



FOMIX
QUERÉTARO

Ciencia, Tecnología e innovación en Querétaro Casos exitosos



SECRETARÍA
DE EDUCACIÓN



Transformación de la movilidad en ciudades mexicanas intermedias en reciente proceso de dispersión:

Caso de la Zona Metropolitana de Querétaro (1995-2010).

FOMIX QRO-2010-C01-146269



SECRETARÍA
DE EDUCACIÓN



GOBIERNO DE
SOLUCIONES

PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE QUERÉTARO

Lic. José Eduardo Calzada Rovirosa
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL

Dr. Fernando de la Isla Herrera
SECRETARIO DE EDUCACIÓN

CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE QUERÉTARO

Ing. Ángel Ramírez Vázquez
DIRECTOR GENERAL

Lic. Mauricio Palomino Hernández
SECRETARIO

D.G. Alicia Arriaga Ramírez
Ing. Marivel Zea Ortiz
DISEÑO Y DIFUSIÓN

Redacción y corrección de estilo
Ramón Martínez de Velasco

Agosto de 2013

Boletín Electrónico Núm. 8

Ciencia, tecnología e innovación en Querétaro. Casos Exitosos

Transformación de la movilidad en ciudades mexicanas intermedias en reciente proceso de dispersión: el caso de la Zona Metropolitana de Querétaro (1995-2010).

FOMIX QRO-2010-C01-146269

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Dr. Enrique Cabrera Mendoza
DIRECTOR GENERAL

Dr. Elías Micha Zaga
DIRECTOR ADJUNTO DE DESARROLLO REGIONAL

Mtro. Hugo Nicolás Pérez González
DIRECTOR REGIONAL CENTRO

Lic. Gabriela I. Bermejo Chávez
SUBDIRECTORA REGIONAL CENTRO-NORTE

Maestría en Ingeniería de Vías Terrestres de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro.

Agradecemos el apoyo de la Facultad de Ingeniería por su aportación en el contenido de éste boletín.



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN



GOBIERNO DE SOLUCIONES

Fondo Mixto Conacyt – Gobierno del Estado de Querétaro

El Fondo Mixto (FOMIX) que suscriben el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y el Gobierno del Estado de Querétaro, fue creado en el año 2002 y tiene como objetivo administrar los recursos financieros que integran dicho fideicomiso a efecto que se destinen a fomentar y canalizar apoyos a la investigación, innovación y desarrollo tecnológico de interés para el estado de Querétaro.

Los recursos del FOMIX se destinan a proyectos científicos, tecnológicos y de innovación interinstitucionales, multidisciplinarios, con impacto social, vinculados con el sector productivo y con usuario final identificado.

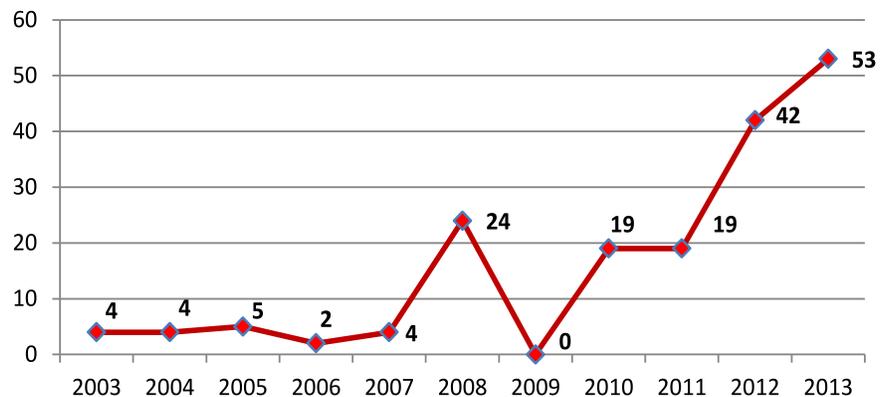


La revista electrónica que se presenta tiene como finalidad atender un aspecto importante del Fondo, que es el de promover la difusión y divulgación de los resultados alcanzados por los proyectos que fueron apoyados.

Esperamos que la serie de revistas electrónicas que se elaboran con el apoyo del FOMIX-Querétaro contribuya a consolidar una cultura científica y tecnológica en el estado.

FOMIX: Recursos financieros invertidos de 2003 a 2013

Millones de pesos



Contenido

Breve semblanza del Centro de Investigación o Institución de Educación Superior	1
Título del proyecto	1
Antecedentes del desarrollo del proyecto	1
Descripción del proyecto	5
Ingreso al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Conacyt	6
Fuente(s) de financiamiento	6
Usuario del proyecto	6
Impactos del proyecto	6
Formación de capital humano y/o empleos generados sostenidos	7
Problemática detectada. Resultados	7
Nombre(s) de los investigadores responsables	13



SECRETARÍA
DE EDUCACIÓN



GOBIERNO DE
Cerca de Todos
SOLUCIONES

**Breve semblanza del
Centro de Investigación
o Instituto
de Educación Superior**

La Maestría en Ingeniería de Vías Terrestres de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) fue creada en el año 2008 y desde el 2009 se encuentra en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Conacyt. Fue reestructurada en el 2013, absorbiendo la línea terminal en Transporte y Logística de la Maestría en Ciencias. Lo anterior, derivado de la fortaleza e impulso en la línea de movilidad de la Maestría en Vías Terrestres.

