

ANÁLISIS COMPARATIVO DE TRES MÉTODOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE UN AEROPUERTO

Introducción

La delimitación del área de influencia de un aeropuerto es un elemento fundamental en su operación, de hecho ésta determina su viabilidad y los flujos de pasajeros y carga que maneja. Con objeto de determinarla se realizó una exploración de tres alternativas, para establecer distintos enfoques que pueden ser de utilidad en estudios futuros.

Las tres alternativas consideradas fueron:

- 1) Polígonos de Thiessen.
- 2) Polígono de distancia media por puntos equidistantes en la traza carretera.
- 3) Método de accesibilidad espacial ó isócronas de recorrido.

Objetivo

Realizar un análisis de las tres alternativas consideradas, con objeto de establecer su precisión, recomendaciones para su utilización, y ventajas y desventajas de cada una de ellas.

Metodología

Se aplicó cada una de las alternativas a un aeropuerto específico, para tener elementos comunes de análisis y realizar las comparaciones. La aplicación se realizó mediante la utilización de un sistema de información geográfica (SIG). Como caso de estudio se consideró al Aeropuerto Internacional de Querétaro.

¹ Referencia: www.esri.com

Aplicación de la metodología

4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Delimitación del área de estudio

En los tres casos, inicialmente se identificaron los aeropuertos que rodean al de Querétaro: al noroeste el aeropuerto de San Luis Potosí; al noreste Tamuín (en San Luis Potosí); al sureste los aeropuertos de Pachuca (en Hidalgo), el de la Ciudad de México (en el Distrito Federal) y Toluca (en el Estado de México); al suroeste, Morelia (en Michoacán); y al oeste el del Bajío (en Guanajuato), ver Figura 1.

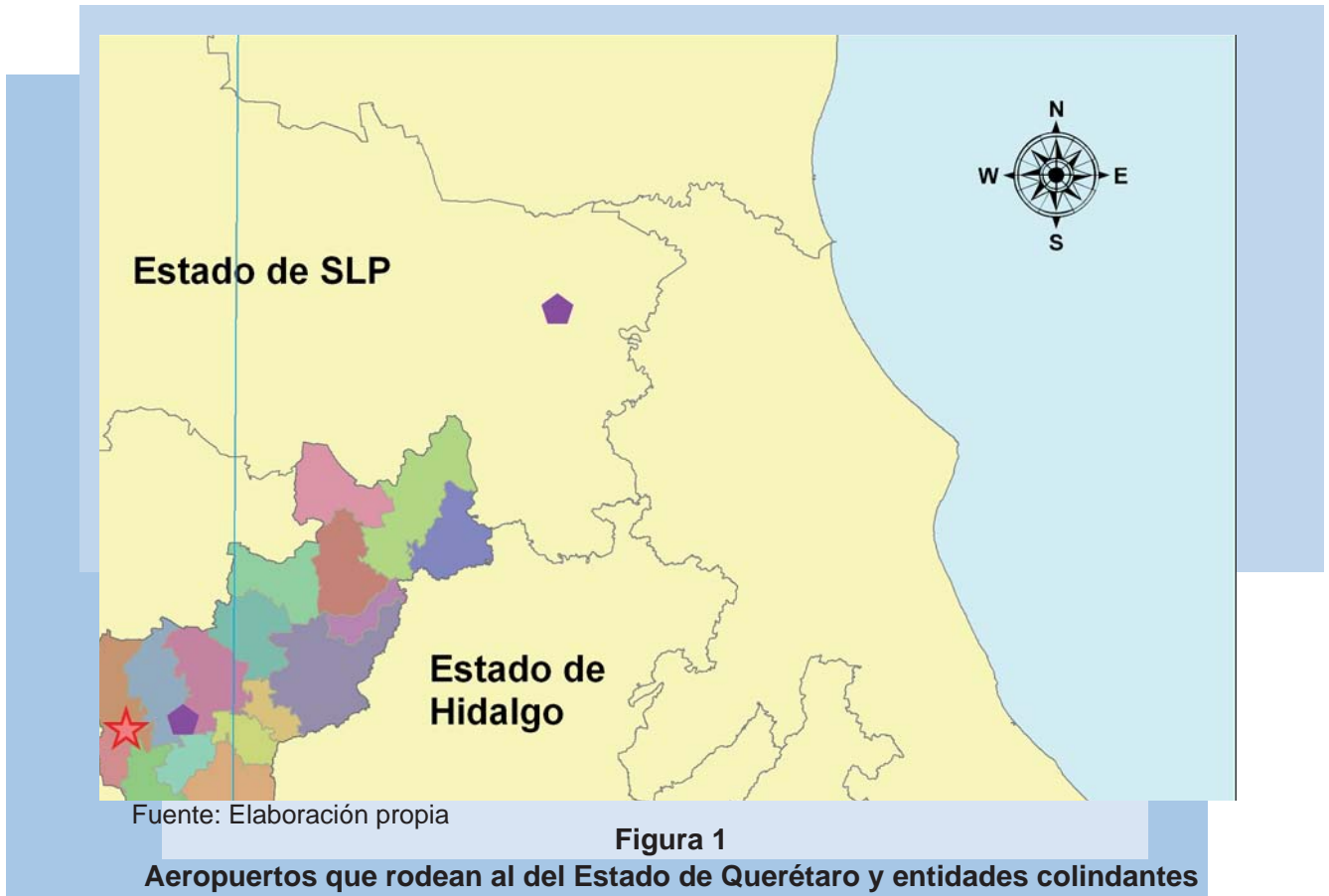
Posteriormente, se delimitó el área de estudio en donde estuviesen contenidos los aeropuertos que rodean al de Querétaro; para ello, con la herramienta de proximidad de *Arc View*¹ se creó un buffer con una distancia en la que quedan

CONTENIDO

ANÁLISIS COMPARATIVO DE TRES MÉTODOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE UN AEROPUERTO	1
ESTIMACIÓN DEL VALOR DEL TIEMPO DE LOS OCUPANTES DE LOS VEHÍCULOS QUE CIRCULAN POR LA RED CARRETERA DE MÉXICO, 2010	9
GLOSARIO	16
PROYECTOS EN MARCHA	17
PUBLICACIÓN	18
EVENTOS ACADÉMICOS	18

contenidos dichos aeropuertos, la distancia que cumple con dicho criterio es la de 240 kilómetros.

la distancia media euclidiana resultante entre los aeropuertos existentes en forma de polígonos (Figura 2).



Polígonos de Thiessen

Una vez delimitada el área de estudio, el primer criterio que se utilizó para la determinación del área de influencia fue el de polígonos de *Thiessen*, esta es una técnica de interpolación, basada en la teoría de Alfred H. Thiessen, consiste en encontrar la distancia media euclidiana de uno o varios objetivos de interés. Las intersecciones de estas mediatrices determinan una serie de polígonos en un espacio bidimensional alrededor de un conjunto de puntos de control, de manera que el perímetro de los polígonos generados sea equidistante a los puntos vecinos, delimitando así el área de influencia.

