

## CRECIMIENTO ECONÓMICO Y TRANSPORTE: EN BUSCA DEL DESACOPLE

### Introducción

El transporte es una actividad que permite a los usuarios realizar actividades económicas, sociales y culturales. Típicamente, la literatura ha considerado la demanda de transporte como una demanda derivada de la actividad económica, enfatizando que en general los usuarios no viajan ni mueven sus pertenencias sólo por el gusto de trasladarse, sino por la necesidad de realizar otras actividades (Papacostas, 1987).

Los pasajeros se transportan para tener acceso al trabajo, a la escuela, a los mercados, a servicios médicos y a otros satisfactores que están lejos de su lugar de residencia. El transporte de carga, se liga directamente con los requerimientos del sistema productivo en el movimiento de materias primas, productos terminados, la colecta y el reparto de mercancías, etc.

Así, es natural que la demanda de transporte siga de cerca las tendencias de la actividad económica, y que las variaciones del Producto Interno Bruto (PIB) se reflejen en las actividades del transporte. Cuantitativamente, es de esperar que la demanda de transporte tenga una fuerte correlación con el PIB, indicando con esto un acoplamiento entre ambas variables.

Considerando las aspiraciones sociales de bienestar, el crecimiento económico es una meta deseable cuyo logro se mide básicamente

con las variaciones del PIB, de modo que el consecuente aumento de la actividad del transporte también pareciera deseable. El transporte, sin embargo, tiene asociados diversos impactos negativos como son los accidentes, la contaminación ambiental, el consumo energético, el calentamiento global y la congestión, que no son deseables, y que las sociedades modernas tratan de controlar por diversos medios.

Surge entonces la cuestión de si puede haber crecimiento económico sostenido y bienestar social, sin el crecimiento sostenido de los impactos negativos del transporte. Esto lleva a buscar el desacople entre el crecimiento económico y las actividades del transporte,

## CONTENIDO

<b>CRECIMIENTO ECONÓMICO Y TRANSPORTE: EN BUSCA DEL DESACOPLE</b>	<b>1</b>
<b>ANÁLISIS DEL TREN MOTRIZ DE UN VEHÍCULO CLASE C2 CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA Y SU EFECTO EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>8</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>15</b>
<b>PROYECTOS EN MARCHA</b>	<b>16</b>
<b>PUBLICACIÓN</b>	<b>17</b>
<b>EVENTOS ACADÉMICOS</b>	<b>18</b>

para que a largo plazo haya un sistema de transporte sostenible en un entorno de prosperidad económica.

Este artículo examina brevemente algunas ideas sobre el desacople entre crecimiento económico y transporte, resumiendo algunas experiencias extranjeras y las tendencias observables en México con datos básicos del transporte. En particular, se prestará atención al autotransporte de carga, aunque las ideas expuestas también pueden aplicarse al transporte de pasajeros.

### El acoplamiento entre el PIB y el transporte

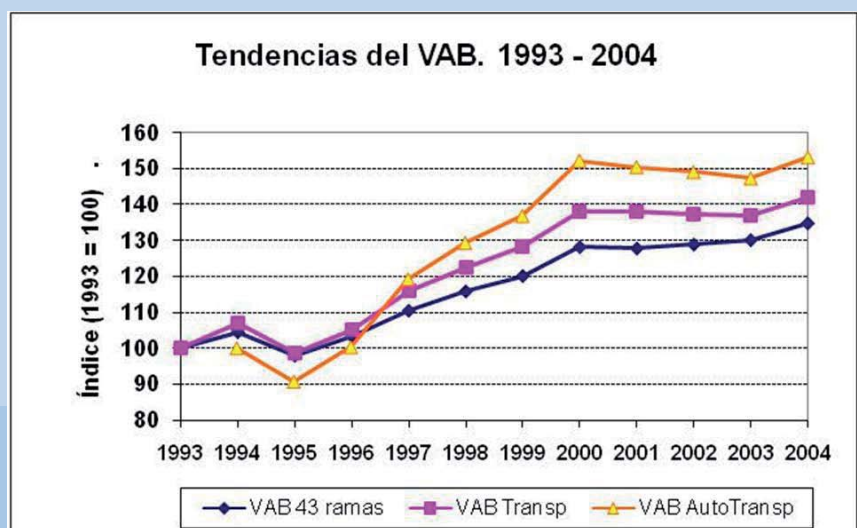
La participación del transporte en el crecimiento del PIB se observa comparando la evolución del PIB a precios constantes, con medidas de la actividad, como son las toneladas-kilómetro producidas anualmente. Con fines de ilustración, se usarán datos del Valor Agregado Bruto (VAB), que es una forma de medir el PIB desde el lado de la oferta, calculado como la diferencia entre el valor de los productos y servicios generados menos el valor de los insumos utilizados en su producción.