Así, actualmente se denomina Maestría en Ingeniería de Vías Terrestres, Transporte y Logística, cuyos objetivos fundamentales son los siguientes:

- Brindar capacitación y actualización de alto nivel, en un ambiente de análisis y discusión sobre los diferentes problemas de ingeniería que presentan las vías terrestres.
- Realizar, en forma integral, investigación metodológica que redunde en proyectos que contribuyan a la creación de una infraestructura sólida y eficiente, en materia de vías terrestres.
- Coadyuvar a resolver la problemática que presentan las vías terrestres a lo largo y ancho del territorio nacional, mediante la aplicación de nuevas tecnologías a la infraestructura y logrando una adecuada línea de transferencia tecnológica con universidades de otros países.

Los egresados de la Maestría en Ingeniería de Vías Terrestres, Transporte y Logística, pueden desarrollarse en instituciones públicas o privadas, o en el ejercicio libre de la profesión, e inclusive en los campos de la docencia y la investigación.

Título del proyecto

Transformación de la movilidad en ciudades mexicanas intermedias en reciente proceso de dispersión: el caso de la Zona Metropolitana de Querétaro (1995-2010).

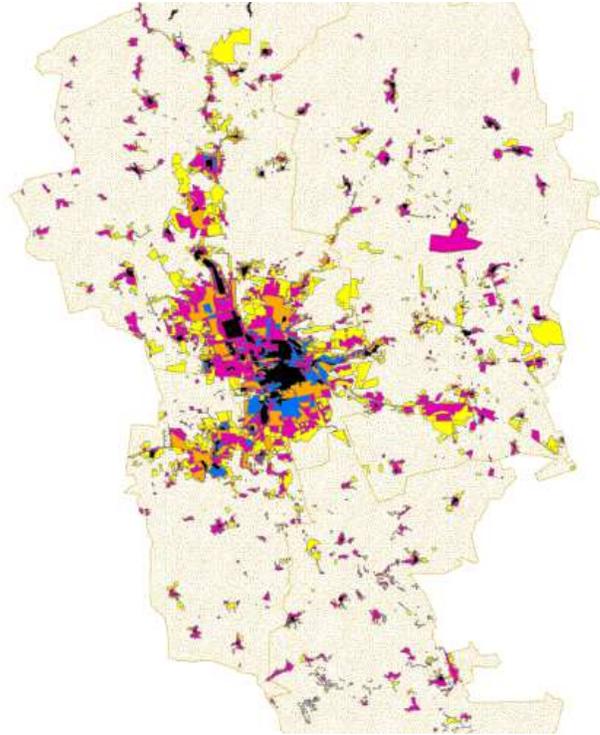
**Antecedentes del desarrollo
del proyecto**

En coincidencia con otras áreas metropolitanas en América Latina, la de Querétaro muestra una expansión territorial muy drástica. Si bien demográficamente ha crecido a ritmos mayores que otras áreas urbanas mexicanas similares (160,063 habitantes en 1970; 293,589 en 1980; 456,458 en 1990; 641,386 en el año 2000; 734,139 en el 2005. INEGI, citado en Origel, 2008), la extensión de la superficie terrestre donde se ubican las

actividades que pueden considerarse incorporadas a este conglomerado ha crecido a ritmos mucho mayores.

La mancha urbana de la Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ) experimentó un intenso crecimiento en las décadas recientes:

En 1970 su superficie era de 31 km². En 1992 alcanzó los 101 km², y en el año 2002 los 130 km² (Cobo-Urquiza, 2008).



Evolución de la mancha urbana (1970-2010).

Este diferencial en los ritmos de crecimiento demográfico y territorial se expresa, de manera obvia, en la reducción de la densidad poblacional por unidad de superficie. Y sólo este decremento de la densidad –sin tomar en cuenta otros elementos– implica modificaciones relevantes en los distintos rubros que tienen que ver con la movilidad.

Si se considera que las dinámicas de ubicación habitacional y de emplazamiento de centros de trabajo se han mantenido relativamente autónomas y siguiendo las prevalentes del año 1970, se infiere que los desplazamientos crecieron en extensión.