De este modo, con la información señalada antes y con la herramienta de *Thiessen* de *Arc View* se procedió a crear dichos polígonos, es decir,

Polígono de distancia media por puntos equidistantes en la traza carretera

Esta alternativa se fundamenta en la teoría de la ubicación establecida por Johann Heinrich von Thünen en 1826. Bajo este principio se enfatiza el papel primordial de los costos según la distancia. Von Thünen reconoció que existe una resistencia colectiva por parte de la sociedad respecto a gastar más esfuerzo que el necesario en el movimiento de las personas y/o mercancías para cubrir las demandas económicas; siguiendo el principio de que el hombre intenta utilizar el espacio eficientemente, minimizando los esfuerzos para salvar las distancias.

En esta alternativa mediante la aplicación del SIG se determinaron los tramos carreteros más



Fuente: Elaboración propia

Figura 2
Polígonos de Thiessen, con respecto a los aeropuertos existentes alrededor del aeropuerto de Querétaro

cortos entre el aeropuerto de Querétaro y los siete aeropuertos que lo rodean; y se determinaron sobre estos tramos los puntos equidistantes (PE) a través de la infraestructura carretera existente. El polígono que une a todos los puntos PE (línea roja en la Figura 3) delimita al área de influencia del aeropuerto de Querétaro.

Método de accesibilidad espacial o isócronas de recorrido

Mediante este método se mejora la delimitación del área de influencia, debido a que a diferencia de la alternativa anterior, no se asumen condiciones de espacio isotrópico.



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología establecida en este trabajo

Figura 3
Polígono delimitado por los puntos equidistantes en la traza carretera, que unen al aeropuerto de Querétaro con los colindantes

El modelo de accesibilidad espacial incorpora temas como: modelos digitales de elevación; modelos digitales de terreno (que consideran, por ejemplo, las pendientes), así como las características geométricas y velocidades de desplazamiento en la infraestructura carretera. Como resultado de estas consideraciones se obtienen isócronas de recorrido, es decir, líneas que muestran el mismo tiempo de desplazamiento de uno o varios objetivos de interés.

La finalidad de utilizar este método es delimitar con mayor precisión el área de influencia, en este caso del aeropuerto del Estado de Querétaro, con respecto a los aeropuertos que lo rodean, para ello se calcula la accesibilidad, y el área obtenida o región de pertenencia (célula) se considera como el área de influencia.

La accesibilidad se calcula a partir de una superficie de fricción. Ésta consta de una cuadrícula bidimensional corriente (formato raster), en donde cada celda de la cuadrícula representa la impedancia existente en el terreno para el óptimo desplazamiento en esa celda. Los elementos de impedancia considerados para este estudio fueron: los índices de velocidad de desplazamiento, según el tipo de carretera; la pendiente del terreno; la modalidad de transporte utilizado (vehículo automotor y/o recorrido pedestre). Dichos elementos condicionantes quedaron plasmados como el valor de impedancia de cada celda.

Cada celda de la superficie de fricción representa el costo del desplazamiento en ella, dicho valor puede ser representado en términos monetarios, de tiempo de viaje, de desgaste del vehículo, etcétera. En particular para este estudio, la accesibilidad fue expresada en términos de "tiempo de recorrido".

La malla de transporte (tiempo de viaje constante) se ve afectada por la malla de fricción (impedancia) y los resultados quedan

representados en imágenes (formato raster) con líneas de igual valor (isócronas).

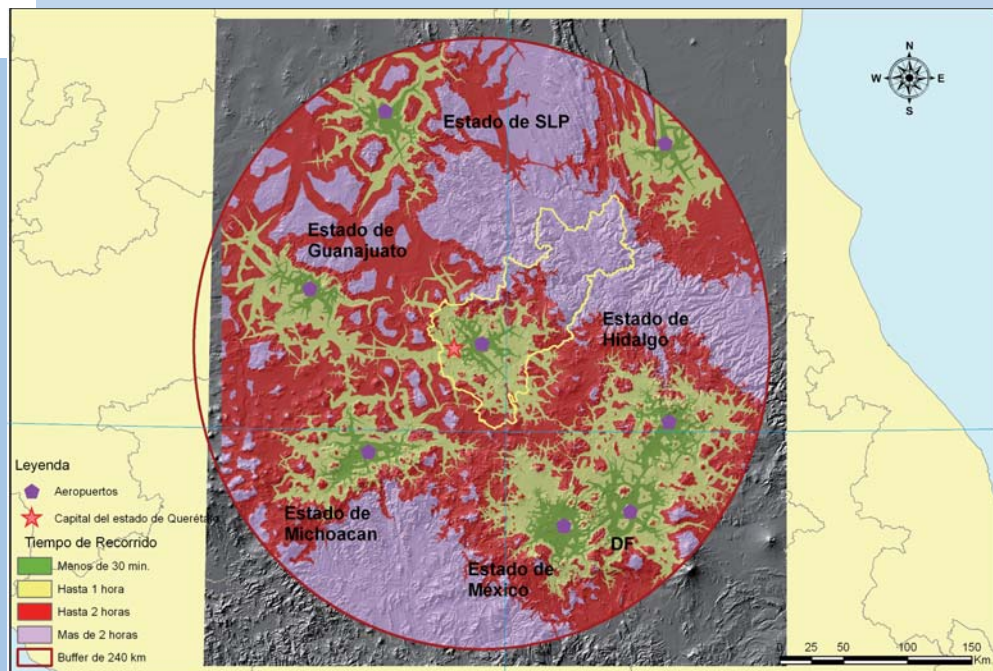
De esta forma se obtiene la información del tiempo de desplazamiento, según las condiciones del terreno y la infraestructura carretera hacia y desde el aeropuerto de Querétaro, con respecto a los siete aeropuertos colindantes. En la Figura 4 se muestra una capa raster de isócronas de recorrido (junto con un modelo digital de terreno), tomando como objetivo únicamente al aeropuerto de Querétaro. La imagen de color verde muestra aquel perímetro que se encuentra a menos de 30 minutos de desplazamiento; el color amarillo delimita el área que indica hasta una hora de desplazamiento; similarmente el área en color rojo representa hasta dos horas de desplazamiento; y por último, el color morado representa aquel territorio que requiere más de 2 horas para su acceso.

Para determinar el área de influencia fue necesario considerar la accesibilidad de los aeropuertos circundantes (ver Figura 4) y a partir de ello, identificar la región de pertenencia, es decir, la célula de pertenencia para cada uno de los objetivos (aeropuertos circundantes).

Para la obtención de las células de pertenencia, el mismo método de accesibilidad espacial es utilizado. Cada una de las células obtenidas delimita el área de pertenencia respectiva de los objetivos establecidos inicialmente. El área de influencia resultante, para el aeropuerto de Querétaro, se muestra con el polígono de color verde en la Figura 5.