La Figura 1 muestra la evolución de los indicadores del VAB en el periodo 1993–2004, para el año base 1993 = 100. En la figura se ve la evolución del VAB de las 43 principales ramas económicas, el VAB del sector transporte y el del subsector autotransporte a precios constantes de 1993. Los coeficientes de correlación VAB 43 Ramas–VAB Transporte y VAB 43 Ramas–VAB AutoTransporte resultan de 0.995 y 0.985, indicando que estas variables se encuentran fuertemente relacionadas, lo que sugiere un acoplamiento entre ellas.

La Figura 2 muestra la evolución del VAB de las 43 principales ramas económicas, la de las toneladas-kilómetro totales y las de las toneladas-kilómetro del autotransporte de carga.

El coeficiente de correlación entre VAB y las toneladas kilómetro totales es de 0.930, mientras que la correlación entre VAB y toneladas-kilómetro en el autotransporte es de 0.913, sugiriendo también un acoplamiento entre sus valores.

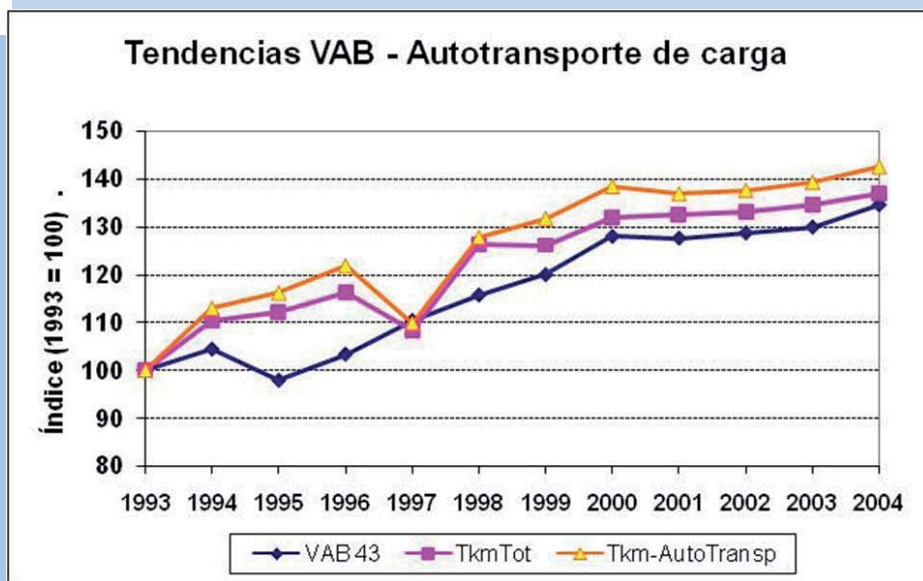
El acoplamiento entre crecimiento económico y transporte sugerido, se ha observado



Fuente: Manual Estadístico del Sector Transporte 2007, IMT

Figura 1

Tendencias del Valor Agregado Bruto en el periodo 1993 – 2004



Fuente: Manual Estadístico del Sector Transporte 2007, IMT

Figura 2

Tendencias del Valor Agregado Bruto y el autotransporte, 1993 – 2004

también en otros países. Bennathan, Fraser y Thompson (1992) realizaron un estudio para determinar la demanda de transporte de carga usando modelos de regresión en los que la variable toneladas-kilómetro fue explicada con datos del PIB y datos de la superficie territorial en 33 países: 17 de economías con ingresos altos y medios; 11 de ingresos medios y bajos y 5 de antiguas economías socialistas en transición al capitalismo. En todos los casos, la prueba t de los coeficientes de los modelos lineales dio valores altamente significativos. Los coeficientes de determinación con la R2 fueron modestos considerando las variables PIB y área territorial por separado, aunque considerándolas juntas dieron valores elevados, entre 0.88 y 0.95, confirmando así la relación del movimiento de carga con el PIB.