Pero no sólo es el alargamiento de los viajes el único efecto de este crecimiento desmesurado del territorio ocupado por actividades urbanas; ni su equivalente incremento en tiempo de viaje, desgaste vehicular y de los propios pasajeros y automovilistas; ni la inferencia que de ahí puede derivarse las

razones que muy probablemente hayan empeorado las situaciones de congestión, contaminación y accidentalidad (cuestiones que tendrán que ser demostradas y cuantificadas), sino que muy seguramente las prácticas de movilidad se han modificado de diverso modo debido, sobre todo, al curso que ha seguido la ocupación de suelo en la Zona Metropolitana de Querétaro.

De lo anterior hay antecedentes documentados a partir de los años 60 del siglo pasado, los cuales, en síntesis, registran lo siguiente:

- El emplazamiento de la industria manufacturera, impulsado básicamente por el capital de la industria de la construcción, y la consecuente expansión de la mancha urbana en los últimos cinco años.
- La instalación de centros de trabajo en la ciudad de Querétaro provocó una densificación de los terrenos incorporados al mercado inmobiliario urbano, así como la intensificación del proceso migratorio.
- A partir de los años 80 del siglo pasado las empresas industriales se instalan fuera de la mancha urbana, sobre todo a lo largo de la carretera federal 57. Este patrón de emplazamiento industrial disperso se aceleró al inicio del siglo XXI y se ha acentuado en el más reciente quinquenio.
- De manera complementaria y reciente, también se observa en las zonas periféricas de la ZMQ la construcción de unidades residenciales de diverso tipo, y que a partir de las decisiones de los desarrolladores inmobiliarios se ha creado una sobreoferta de vivienda 'aventurada', asociada con capital financiero especulativo u otras fracciones.
- Esta tendencia ha dado como resultado un esquema de 'ciudad dispersa' y de densidades habitacionales diferenciales, una subutilización de la infraestructura y el incremento del costo de los servicios urbanos, así como la dispersión en los patrones de movilidad diferenciados por modo de transporte e ingreso, para el caso de los movimientos de personas.
- El cambio de uso suelo y su efecto en el valor comercial ha ido modificando las actividades de los pobladores en zonas anteriormente rurales y la movilidad en sentido amplio; esto es, desde migraciones internacionales, nacionales o pendulares, con cambios drásticos en las estructuras ocupacionales, los niveles de ingreso, las tasas de desempleo, la informalidad y las estructuras familiares.
- En paralelo a los desarrollos inmobiliarios, se observa la construcción de vías rápidas urbanas y periurbanas –cuyo

efecto no ha sido estudiado a profundidad–, al tiempo que el sistema de transporte público de pasajeros no ha evolucionado mayormente.

A partir de la problemática expuesta, aunque de modo sintetizado, como sustento teórico del proyecto expuesto en esta edición de *Casos Exitosos* se eligieron tres de las principales corrientes científicas que han abordado, con más difusión, la relación entre vías de comunicación, territorio y población.

- 1) La corriente estadounidense es la más prolífica, centrándose en la accesibilidad provocada por las redes de transporte y sus efectos en la expansión urbana y metropolitana, tanto de las funciones residenciales como de las productivas.
- 2) El enfoque francés centra su interés en el análisis de las infraestructuras como elemento clave del desarrollo económico regional, localización y efectos territoriales.
- 3) La corriente italiana profundiza en los efectos de los diversos niveles jerárquicos de las redes viales, y analiza los procesos de difusión urbana con base en el concepto de *città difussa*.

Aun cuando tales enfoques son complementarios, la presente propuesta gira en torno al tercero mencionado debido a las similitudes existentes en las pautas del proceso de difusión de la mancha urbana en la ZMQ, que se ha expandido a lo largo de las redes viales locales y de algunos asentamientos residenciales no autorizados legalmente, esquema éste que puede perjudicar, muy notablemente, a los estratos sociales más bajos, en cuanto a la separación de oportunidades laborales y localizaciones residenciales.

En ese sentido, la accesibilidad puede medirse bajo los siguientes indicadores:

- El costo del desplazamiento (tiempo o dinero).
- El conjunto de los destinos accesibles.
- Los modos de transporte.

Los estudios en el ámbito de la Zona Metropolitana de Querétaro (CQRN 2003, 2007, 2009, entre otros) se han centrado en analizar la reordenación y propuestas de solución del sistema de transporte, pero no en un estudio específico que muestre el efecto de las urbanizaciones no contiguas a la mancha urbana. No obstante, el Centro Queretano de Recursos Naturales (2009) percibe un aumento en la cultura del uso del vehículo particular.

En este contexto, la principal justificación de *Transformación de la movilidad en ciudades mexicanas intermedias en reciente proceso de dispersión: el caso de la Zona Metropolitana de Querétaro (1995-2010)* se basa en los términos que plantea la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del estado de Querétaro (SDUOP); a saber, que el fenómeno de metropolización que sufre la zona estudiada ha desencadenado algunos desarrollos habitacionales, comerciales e industriales alejados de la concentración urbana, aun cuando puedan estar aledaños a localidades pequeñas.