Análisis comparativo de los tres métodos

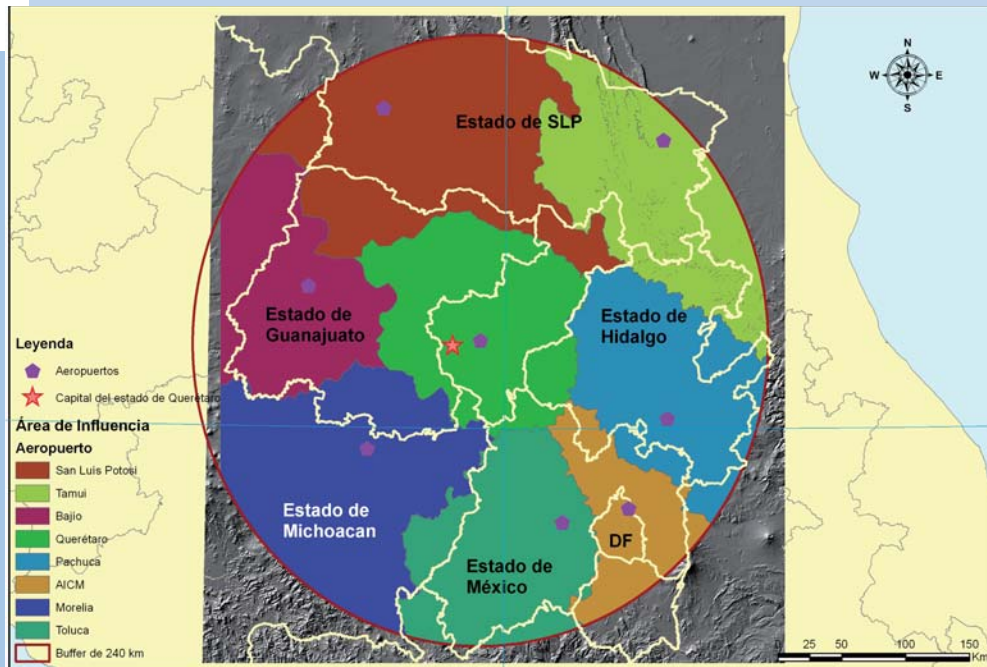
Si se sobreponen las tres áreas de influencia obtenidas, se observa que presentan similitudes; en su parte central son más homogéneas y conforme se aleja uno del aeropuerto de Querétaro, su forma y tamaño van creciendo en distinta proporción, dependiendo del método utilizado (Figura 6).



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial

Figura 4

Incorporación del modelo de accesibilidad espacial dentro del área de estudio, para determinar las isócronas de recorrido



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial

Figura 5

Imagen que ilustra la región de pertenencia (células) del aeropuerto de Querétaro y de los circundantes



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología establecida en este trabajo

Figura 6

Comparativo de las tres áreas de influencia consideradas

El método de distancia media por puntos equidistantes, en apariencia podría asumirse como uno de los más cercanos a la realidad, si partimos del hecho que son las carreteras el medio por el cual habrán de transportarse las mercancías producidas por la industria circundante. Sin embargo, este supuesto es engañoso, puesto que existen caminos difíciles de transitar, o que cuentan con un sólo cuerpo para ambos sentidos; y también, porque no todos corresponden a autopistas con altas especificaciones, por ello la velocidad de desplazamiento, no siempre es igual, está depende de las condiciones del camino; además, este método sólo considera un sólo camino entre los aeropuertos (el más corto), pero en realidad hay una red de ellos.

El método de accesibilidad espacial es más robusto en su concepción, y por ello más preciso; pero además es el que utiliza más variables, aunque no dista mucho del área de influencia obtenida a partir del método por polígonos de Thiessen, el cual de hecho es el método que se puede aplicar con mayor rapidez y sin requerimiento de mucha información.

Por lo anterior se puede decir que existe una relación directa entre la precisión del método y el costo de su desarrollo; a mayor precisión, mayor costo.

Como se observa en la Figura 6, los puntos más distantes al objetivo de estudio, se presentan al norte y sur del área de influencia obtenida por el método de polígonos de Thiessen; esto se debe a su concepción bidimensional del espacio, dado que considera que en ambos polos (norte-sur) no existen aeropuertos, por lo que el área de influencia crece hacia ese espacio aparentemente libre.

Si se analiza detenidamente el polígono del área de influencia obtenido a partir del método de accesibilidad espacial, podemos ver que la mayor parte de su contorno presenta condiciones de homogeneidad con respecto a la distancia media al aeropuerto (como si fuera un círculo); además, se observa que el borde de esta área de influencia, coincide casi en su totalidad con los puntos equidistantes obtenidos en el método de distancia media en la traza carretera.

Hacia el estado de Guanajuato, por la carretera que va rumbo a San Miguel de Allende, el área de influencia presenta una línea que rompe con la homogeneidad anteriormente mencionada, para formar un área que se extiende en forma significativa; esto se debe a las condiciones de baja fricción (impedancia) que presenta dicho espacio geográfico, ayudando a un mayor desplazamiento de los vehículos; esta área fácilmente visible, como una saliente prominente hacia el oeste, se extiende en forma importante en el estado de Guanajuato (Figura 6).

Se debe señalar que los tres métodos asumen que los aeropuertos de interés cumplen con las demandas de sus usuarios, es decir que ofrecen las instalaciones, equipos y servicios demandados, en caso contrario los usuarios se desplazarán hacia el aeropuerto más cercano que los ofrezca.

Conclusiones

- Los resultados señalan que el método de polígonos de Thiessen, es el adecuado cuando no se dispone de información espacial de las carreteras y accesos hacia y desde los aeropuertos bajo estudio, sin embargo, no tiene tanta precisión como los otros dos. Por su parte, el método mediante el polígono de distancia media por puntos equidistantes en la traza carretera, es un procedimiento que requiere más información para su aplicación y por ello resulta más preciso que el anterior; por último, el método de accesibilidad espacial es el más preciso, aunque requiere mayor información y tiempo para su elaboración.

- Otra de las ventajas del método de accesibilidad espacial es que ofrece la posibilidad de cuantificar la accesibilidad, no sólo en términos de distancia, sino también en cuanto a tiempo de acceso. Esta característica mide el nivel de calidad de acceso al aeropuerto (la cual depende de la ubicación espacial del

aeropuerto y de las empresas, pero también de la infraestructura terrestre que los vincula). Dicha magnitud puede servir como guía para ayudar a determinar en donde se requiere mejorar o incorporar nueva infraestructura carretera.

Referencia

Herrera García Alfonso, et. al. Metodología para determinar empresas con potencial para generar carga aérea de comercio exterior, mediante la aplicación de un sistema de información geográfica. El caso del Estado de Querétaro. Publicación Técnica en proceso. Instituto Mexicano del Transporte. México. 2009.

HERRERA Alfonso
aherrera@imt.mx
GONZÁLEZ Jonatan
jonatan.gonzalez@imt.mx

ESTIMACIÓN DEL VALOR DEL TIEMPO DE LOS OCUPANTES DE LOS VEHÍCULOS QUE CIRCULAN POR LA RED CARRETERA DE MÉXICO, 2010

Introducción

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT) ha publicado desde 2004 una estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México (Torres y Díaz, 2004), con base en una metodología de cálculo cuyas principales variables explicativas son el salario mínimo general vigente (SMG), el número de horas laboradas por semana por la población ocupada con ingreso (POI) y el monto del ingreso percibido, expresado en Salarios mínimos generales promedio (SMGP).