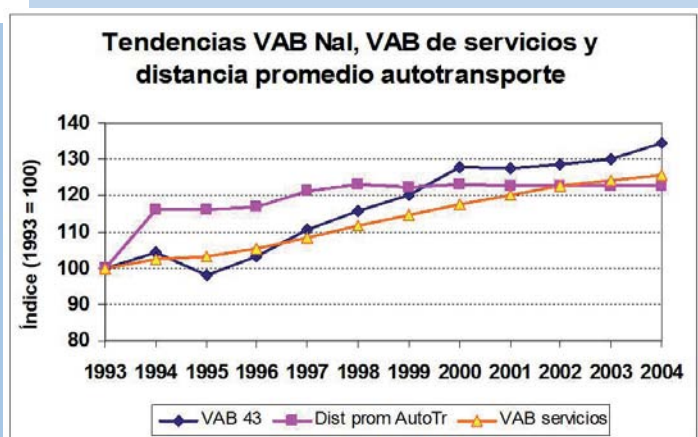
### El desacople PIB-Transporte

El interés por separar los impactos negativos del transporte del crecimiento económico es un viejo anhelo de los economistas del transporte. En su reunión de junio de 2001 en Gotenburgo,

Suecia, el Consejo de la Unión Europea declaró que: "...una política sostenible debería enfrentar...la internalización completa de los costos ambientales y sociales. Se requieren acciones para lograr un desacople significativo entre el crecimiento de la demanda de transporte y el crecimiento del PIB, en particular por medio de la transferencia de movimientos del autotransporte hacia el ferrocarril, el transporte por agua y el transporte público de pasajeros" (European Commission, 2001).

El desacople entre transporte y crecimiento económico puede ser dos tipos: el desacople absoluto y el desacople relativo. El desacople absoluto se da cuando el impacto negativo del transporte (emisiones contaminantes, accidentes, congestión) se mantiene estable o mejor aún, decrece, a la vez que hay crecimiento económico. El desacople relativo se da cuando el crecimiento del impacto del transporte es positivo, pero a una tasa menor que la del crecimiento económico que lo impulsa (Hourcade, 2006).

Algunos datos del transporte pueden indicar un desacople en el sistema económico. Así, aunque las gráficas previas sugieren que el transporte sigue de cerca el crecimiento del VAB, otras variables como la distancia media (kms) recorrida en el autotransporte o el VAB del sector Servicios pueden sugerir cierto desacople. La Figura 3 muestra la evolución del VAB nacional, la distancia media recorrida en el autotransporte de carga y el VAB acumulado de varios sectores de servicios (Alquiler de inmuebles, Servicios educativos, Servicios Médicos, y Otros servicios) dentro de las 43 principales ramas económicas de las Cuentas Nacionales.



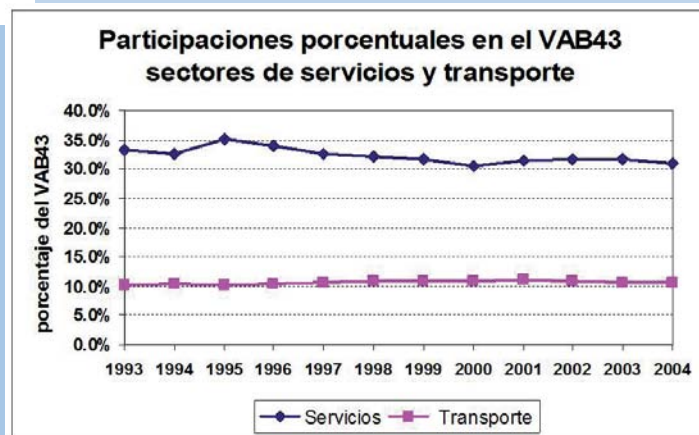
Fuente: Manual Estadístico del Sector Transporte 2007, IMT