Y si bien la demanda se centra en la movilidad de las personas, deben considerarse las externalidades asociadas con las urbanizaciones periféricas, como son el transporte de carga y el impacto ambiental.

Descripción del proyecto

Además de llevar a cabo un análisis que determine el efecto que está produciendo el patrón de dispersión reciente de la mancha urbana en la ZMQ, se determinan y analizan aquellos indicadores que permitan evaluar, por un lado, las dinámicas de movilidad en las urbanizaciones no contiguas a la mancha urbana, y por otro, el impacto económico y social que inducen tales urbanizaciones.

Demanda específica.- Impacto socioeconómico y territorial de movilidad urbana en desarrollos habitacionales retirados de la mancha urbana de la Zona Metropolitana de Querétaro.

Objetivo general.- Conocer los impactos social, económico y territorial en la sociedad asentada o con desplazamientos hacia estos desarrollos, mediante la comparación de costos e impactos dentro de un crecimiento compacto y contiguo.

Objetivos específicos.- Comparar costos entre la ciudad actual (difusa) y una hipotética mancha urbana continua (ciudad compacta) analizando, por un lado, la movilidad de los residentes en términos de desplazamientos inducidos por dichas áreas y su posible influencia en el congestionamiento y contaminación ambiental, y por otra parte, los servicios públicos municipales y el mantenimiento de la red vial mediante el dimensionamiento de la problemática general del transporte y la distribución de bienes subyacente al proceso de dispersión de la metrópoli de Querétaro.

En este marco, se desarrolla un modelo que permita explorar a otras ciudades medias mexicanas..

Metodología.- Se construyó el *grafo* de la ZMQ, el cual incluye las características físicas de la red vial y de las urbanizaciones. Con

base en la revisión de la literatura internacional se determinaron los indicadores a evaluar, mismos que se incluyeron en un cuestionario que se aplicó en 182 localidades con integración funcional a la Zona Conurbada de Querétaro (ZCQ), determinadas con base en un modelo inédito desarrollado para la presente investigación. También se aplicó una encuesta domiciliaria a fin de conocer las características socioeconómicas y de movilidad de la población residente en las urbanizaciones periféricas (1,031 hogares encuestados, 3,550 individuos), a partir de la cual se obtuvieron los patrones de movilidad y los parámetros que intervienen en la elección de su lugar de residencia. Además, se determinaron los patrones de consumo que inciden en la movilidad de las mercancías.

***Ingreso al Programa
Nacional de Posgrados de
Calidad (PNPC)
del Conacyt***

El Programa de Maestría en Ingeniería de Vías Terrestres, Transporte y Logística, ingresó al PNPC en el año 2009. Nivel actual: en desarrollo.

***Fuente(s) de
financiamiento***

Recursos financieros solicitados a FOMIX: 1,294,110.00

Usuario del proyecto

Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del estado de Querétaro.

Impactos del proyecto

Impacto científico.- Se espera que el avance científico de esta investigación se divulgue y posibilite la discusión entre los especialistas acerca del proceso de dispersión urbana, así como sobre los costos extras inducidos por el crecimiento disgregado de las ciudades mexicanas intermedias. En este marco, actualmente se encuentran bajo arbitraje tres artículos en revistas JCR como resultado del presente proyecto.

Impacto tecnológico.- Desarrollo de indicadores que evalúen el impacto en la movilidad de una ciudad media mexicana, inducido por las urbanizaciones periféricas.

Impacto social.- Elaboración de indicadores y criterios que habrán de emplearse como herramientas de planificación urbana, con base en las externalidades inducidas por la movilidad en urbanizaciones dispersas.

Impacto económico.- Si al presente proyecto lo toman en consideración las agencias públicas de planificación territorial,

puede incidirse indirectamente en los gastos asociados a la movilidad.

Impacto ambiental.- Determinar la dispersión de contaminantes inducidos por las urbanizaciones periféricas.

Impactos geográficos.- Querétaro y Guanajuato.