Los valores publicados han sido tomados como referencia por las áreas operativas de la Subsecretaría de Infraestructura de la SCT para la evaluación de proyectos carreteros, asimismo, la metodología ha sido aceptada por investigadores y profesionales del Sector que han elaborado otros trabajos relacionados con el valor social del tiempo, como el publicado por El Trimestre Económico en su número 297 (enero-marzo de 2008) en el cual se tomó como referencia importante, el artículo publicado en 2004 en el boletín NOTAS del IMT, en la estimación del costo de oportunidad social del tiempo de los usuarios del aeropuerto de la Ciudad de México¹.

En la presente nota, se realiza una actualización al año 2010, aplicando la metodología antes mencionada y cuyas expresiones básicas se muestran a continuación.

Valor del tiempo por motivo de trabajo (SHP):

$$\text{SHP} = (\text{FIP} * \text{SMGP} * 7) / \text{HTP} \quad (1)$$

¹ ALBERRO José. Costo de oportunidad social del tiempo de usuarios del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, El Trimestre Económico N° 297 Enero-marzo de 2008. Fondo de Cultura Económica, México, 2008

Valor del tiempo por motivo de placer (VTpp):

$$\text{VTpp} = 0.3 * \text{H}^2 \quad (\text{GWILLIAM Kennet, 1995}) \quad (2)$$

$$\text{VTpp} = 0.3 * (2 * \text{FIP} * [\text{SMGP} / (\text{HTP} / 7)]) \quad (2a)$$

Donde:

$$\text{H} = \text{ingreso horario familiar}^3 = 2 * \text{FIP} * \text{SMH}$$

$$\text{SMH} = \text{salario mínimo por hora (en pesos)} = \text{SMGP} / \text{PHTD}$$

$$\text{PHTD} = \text{promedio de horas trabajadas diarias} = \text{HTP} / 7$$

$$\text{HTP} = \text{promedio de las horas trabajadas por semana} = 43.466$$

$$\text{FIP} = \text{factor de ajuste del ingreso promedio de la población} = 2.936$$

$$\text{SMGP} = \text{salario mínimo general promedio (en pesos diarios)}$$

Es Estimación del valor nacional

En el año 2010, con la actualización de los salarios mínimos vigentes desde el 1 de enero, la CONASAMI recalculó el SMGP vigente durante dicho año, arrojando un valor de \$55.77, equivalente a un incremento de 4.85% con respecto a 2009.

Dado que el HTP y el FIP son calculados con base en la información del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, éstos han permanecido constantes hasta que los

²GWILLIAM, Kenneth. The value of time in economic evaluation of transport projects, lessons from recent research in "Infrastructure Notes" No. OT-5, Transport Sector World Bank, January 1995 <http://www.worldbank.org/transport/publicat/td-ot5.htm>

³F. Cortés (2003) considera que el valor de H para el caso mexicano equivale aproximadamente a la aportación que hacen dos miembros de la familia al ingreso familiar.

resultados del Censo de Población y Vivienda de 2010 sean publicados, por lo tanto, para calcular una actualización del valor del tiempo basta con sustituir los salarios mínimos generales promedio vigentes en las ecuaciones 1 y 2, como se muestra a continuación.

$$SHP_{(2010)} = (2.936 * 55.77 * 7) / 43.466 = 26.37$$

$$VT_{pp(2010)} = (0.3) * (2 * 2.936 * [55.77 / (43.466 / 7)]) = 15.82$$

De esta manera se obtuvieron las siguientes estimaciones del valor del tiempo: **\$26.37** para viajes por motivo de trabajo y **\$15.82** para los viajes por placer.

Además del ámbito nacional, la metodología puede ser aplicada a una descripción regional, sectorial e incluso para extractos de la población con cierto nivel de ingresos, siempre que el nivel de desagregación de la información permita calcular los factores FIP y HTP correspondientes a cada nivel descriptivo.

Valor del tiempo en el ámbito regional

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología a la regionalización considerada en el Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 (PNI-2007).

Cuadro 1
Regionalización propuesta de México

Región	Entidad Federativa
Sur-Sureste	Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.
Centro-País	Distrito Federal, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Querétaro y Tlaxcala.
Centro-Occidente	Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí y Zacatecas.
Noreste	Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León y Tamaulipas.
Noroeste	Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora.

Fuente: Elaboración personal con base en "XII Censo General de Población y Vivienda", INEGI, 2000

En el año 2010, los resultados estimados del valor del tiempo para las regiones (véase cuadro 2) muestran una diferencia de \$9.80 entre las regiones del norte del país (promedio de \$30.86) y el Sur-Sureste (\$21.06). Por su parte, las regiones centrales se mantienen cerca de la media nacional, es decir, se refleja una clara tendencia de mayor valoración del tiempo a medida que la población se ubica hacia el norte del país.

Con la descripción del comportamiento de valoración del tiempo por regiones y segmentos de población se confirma el rezago

Cuadro 2
Valor del tiempo de los pasajeros en las regiones de México

Entidad Federativa	Población ocupada con ingreso	Valor tiempo, viaje por trabajo		Valor tiempo, viaje por placer	
		2009	2010	2009	2010
Sur-Sureste	6,874,592	20.08	21.06	12.05	12.64
Centro-País	8,746,554	25.86	27.11	15.52	16.27
Centro-Occ.	5,768,350	25.30	26.53	15.18	15.92
Noreste	4,281,352	29.31	30.74	17.59	18.44
Noroeste	2,438,998	29.54	30.97	17.73	18.58
Nacional	28,109,846	25.15	26.37	15.09	15.82

de la región Sur-Sureste (véase cuadro 3), ya que presenta la menor valoración del tiempo para el segmento de la población con ingresos mayores a cinco SMGP y fue penúltimo en el segmento con ingresos mayores a tres SMGP. La región Centro-País sube a la primera posición cuando se analiza el segmento con ingresos mayores a tres SMGP, para luego regresar a la tercera posición en el segmento con ingresos mayores a cinco SMGP, cabe mencionar que ésta región es la que mayor población ocupada concentra.

Si bien la desagregación regional del valor del tiempo permite matizar diferencias de valoración regionales, es probable que la evaluación de algunos proyectos de índole local requiera información más desagregada, la cual pudiera requerir un gran número de consultas de las bases de datos municipales de INEGI.

Valor del tiempo por sector económico

A continuación se realiza una breve descripción del la valor del tiempo asociado a la realización

Cuadro 3
Valor del tiempo de los pasajeros en las regiones de México

Región	POI total		POI total > 3 SMGP		POI total > 5 SMGP	
	Viaje de trabajo	Viaje de placer	Viaje de trabajo	Viaje de placer	Viaje de trabajo	Viaje de placer
Sur-Sureste	21.06	12.64	51.36	30.81	71.54	42.92
Centro-País	27.11	16.27	53.77	32.26	72.43	43.46
CentroOcc.	26.53	15.92	51.09	30.65	72.14	43.28
Noreste	30.74	18.44	53.76	32.26	73.68	44.21
Noroeste	30.97	18.58	52.83	31.70	73.60	44.16
Nacional	26.37	15.82	52.67	31.60	72.58	43.55

Fuente: Elaboración personal con base en "XII Censo General de Población y Vivienda", INEGI, 2000

Valor del tiempo en el ámbito estatal

Para una mejor percepción de las diferencias regionales se aplica la metodología a los estados, los cuales son agrupados en cinco estratos o clases, de acuerdo con su posición respecto al promedio de los estados.

