulsos del Doctorado en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad del Centro Universitario de Arte Arquitectura y Diseño de la Universidad de Guadalajara por motivar al planteamiento de propuestas enmarcadas en el paradigma de la sustentabilidad.

Referencias

- Bauzá, J.D. (2005), *El reciclado de los residuos de construcción y demolición: una deuda del sector con la sociedad*. ARQUISUR. Sevilla, España.
- De La Peña González, Elena (2009). *Gestión de infraestructuras, tráfico y sumideros de CO2 para reducir las emisiones del transporte por carretera* en Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera. Núm. 167, España.
- Del Val, M.A. (2006). *Consideraciones ambientales sobre las mezclas asfálticas* en Revista RUTAS, núm. 112. Madrid, España.
- Díaz Gutiérrez, L. et al (2003). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero*. Energía: sector transportes 2000-2001, Instituto Nacional de Ecología, INGEI, México.



- Fernández, A. y Martínez, J. (2003). *Avances de México en materia de cambio climático 2001-2002*, en Patricia Osnaya (compiladora); INE-SEMARNAT, México.
- Fernández, A. y Martínez, J. (2004). *Cambio Climático: una Visión desde México*, en Patricia Osnaya (compiladora); INE-SEMARNAT, México.
- Mar Juárez, E. (2002). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero*. Instituto Nacional de Ecología, INGEI, México.
- Sampedro Rodríguez, Ángel (2009). *El Protocolo de Kioto en la ingeniería de carreteras* en Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera. Núm. 167, España.
- SCT (2008). *Anuario Estadístico*, Dirección General de Planeación, México.
- SEMARNAT (2010). *Programa Anual de Trabajo*, Sector Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- Serrano, M. et al (2003). *Implicaciones Territoriales de los Trazados de las Carreteras Orbitales de la Comunidad de Madrid mediante Teledetección: Bases Metodológicas*. En el X Congreso de Teledetección, Cáceres, España.
- http://cambio_climatico.ine.gob.mx/comprendercc/qsehaceparamitigarelcc/ambitonacional.html
- <http://www.diputados.gob.mx/cedia/sia/spe/SPE-CI-A-24-07.pdf>
- <http://www.eluniversal.com.mx/notas/715919.html>
- <http://www.imcyc.com/revistact06/nov06/TECNOLOGIA.pdf>
- <http://www.imt.mx/>
- <http://www.ine.gob.mx/>
- http://www.pistzaya.buap.mx/matria/matria_11.pdf
- <http://www.sct.gob.mx/>
- http://www.semarnat.gob.mx/temas/cambioclimatico/Documents/enac/sintesis/070116%20HENAC.1.2.VUS_compl.pdf
- <http://www.tolcan.com/noticias/noticias.html>

Datos del Autor

Ing. Mario González Pérez
Universidad Católica de Guadalajara, Jalisco, México,
inge_united@hotmail.com