Formación de capital humano y/o empleos generados sostenidos

Los proyectos relacionados con el proyecto *Transformación de la movilidad en ciudades mexicanas intermedias en reciente proceso de dispersión: el caso de la Zona Metropolitana de Querétaro (1995-2010)*, son los siguientes:

- *Análisis de los costos y la conectividad del transporte público que sirve a las áreas periféricas de la Zona Metropolitana de Querétaro.* Tesis de Maestría (defendida).
- *Impacto de la movilidad inducido por las urbanizaciones dispersas. Caso de estudio: Zona Metropolitana de Querétaro.* Tesis de Maestría (defendida).
- *Transporte de bienes en áreas periurbanas: ordenamiento urbano y de la actividad comercial en la Zona Metropolitana de Querétaro.* Tesis de Maestría (defendida).
- *Análisis de los patrones de movilidad dependiendo del tiempo de viaje en vehículo privado hacia la Zona Conurbada de Querétaro.* Tesis de Licenciatura (finalizada).
- *Estudio de movilidad en el área periurbana de la Zona Metropolitana de Querétaro.* Programa de Servicio Social en la UAQ (cuatro prestadores).
- *Análisis de la accesibilidad en el área periurbana de la Zona Metropolitana de Querétaro.* Tesis de Licenciatura (en proceso).
- El fenómeno de metropolización. Análisis y determinación de localidades que mayor influencia registran a su zona conurbada. Caso de estudio: Zona Metropolitana de Querétaro. Artículo científico (bajo arbitraje)
- Comparación de los patrones de viajes en zonas conurbadas y periféricas. Caso de estudio: Zona Metropolitana de Querétaro, México. Artículo científico (bajo arbitraje).
- *Impact of mobility induced by urban sprawl. Case study: Querétaro Metropolitan Area.* Artículo científico (bajo arbitraje).

Finalmente, cabe señalar que en la línea de movilidad (los ámbitos de seguridad, microsimulación y planificación) se han presentado ocho tesis entre los años 2011 y 2013. Con base en dichos resultados y al fortalecimiento de infraestructura en el segundo semestre del 2013, se pretende formalizar el Laboratorio de Estudios Viales y Movilidad, donde se impulsará esta línea de investigación desde el nivel licenciatura hasta el doctorado.

Problemática detectada. Resultados

Las áreas inmersas en el ámbito metropolitano presentan características de integridad funcional a su zona conurbada, y es caso de estudio la movilidad inducida por aquéllas.

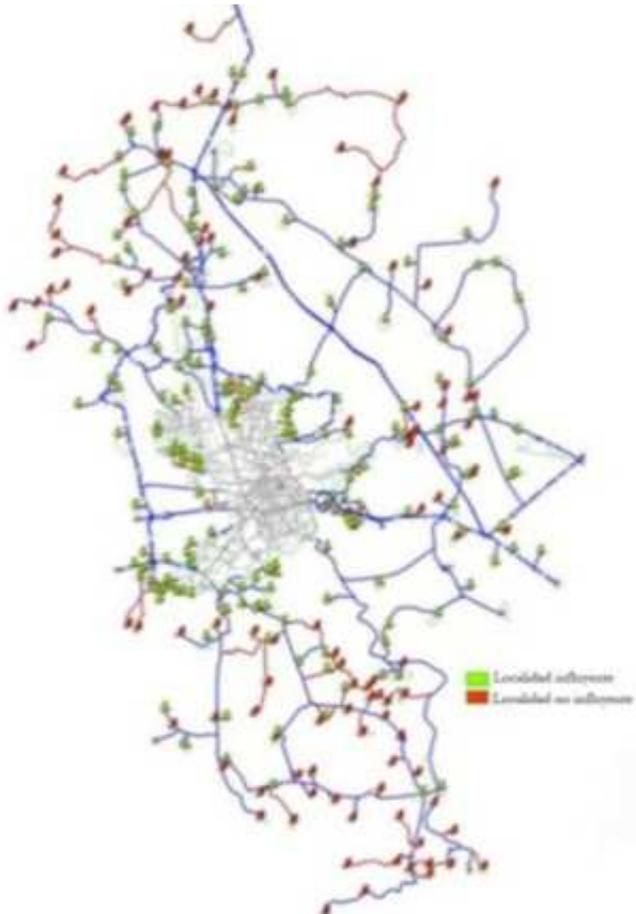
La investigación se centró en analizar las características de los desplazamientos dentro de las urbanizaciones dispersas de la ZMQ, enfocándose en el estudio de los patrones de viajes (medio

y motivo) y en el comportamiento de los individuos a la hora de elegir su lugar de residencia.

La metodología se basó en determinar, mediante el empleo de modelos probabilísticos, cuáles localidades presentan mayor influencia con respecto a la Zona Conurbada de Querétaro, y en el empleo de los elementos del modelo clásico de planificación de transporte (de cuatro etapas).

La investigación reveló que en las localidades que mayor influencia presentan hacia la ZCQ la variable 'distancia' (empleada en México por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía) presenta menor significación estadística con respecto al tiempo de viaje hacia localidades periféricas con integración funcional a la ZCQ.