Al realizar el cálculo estatal (cuadro 4), se encontró una dispersión de resultados que van desde \$17.71 para el caso de Chiapas, hasta \$37.58 para Baja California; es decir, el valor más alto resultó ser más del doble del extremo inferior. Asimismo, la desviación estándar de los valores estatales fue de 4.45.

de ciertas actividades económicas por parte de los usuarios de las carreteras. Se utiliza para ello la clasificación de actividades económicas de INEGI, véase cuadro 5.

En la distribución de la población ocupada por sector, destaca la participación de tres sectores: la industria manufacturera; el comercio; y la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza; que agrupan 53% de la población ocupada.

Los resultados obtenidos del cálculo del valor del tiempo (cuadro 6), permiten apreciar la gran disparidad de valoración de acuerdo con el tipo de actividad económica relacionada con la población. Se enfatiza que algunas personas

Cuadro 4
Valor del tiempo de los pasajeros para 2010, por entidad federativa

Entidad Federativa	Viaje de trabajo	Viaje por placer	Horas laboradas/semana	Ingreso ponderado (en SMGP)
VALOR DEL TIEMPO MUY ALTO				
Baja California	37.58	22.55	42.21	4.06
VALOR DEL TIEMPO ALTO				
Nuevo León	32.65	19.59	43.63	3.65
Chihuahua	32.08	19.25	41.99	3.45
Distrito Federal	30.87	18.52	42.89	3.39
Coahuila	30.79	18.47	43.58	3.44
Baja California Sur	30.76	18.46	43.28	3.41
Querétaro	30.61	18.37	43.35	3.40
Quintana Roo	29.38	17.63	46.31	3.49
Aguascalientes	28.71	17.22	43.79	3.22
Sonora	28.50	17.10	42.95	3.14
Jalisco	28.33	17.00	43.08	3.13
VALOR DEL TIEMPO MEDIO				
Tamaulipas	27.84	16.70	43.12	3.07
Durango	27.10	16.26	42.76	2.97
Colima	26.84	16.10	43.61	3.00
Sinaloa	26.60	15.96	43.02	2.93
Guanajuato	26.02	15.61	44.23	2.95
Zacatecas	25.38	15.23	42.03	2.73
Estado de México	25.31	15.19	44.45	2.88
Nayarit	25.13	15.08	42.01	2.70
San Luis Potosí	24.64	14.78	42.81	2.70
Morelos	24.64	14.78	43.51	2.75
Michoacán	24.44	14.66	42.42	2.66
VALOR DEL TIEMPO BAJO				
Campeche	23.12	13.87	43.83	2.60
Tabasco	22.91	13.75	44.46	2.61
Puebla	21.86	13.12	43.88	2.46
Hidalgo	21.27	12.76	43.09	2.35
Yucatán	21.07	12.64	43.81	2.36
Tlaxcala	21.07	12.64	43.65	2.36
Guerrero	21.05	12.63	43.66	2.35
Oaxaca	20.25	12.15	43.24	2.24
Veracruz	20.20	12.12	44.30	2.29
VALOR DEL TIEMPO MUY BAJO				
Chiapas	17.71	10.63	43.36	1.97

Fuente: Elaboración personal con base en "XII Censo General de Población y Vivienda", INEGI, 2000

Cuadro 5
Población ocupada en el año 2000, por sector de actividad económica

Sector de actividad	Población ocupada	Porcentaje
11 Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	5,338,299	16.32%
21 Minería	144,421	0.44%
22 Electricidad y agua	151,546	0.46%
23 Construcción	2,669,751	8.16%
31-33 Industrias manufactureras	6,418,391	19.62%
43 y 46 Comercio	5,597,992	17.11%
48 y 49 Transportes, correos y almacenamiento	1,410,193	4.31%
51 Información en medios masivos	291,727	0.89%
52 Servicios financieros y de seguros	283,604	0.87%
53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles	129,898	0.40%
54 Servicios profesionales	662,643	2.03%
55 y 56 Servicios de apoyo a los negocios	595,308	1.82%
61 Servicios educativos	1,855,182	5.67%
62 Servicios de salud y de asistencia social	1,016,859	3.11%
71 Servicios de esparcimiento y culturales	262,821	0.80%
72 Servicios de hoteles y restaurantes	1,535,162	4.69%
81 Otros servicios, excepto gobierno	2,952,928	9.03%
93 Actividades del gobierno	1,400,906	4.28%

Fuente: Elaboración personal con base en "XII Censo General de Población y Vivienda", INEGI, 2000

Cuadro 6
Valor del tiempo de los pasajeros con actividad económica específica

Sector de actividad	Valor tiempo, viaje por trabajo		Valor tiempo, viaje por placer	
	2009	2010	2009	2010
11 Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	14.12	14.80	8.47	8.88
21 Minería	34.05	35.70	20.43	21.42
22 Electricidad y agua	36.05	37.79	21.63	22.68
23 Construcción	21.99	23.06	13.20	13.84
31-33 Industrias manufactureras	22.93	24.04	13.76	14.42
43 y 46 Comercio	23.79	24.94	14.27	14.96
48 y 49 Transportes, correos y almacenamiento	25.66	26.90	15.39	16.14
51 Información en medios masivos	39.71	41.64	23.83	24.98
52 Servicios financieros y de seguros	46.01	48.24	27.60	28.94
53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles	37.02	38.82	22.21	23.29
54 Servicios profesionales	45.49	47.70	27.29	28.62
55 y 56 Servicios de apoyo a los negocios	23.70	24.85	14.22	14.91
61 Servicios educativos	51.32	53.81	30.79	32.28
62 Servicios de salud y de asistencia social	42.99	45.08	25.80	27.05
71 Servicios de esparcimiento y culturales	34.80	36.49	20.88	21.89
72 Servicios de hoteles y restaurantes	21.41	22.44	12.84	13.47
81 Otros servicios, excepto gobierno	18.63	19.54	11.18	11.72
93 Actividades del gobierno	31.28	32.80	18.77	19.68

Fuente: Elaboración personal con base en "XII Censo General de Población y Vivienda", INEGI, 2000

laborando en un sector (servicios educativos) pueden percibir un valor del tiempo mayor al promedio nacional (incluso del doble, \$53.81 vs. \$26.37), mientras que en otro (agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza) perciben un valor (\$14.80) poco mayor a la mitad de dicho promedio.

Los servicios aparecen como los que mayor valor le adjudican al tiempo, mientras que las tres actividades que aportan el 53% de la población ocupada, presentan valores menores a la media nacional.

Conclusiones y recomendaciones

La metodología proporciona una alternativa sencilla para conocer el valor del tiempo de la población ocupada del país, que frecuentemente es utilizado como insumo en los distintos modelos de evaluación económica de proyectos de infraestructura carretera.