Figura 3

**Tendencias del VAB nacional, VAB de los servicios y distancia media del autotransporte**

La evolución de la distancia media recorrida por el autotransporte tiene tendencia estable al final del periodo, a pesar de que las toneladas-km de la Figura 2 tienen una tendencia creciente.

En cuanto al VAB del sector de servicios, conviene notar que muestra una tendencia creciente en el periodo, y que este sector es mucho menos demandante de transporte que el sector manufacturero y el de la industria extractiva. En términos de la participación porcentual en el VAB de los sectores transporte



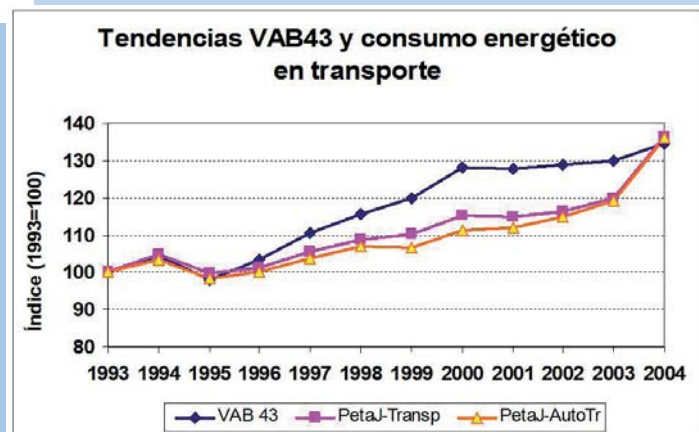
Fuente: Manual Estadístico del Sector Transporte 2007, IMT

Figura 4

**Participaciones porcentuales en el VAB nacional, del sector transporte y los de servicios**

y los de servicios mencionados, la Figura 4 muestra la evolución en el periodo 1993–2004, donde se nota una tendencia estable en la participación del transporte, y una tendencia ligeramente descendente del sector de los servicios mencionados.

En relación con el uso de la energía, también hay diferencias con las Figuras 1 y 2. La Figura 5 muestra la evolución del consumo energético (PetaJoules consumidos) en



Fuente: Manual Estadístico del Sector Transporte 2007, IMT

Figura 5

**Tendencias del VAB de las 43 ramas principales y consumos energéticos en el transporte**



El caso británico

el sector transporte y en el subsector autotransporte comparado con el VAB de las 43 ramas principales de la economía, mientras que la Figura 6 muestra la evolución del consumo promedio de energía por tonelada kilómetro (MegaJoules/Tkm) generada por el autotransporte.

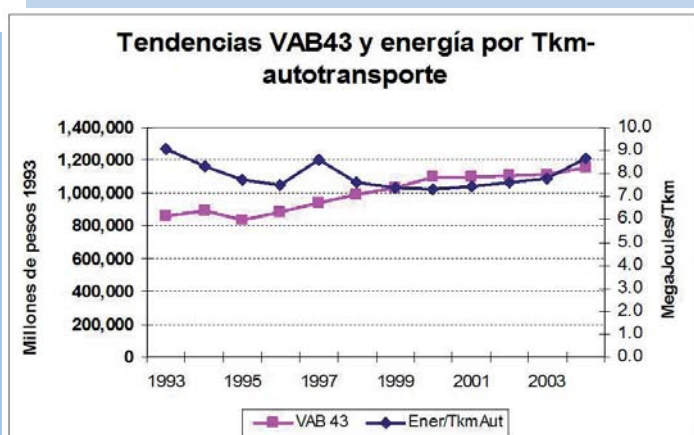
La Figura 5 sugiere un desacople relativo entre el consumo energético del sector transporte en el periodo 1996 a 2002, con un aparente reacoplamiento al final del mismo.