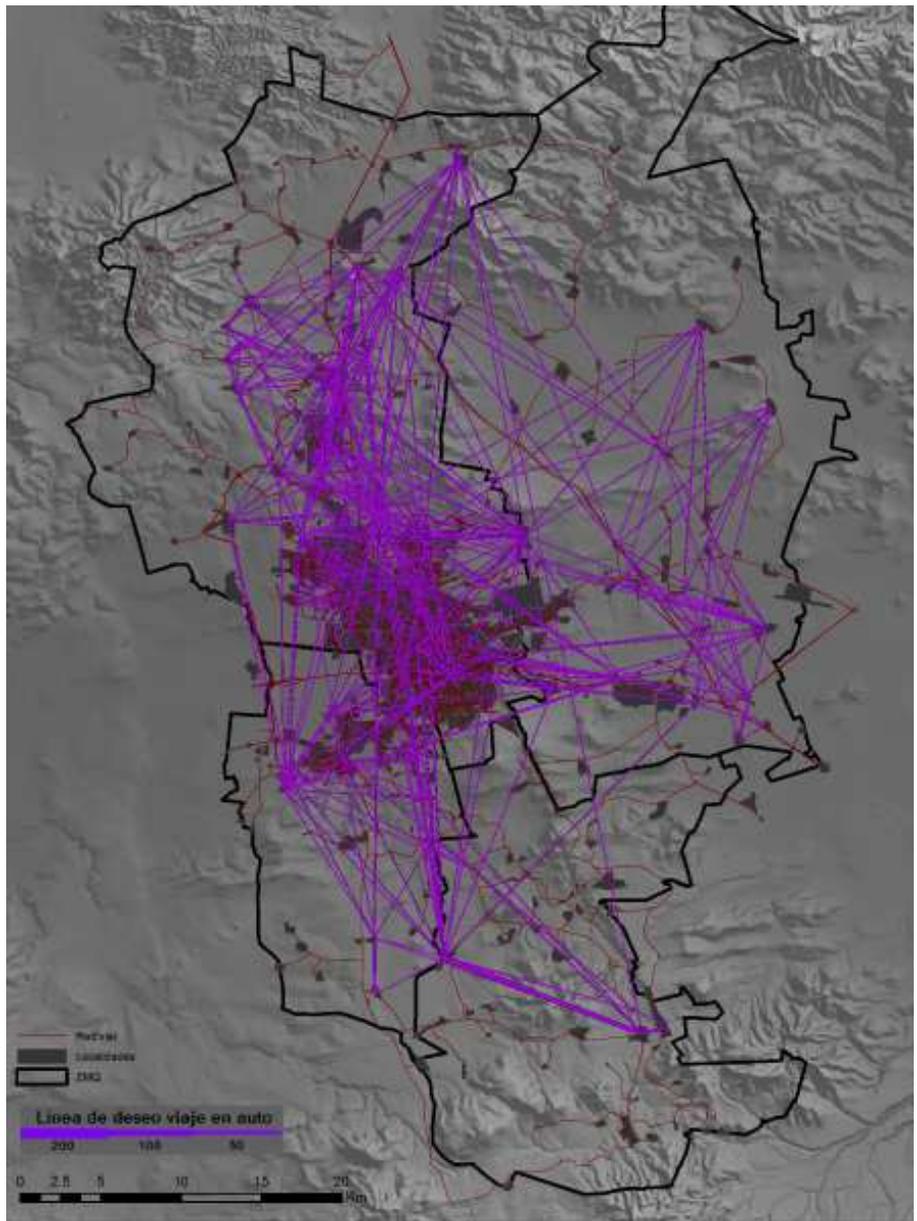
En cuanto a los parámetros de elección de residencia, la variable que mayor tasa presentó fue el precio de la vivienda y el valor del suelo en las áreas urbanas construidas durante el último quinquenio, en el límite de la conurbación (31.67 %) y en la zona periférica (24.15 %).