La publicación técnica "Propuesta metodológica para la estimación del valor del tiempo de los usuarios de la infraestructura carretera en México: El caso del transporte de pasajeros" (Torres y Hernández, 2006) constituye la fuente para la actualización del valor del tiempo, en ella se consignan todas las bases de datos utilizadas para la estimación de dicho valor, el cual es de gran utilidad para el cálculo de los beneficios debidos a los ahorros de tiempos de recorrido de las distintas alternativas que se consideren en la evaluación económica de proyectos de infraestructura carretera.

Las distintas bases de datos permiten hacer las estimaciones que se consideren convenientes en cuanto al valor estimado del tiempo de los usuarios de los distintos modos de transporte, una vez identificados los estratos de la población potencialmente usuaria en función de su nivel de ingreso.

Por otra parte, las bases de datos pueden ser utilizadas de manera desagregada (nivel

estatal) o de manera agregada (nivel regional y nacional). En este sentido, cuando es necesario analizar proyectos que tienen impacto en varias entidades federativas, el análisis regional resulta relativamente sencillo, ya que las distintas regiones pueden estructurarse en función del número de entidades federativas que participan en su conformación.

Sin embargo, deberá tenerse cuidado cuando los proyectos de infraestructura carretera constituyan parte de un eje o el tramo en análisis forme parte de alguna red de transporte en la que confluyan usuarios de largo itinerario, en este caso es recomendable utilizar los valores promedio a nivel nacional. Asimismo, debido a que una de las regiones más desfavorecidas es la Sur-Sureste, con objeto de contribuir a la disminución del grado de marginación que existe en esta región se recomienda utilizar también los valores promedio a nivel nacional en los distintos estudios de preinversión de proyectos de infraestructura que se localicen en dicha región.

Debido a que los valores reportados por el Censo no contabilizan los impuestos y algunas prestaciones, los valores obtenidos pueden afectarse por un 30% de su valor, como parte de las prestaciones que reciben los trabajadores y no son contabilizadas como ingresos, como lo menciona Héctor F. Cervini I. en el documento "Valor Social del Tiempo"⁴.

Bibliografía

CERVINI, Héctor F. *Valor Social del Tiempo* (versión preliminar) Departamento de Economía Aplicada, Universidad Autónoma de Barcelona.- <http://www.ecap.uab.es/jpasqual/materials/valor_social_tiempo.pdf>

CONASAMI. *Salario Mínimo General Promedio*. Comisión Nacional de Salarios Mínimos, México,

⁴ Cervini, Héctor F. "Valor Social del Tiempo" (versión preliminar) Departamento de Economía Aplicada, Universidad Autónoma de Barcelona.- http://www.ecap.uab.es/jpasqual/materials/valor_social_tiempo.

página Web <<http://www.conasami.gob.mx>>

CORTÉS, F. *El ingreso y la desigualdad en su distribución, México: 1997-2000*, Papeles de Población No. 35 enero/marzo 2003. Universidad Autónoma del Estado de México. <<http://papelesdepoblacion.uaemex.mx/pp35/pp35.html>>.

GWILLIAM, Kenneth. *The value of time in economic evaluation of transport projects, lessons from recent research in "Infrastructure Notes" No. OT-5*, Transport Sector World Bank, January 1995 <<http://www.worldbank.org/transport/publicat/td-ot5.htm>>

INEGI. *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*. Tabulados Básicos, Empleo. <<http://www.inegi.gob.mx/>>

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. *Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012*. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. 2007.

TORRES, Guillermo y PÉREZ, J. Arturo. *Métodos de asignación de tránsito en redes regionales de carreteras: dos alternativas de solución*. Publicación Técnica No. 214. Instituto Mexicano del Transporte. Sanfandila, Qro., 2002.

TORRES, G: y DÍAZ, E. *Propuesta metodológica para determinar el valor del tiempo de los ocupantes*

de los vehículos que circulan por la red carretera de México. NOTAS 85, artículo 2, julio de 2004. Instituto Mexicano del Transporte. 2004.

TORRES, G: y HERNÁNDEZ, S. *Propuesta metodológica para determinar el valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2008*. NOTAS 113, artículo 1, julio/agosto de 2008. Instituto Mexicano del Transporte. 2008.

TORRES, G. y HERNÁNDEZ, S. *Propuesta metodológica para la estimación del valor del tiempo de los usuarios de la infraestructura carretera en México: el caso del transporte de pasajeros*. Publicación Técnica No. 291. Instituto Mexicano del Transporte. Sanfandila, Qro., 2006.

ALBERRO, J. *Costo de oportunidad social del tiempo de usuarios del aeropuerto internacional de la Ciudad de México*. El trimestre económico 297, enero-marzo de 2008, Fondo de cultura económica, México, 2008.

TORRES Guillermo
gtorres@imt.mx
HERNÁNDEZ Salvador
chava@imt.mx

GLOSARIO

Artículo 1:

Espacio isotrópico: Espacio con características homogéneas en todas sus dimensiones.

Raster: Forma de tratamiento y representación de los elementos espaciales mediante la disposición de n número de celdas o píxeles (unidad mínima) en forma de matriz numérica.

Artículo 2:

Viaje por motivo de trabajo: Esta clasificación corresponde al tipo de viaje que realizan los usuarios de la red carretera nacional para asistir a reuniones de trabajo, relacionadas con su actividad profesional, tales como:

cerrar una operación de venta, establecer contacto con algún cliente para proporcionar un producto o servicio, realizar trámites administrativos, es decir, la inversión de tiempo en el desplazamiento de las personas, incide desfavorablemente en su productividad laboral.

Viaje por motivo de placer: Este tipo de viaje se realiza normalmente en los días de asueto, (fines de semana, días festivos y periodos vacacionales, entre otros) los pasajeros que se desplazan hacia los centros turísticos o bien cuando se visita a familiares y amigos en los que el tiempo de recorrido no afecta la productividad laboral de los individuos, para ellos el tiempo tiene un valor marginal, ya que

podrían disponer de menor tiempo para visitar a la familia o recorrer algunos sitios turísticos.

Factor de ajuste del ingreso promedio de la población (FIP): Este factor representa

el valor promedio del ingreso de la población ocupada en las distintas ramas de la actividad económica del país, expresado en número de salarios mínimos diarios que representan dicho ingreso.

PROYECTO EN MARCHA

La estimación de los costos externos ambientales del transporte carretero y escenarios para internalizarlos

El Uno de los principales retos globales radica en la sustentabilidad de las todas las actividades humanas y siendo el transporte una de las actividades inherentes del desarrollo de todas las civilizaciones, se requiere un mecanismo que permita estimar el impacto ambiental causado por éste, para establecer medidas que mitiguen los daños ecológicos que provoca el transporte.

Lamentablemente, y a pesar de contribuir con casi la quinta parte de las emisiones contaminantes nacionales, actualmente el sector transporte no cuenta con una metodología que permita estimar sus costos externos ambientales y por consiguiente tampoco cuenta con un mecanismo que permita su internalización. Este es un problema que tienen casi todas las naciones de la tierra, por las dificultades técnicas que implica evaluar en términos conmensurables y de manera consensual los costos externos del transporte, como son la emisión de gases contaminantes, la contaminación por ruido, la contaminación visual, el impacto en el suelo, el consumo de energéticos no renovables, impacto en el calentamiento global, así como la influencia del congestionamiento y los accidentes en el rendimiento general de las redes de transporte, entre otras externalidades.

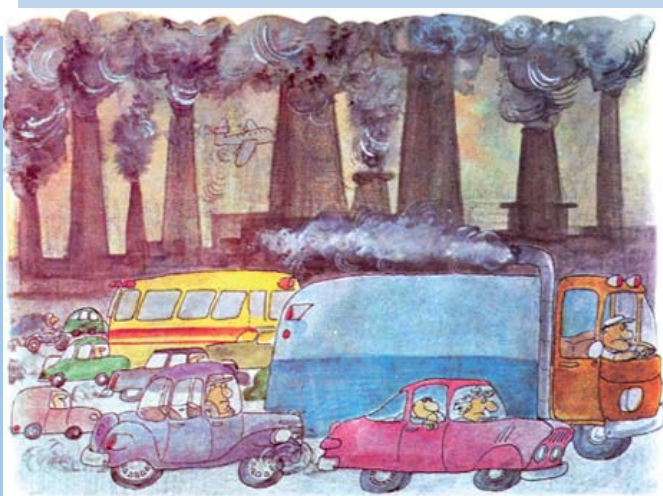
Estos costos externos se caracterizan por no ser cubiertos por los agentes que los producen

en los términos clásicos del capitalismo, pero si son soportados por la población en general, lo que obliga, en una búsqueda constante de la eficiencia económica y la equidad, a la intervención del estado para regular esta deficiencia del mercado y ajustar las pérdidas entre los principales beneficiarios.

Para lograr esto, se necesita de una investigación preliminar que identifique los diferentes enfoques que se han desarrollado tanto en México como en otras latitudes para estimar los costos externos y entonces proponer mecanismos para internalizar esas externalidades, aprovechando las fuerzas del mercado y el marco regulador existentes.

Una vez entendido el problema e identificados los principales enfoques que se han desarrollado en este tema, será posible pasar a una segunda etapa, que implique una evaluación de los costos en puntos seleccionados de la República Mexicana y en segmentos de la red carretera nacional.

En esta parte de la investigación se revisarán las ventajas y desventajas del uso del transporte automotor, público y privado, así como una comparación de los principales mecanismos para estimar los costos externos causados por éstos en su entorno urbano y ecológico. El trabajo se limitará a la revisión de la literatura relevante y planteará futuras líneas



de investigación al respecto. Estas líneas futuras podrán proponer una comparación económico-social de las principales alternativas de transporte frente a la opción de transporte automotor carretero, además de estimar las pérdidas y ganancias para la sociedad

partiendo de las principales alternativas, así como estimar los costos y beneficios que pueda tener un posible administrador privado que implemente un sistema de recaudación que internalice los costos externos.

El objetivo general consiste entonces en presentar el estado del arte sobre las principales metodologías desarrolladas en varios países, para estimar los costos externos del transporte carretero y las propuestas vigentes para internalizar esos costos externos, utilizando el desarrollo actual de la industria del transporte terrestre, tanto público como privado.

ARREDONDO Ricardo
ricardo.arredondo@imt.mx

PUBLICACIÓN

Innovaciones en la tecnología aeroportuaria

El objetivo de la **PUBLICACIÓN TÉCNICA 317** se abordaron diversas innovaciones tecnológicas que pueden aplicarse en seis campos de la actividad aeroportuaria, algunas de las cuales son tan recientes que apenas se están implementando, o incluso siguen en su fase de prueba o desarrollo; sin embargo, debido a sus características es muy probable que en el futuro cercano se implementen en la mayoría de los aeropuertos, y se conviertan en parte cotidiana de su operación. Las innovaciones tecnológicas abordadas en este trabajo son las relacionadas con:

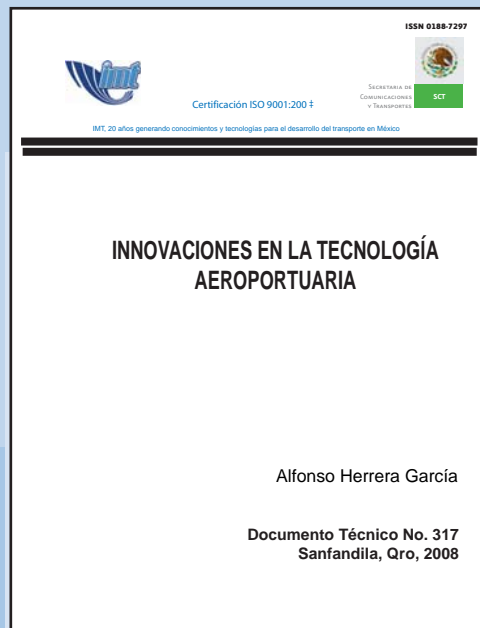
El procesamiento de pasajeros. En esta sección se cubren tecnologías para incrementar la eficiencia en el procesamiento de los pasajeros y en el manejo de su equipaje. También se abordan los sistemas automatizados de inmigración.

Los servicios a los pasajeros. Además del procesamiento de los pasajeros existen servicios adicionales o complementarios; por ejemplo, los sistemas de información de vuelos; los sistemas avanzados de información para estacionamientos; las cabinas para fumadores; y los sistemas de transporte rápido entre terminales.

En cuanto a la seguridad contra actos ilícitos, se señala el desarrollo de las tecnologías biométricas para propósitos de identificación de los pasajeros y del personal del aeropuerto; y nuevos y mejores equipos para la detección de armas, sustancias químicas peligrosas, y narcóticos.

En el trabajo se abordan a la vez las tecnologías para el mejor aprovechamiento de la energía y la protección del ambiente. Se consideran las aplicaciones de energía eólica y solar; de nuevos combustibles alternos en aeropuertos y aeronaves; y para efectos de reducir el nivel de ruido en tierra de las aeronaves, los recintos para pruebas de sus motores.

Finalmente, en cuanto a servicios para aeronaves, se señalan nuevos desarrollos de sistemas de túneles con tomas retráctiles para plataformas, y los equipos para recuperación de aeronaves.



Se puede consultar de forma gratuita en la página del Instituto: <http://imt.mx/Espanol/Publicaciones/pubtec/pt317.pdf>

EVENTOS ACADÉMICOS

Evaluación de impacto ambiental en carreteras

El creciente desarrollo de la infraestructura para el transporte y particularmente de las carreteras en México, ha generado la necesidad de preparar a los profesionales del sector en el conocimiento de la evaluación del impacto ambiental.

Por tal motivo el Instituto Mexicano del Transporte organizó el Curso Internacional sobre Evaluación de Impacto Ambiental, enfocado al Sistema Ambiental Regional, el cual fue llevado a cabo del 28 de septiembre al 2 de octubre de 2009, en las instalaciones del IMT en Sanfandila, Querétaro. La coordinación académica del curso estuvo a cargo del MC Juan Fernando Mendoza Sánchez junto con la Dirección General de Carreteras Federales.