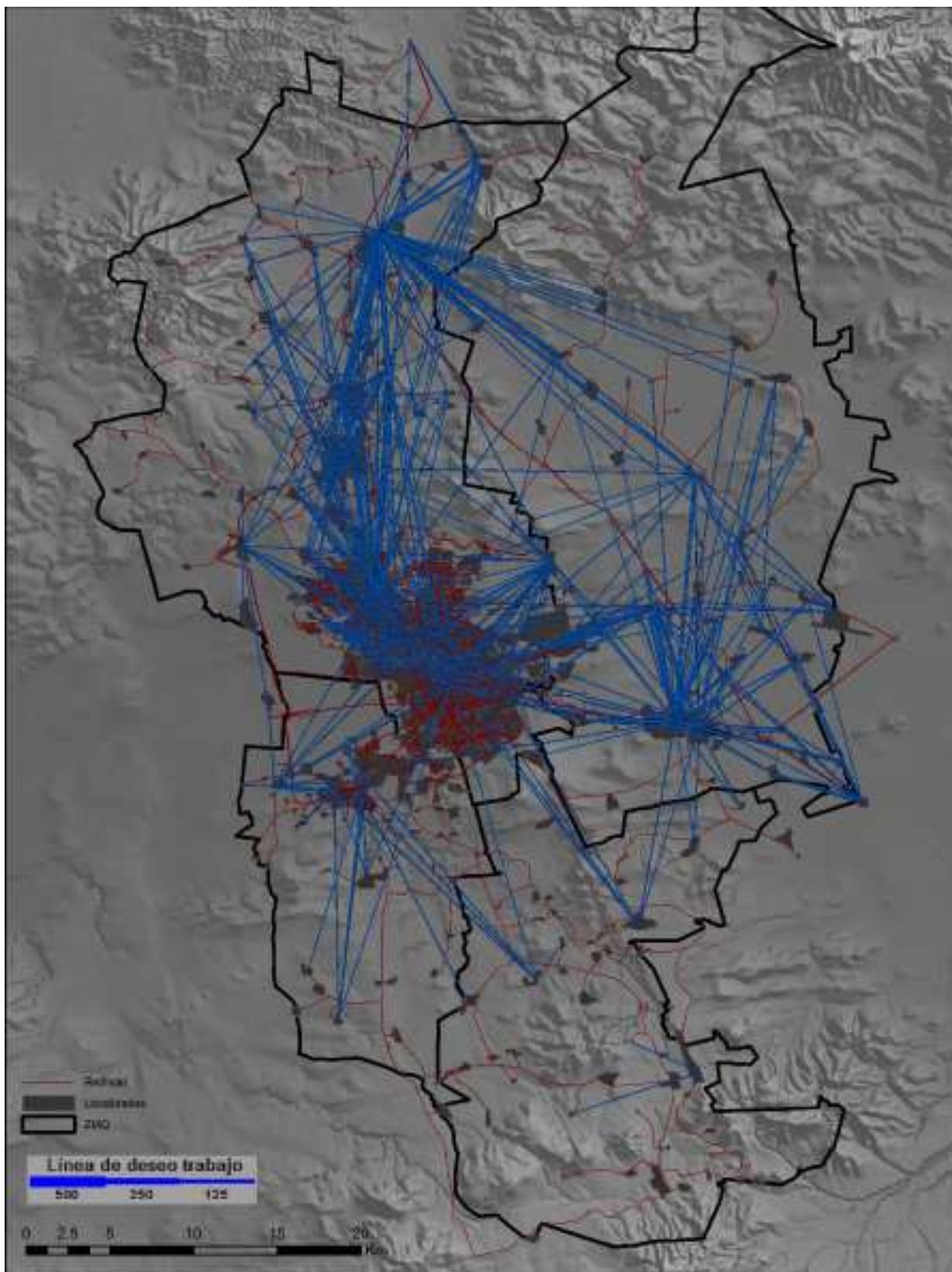
Localidades con integración funcional a la ZCQ.

En cuanto a los medios de viaje, el transporte público en autobús es el más empleado en las zonas periféricas de la ZMQ, seguido del automóvil.

La atracción de viajes por motivo de trabajo se concentra, principalmente, en los Parques Industriales (33.50 %) y en la ZCQ (52.87 %), siendo ésta la que mayor atracción refleja en desplazamientos por 'otro motivo', sobre todo dentro del primer anillo vial (63.30 %). mientras que los desplazamientos por motivo de escuela tienen como destino la ZCQ (52 %).



Líneas de deseo en auto (periferia) mayor a dos viajes.



Líneas de deseo por trabajo mayor a 20 viajes.

Los modelos de elección discreta entre el automóvil y el autobús público, reflejaron que el uso del auto es más atractivo debido a un costo generalizado de viaje más bajo, derivado de menores tiempos totales de recorrido.

	Costo generalizado del viaje		Tiempo promedio del viaje	
	ZC5	ZP	ZC5	ZP
En auto	18.90	33.75	24.33	29.21
En autobús	34.87	37.08	53.76	58.14

Por lo anterior, debe trabajarse en mejorar –entre otros parámetros– los tiempos del transporte público, a fin de hacerlo más atractivo a los usuarios. ¿Cómo? A través de la creación de carriles preferenciales y de establecer paraderos oficiales, con tiempos prefijados de llegada de las unidades y, así, disminuir los tiempos de espera en los paraderos (principal factor que incrementa el costo generalizado) y de recorrido en las unidades.

A partir de lo anterior, y considerando la mejora en los parámetros que disuaden el uso del transporte público, será posible incrementar la competitividad de ese medio de viaje, cuestión que atraerá usuarios y mitigará el uso del automóvil, con el consecuente descongestionamiento de vialidades, la reducción de la polución y el incremento de la competitividad en la ciudad, al disminuirse tiempos de traslado que pueden ser aplicados en actividades productivas.