Tuvo como objetivo promover el conocimiento y la importancia del impacto ambiental generado por los proyectos de infraestructura para el transporte carretero, donde se hará especial énfasis en las medidas para mitigar los impactos ambientales.

El curso se diseñó para ingenieros y profesionales que planifican y proyectan infraestructura para el transporte carretero, así como para servidores públicos y privados, cuyas funciones estén relacionadas con el control del Impacto Ambiental.



Tuvo una asistencia de 50 participantes, de los cuales varios provinieron de Dirección General de Desarrollo Carretero-SCT, Dirección General de Carreteras-SCT CAPUFE, Secretaria del Medio Ambiente D.F., SEMARNAT Delegación Federal Guerrero, Junta Estatal De Caminos Gobierno de S.L.P., de los Centro SCT Tamaulipas, Chiapas, Durango, Nayarit, Morelos, Chihuahua, Puebla; Fundación Universidad De Las Américas Puebla, Universidad Marista de Querétaro, Universidad Autónoma Estado de México (UAP), UMQ, UMSNH y de las empresas Geoterra Ambiental, Consultoria Forestal Y Ambiental "Ing. Roberto Trujillo, ingeniería civil con excelencia, S.A. de C.V., Arquitectura y Vías Terrestres, S.A. de C.V., fuerte ingenieros consultores S.A de C.V, L&R Ingeniería Geotecnica, centro de capacitación

y asesoría profesional S.A., Grupo ITH, S.A. de C.V., Construcciones Sur, JCH Servicios Ambientales, Dataetica.

La temática que se trató en dicho curso fue:

•Estudios de impacto ambiental

- Identificación de impactos ambientales.
- Métodos o técnicas para cuantificar los impactos ambientales.

•Medidas de mitigación de impactos ambientales.

- Tipos de medidas (mitigación, compensación, etc.)
- Tipos de medidas (cuantitativas o cualitativas)
- Métodos para definir las medidas de mitigación del Impacto Ambiental.
- Estrategias para mitigar el impacto ambiental
- Mejores prácticas para la protección ambiental en carreteras.
- Mejoras prácticas para la mitigación.
- Experiencia en los Estados Unidos de América.



DIRECTORIO

Ing. Roberto Aguerrebere Salido
Director General
 (55) 55 98 56 10 ext. 2001
 roberto.aguerrebere@imt.mx

Ing. Jorge Armendariz Jiménez
Coordinador de Administración y Finanzas
 (55) 55 98 56 10 ext. 4316
 jorge.armendariz@imt.mx

M. en I. Ramón Cervantes Beltrán
Coordinador de Ingeniería Estructural Formación Profesional y Telemática
 (55) 55 98 56 10 ext. 4324
 ramon.cervantes@imt.mx

Ing. Alfonso Mauricio Elizondo Ramírez
Coordinador de Normativa para la Infraestructura del Transporte
 (55) 55 98 56 10 ext. 4314
 alfonso.elizondo@imt.mx

M. en E. Victor Manuel Islas Rivera
Coordinador de Economía de los Transportes y Desarrollo Regional
 (442) 216 97 77 ext. 2018
 victor.islas@imt.mx

Dr. Carlos Daniel Martner Peyrelongue
Encargado de la Coordinación de Integración del Transporte
 (442) 216 97 77 ext. 2059 martner@imt.mx

Dr. Miguel Martínez Madrid
Coordinador de Ingeniería Vehicular e Integridad Estructural
 (442) 216 97 77 ext. 2010
 miguel.martinez@imt.mx

Dr. Alberto Mendoza Díaz
Coordinador de Seguridad y Operación del Transporte
 (442) 216 97 77 ext. 2014
 alberto.mendoza@imt.mx

M. en C. Tristán Ruíz Lang
Coordinador de Ingeniería Portuaria y Sistemas Geoespaciales
 (442) 216 97 77 ext. 2005
 tristan.ruiz@imt.mx

M. en C. Rodolfo Téllez Gutiérrez
Coordinador de Infraestructura
 (442) 216 97 77 ext. 2016
 rodolfo.tellez@imt.mx

El diseño y elaboración de la presente publicación es realizada y está a cargo de:

LCC Alejandra Gutiérrez Soria
 (442) 216 97 77 ext. 2056 agutierrez@imt.mx

INFORMACIÓN Y CONTACTOS

CURSOS INTERNACIONALES IMT

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT), a través de su Unidad de Servicios Académicos, hace una cordial invitación a los profesionales interesados en participar en los cursos que ofrece dentro del programa de capacitación IMT; el cual se publica en la página web:

<http://imt.mx/Espanol/Capacitacion/>

PUBLICACIONES, BOLETINES Y NORMAS

En dicha página web pueden consultarse sus publicaciones completas, los boletines externos "NOTAS" anteriores y las nuevas normas técnicas, ingresando a los enlaces siguientes:

<http://imt.mx/Espanol/Publicaciones/>

<http://boletin.imt.mx/>

<http://normas.imt.mx/>

INFORMES:

Tels: (442) 216 97 77, 216 97 44
 216 96 57 ext. 2034

Fax: 216 97 77 ext. 3037

Correo: publicaciones@imt.mx

Electrónico: capacitación@imt.mx

Para cualquier comentario o sugerencia con respecto, a esta publicación o ejemplares pasados, nos podrá contactar en: notas@imt.mx

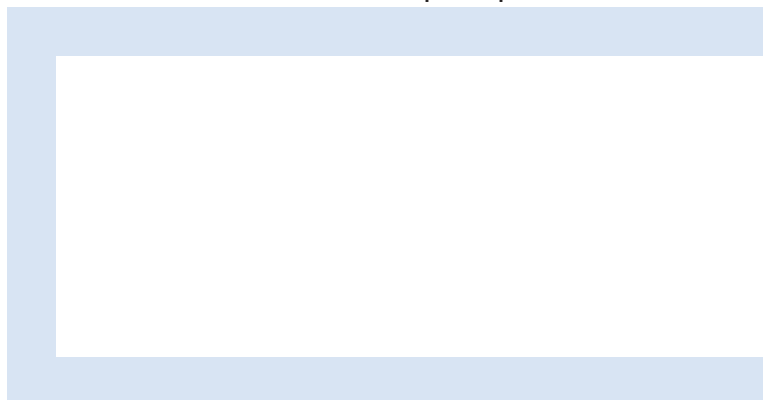
El contenido de los artículos aquí publicados es responsabilidad exclusiva de sus autores; por tanto, no refleja necesariamente el punto de vista del Instituto Mexicano del Transporte.

Se autoriza la reproducción parcial o total de los artículos contenidos en este ejemplar, siempre y cuando sean citados como fuente los nombres de autor (es), título del artículo, número y fecha de este boletín.



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
APARTADO POSTAL 1098
76000 QUERÉTARO, QRO
MÉXICO

Registro Postal
Cartas
CA22-0005
Autorizado por Sepomex



POR AVIÓN
AIR MAIL