El estudio reflejó que se presenta disparidad en los patrones de desplazamiento de las localidades periféricas, dependiendo del tiempo de viaje hacia la Zona Conurbada de Querétaro. Entre aquellos patrones, pueden destacarse los siguientes:

- Conforme las personas residen más retiradas de la ZCQ, más desplazamientos se efectúan por motivos de salud (especialmente las mayores de 60 años de edad).
- Conforme se reside más lejos de la ZCQ, la tasa de familias con automóvil propio disminuye, dificultándose, en cierta medida, su movilidad.
- Quienes residen cerca de la ZCQ presentan las mayores tasas de desplazamiento.
- Mientras más lejos se reside de la Zona Conurbada de Querétaro, el salario promedio disminuye.

En cuanto a las emisiones polucionantes emitidas por los desplazamientos realizados en vehículo privado por los

residentes de las urbanizaciones periféricas, en la hora de máxima producción de viajes se estimaron –con base en la longitud del origen, destino del viaje y la antigüedad– el tipo de combustible y la cilindrada del vehículo, obteniendo 226.316 kg de NOx, 6.1582 kg de CH₄, 474.957 kg de VOC, 2832.808 kg de CO, 0.4618 kg de N₂O, 25,018 kg de CO₂, 25.17 kg de HC y 0.6158 kg de PM₁₀.

Respecto a la elección del lugar de residencia –clasificado éste como 0: ámbito rural (población menor de 2,500 habitantes); 1: urbano (más de 2,500 habitantes, fraccionamientos y urbanizaciones construidas en los últimos cinco años en la ZCQ); 2: Jurica y Juriquilla (JyJ), y; 3: Santa Rosa Jáuregui (SRJ)–, los modelos logísticos obtenidos mostraron que el grado de educación y el sector de actividad del jefe(a) de familia son las variables estadísticamente significativas para determinar la probabilidad de residir en alguno de los ámbitos establecidos (exceptuando SRJ, posiblemente por la diversidad socioeconómica de sus residentes). En los modelos desarrollados fue notorio el impacto del nivel económico de Jurica y Juriquilla, mostrando los modelos coeficientes con mayor peso para este ámbito con respecto al resto.

Se examinaron las características de explotación del sistema de transporte público que sirve al área periférica y a las principales empresas instaladas en dicha zona. En específico, siete líneas. Mediante aforadores a bordo de los autobuses, se realizó el levantamiento de ascenso y descenso, se aplicó una encuesta a bordo de la unidad para conocer los orígenes y destino; el motivo, el costo de viaje y número de viajes que a la semana lleva a cabo el usuario, y; mediante un dispositivo GPS se obtuvieron las velocidades de recorrido y se localizaron y clasificaron las demoras.

Los resultados reflejaron que no hay una conectividad circular entre las mismas zonas periféricas. No obstante, sí existe conectividad dentro de la Zona Conurbada, con líneas radiales que parten del centro de la ciudad hacia las zonas periféricas, donde aproximadamente el 50 % de los transbordos provienen o se dirigen a ellas.

La dispersión influye en el número de transbordos de los usuarios residentes en dichas urbanizaciones de la ZMQ. Así, el 29.5 % de los usuarios llegaron al paradero o llegarán a su destino en transporte público, el 15.5 % de estos transbordos son dentro de la ZCQ y el 14 % entre las zonas periféricas.

La dispersión reduce la eficiencia económica de los factores involucrados del sistema. Para el usuario, el recorrido promedio

es de 17.1 km, a una velocidad de 31.6 km/h, con un 30 % de transbordos. Para el prestatario, en los costos promedio de operación de 105 \$/km, con un promedio de usuarios de 166 pax/día.

Las demoras que se presentan en los recorridos promedian 19 minutos, equivalente al 30 % del tiempo de recorrido. Los ascensos y descensos son la principal causa de demoras, con 10.9 minutos, con el 56 % del tiempo total de las demoras y el 17 % del tiempo promedio de recorrido. Los 'topes' son la principal causa de reducción de velocidad, con el 86 % del tiempo de las reducciones, equivalentes al 4 % del tiempo promedio de recorrido.

Con respecto a los costos de explotación del sistema de transporte público, éstos se incrementan debido a la baja densidad de población y las longitudes de viajes entre las localidades periféricas y la ZCQ. Ahora bien, considerando un escenario hipotético donde la misma demanda se presentara en un radio de 25 km a partir del centro de la ciudad (una ciudad menos dispersa), el costo se reduciría en un 83 % por km y en un 52 % por pasajero.

Nombre(s) de los investigadores responsables

Responsable técnico: **Dr. Saúl Antonio Obregón Biosca.**
Coordinador de la Maestría en Ingeniería de Vías Terrestres, Transporte y Logística .
Tel: (442) 192 12 00 ext. 6023
Correo electrónico: saul.obregon@uaq.mx
<http://ingenieria.uaq.mx/ingenieria/index.php/educacion/maestrias/ing-de-vias-terrestres>