La figura 6, muestra una tendencia decreciente del consumo de energía por tonelada-kilómetro en el autotransporte producida en casi todo el periodo, con un repunte al final del mismo, que podría indicar un reacoplamiento a partir de 2004.

Uno de los países en los que aparentemente se ha presentado la separación entre crecimiento económico y actividad del transporte en tiempos recientes es el Reino Unido. En un estudio sobre el comportamiento del PIB y la actividad del transporte carretero de carga, McKinnon (2006) ha reportado que en el periodo 1997 – 2004 el PIB británico creció en términos reales un 21% mientras que las toneladas-kilómetro totales del sistema de transporte aumentaron solamente un 8%. En la Figura 7 se muestran las tendencias de los índices para el PIB, las toneladas-kilómetro totales y las correspondientes del autotransporte en Gran Bretaña para el periodo indicado, notándose un desacople entre el PIB y las otras variables.

Este comportamiento de las variables corresponde a lo que sería un desacople relativo, con una elasticidad T-km/PIB más bien baja de:  $0.08 / 0.21 = 0.38$ .

Una medida que se ha propuesto en la literatura para la actividad del transporte es la llamada intensidad de transporte. Aunque no se tiene aún un consenso general para las unidades de medición de este concepto, puede entenderse como la cantidad de transporte que es generada por cada unidad del PIB (McKinnon, 2006). La razón de Toneladas-kilómetro / PIB en Gran Bretaña en el periodo 1993 – 2003 se ha reducido en un 12.7%, mientras que en los primeros 15 países de la Unión Europea se ha incrementado en aproximadamente el 8% (McKinnon, 2006); sólo Finlandia muestra una reducción de esta tasa mayor que la del Reino Unido: alrededor de un 17%. Estos resultados se relacionan directamente con el posicionamiento geográfico tanto de la Gran Bretaña como de Finlandia respecto de la Unión Europea, ya que al estar en su periferia, estos países quedan libres del enorme crecimiento de tráfico que experimenta la Unión en el centro de Europa.

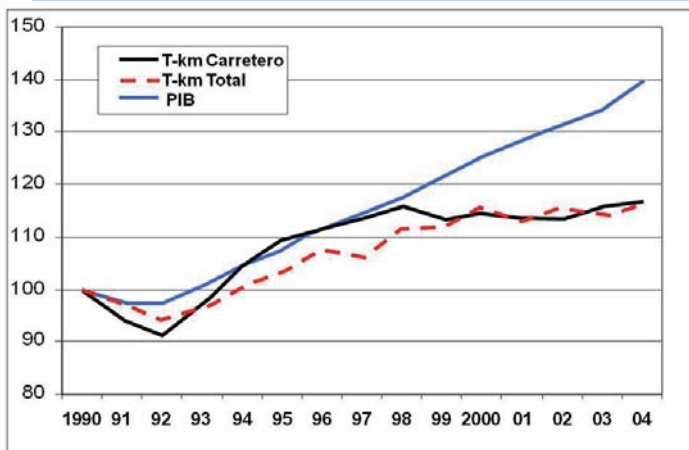


Fuente: Manual Estadístico del Sector Transporte 2007, IMT

Figura 6

Tendencias del VAB de las 43 ramas principales y eficiencia energética

Los indicios de desacople o reacoplamiento sugerido en estas gráficas, no son definitivos, y es claro que se requieren estudios detallados que permitan separar claramente los factores que inducen cambios en las variables, para identificar con claridad la presencia de desacople entre el transporte y el crecimiento económico.



Fuente: McKinnon, 2006

**Figura 7**

**Tendencias del PIB y las toneladas-kilómetro en Gran Bretaña, 1990-2004. Índice 1990 = 100**

En el análisis del caso británico, McKinnon (2006) identifica tres razones principales que pueden explicar el desacople entre el PIB y la actividad del transporte:

1. El aumento en las prácticas de cabotaje por operadores no-británicos en el Reino Unido
2. Un cambio en el reparto modal del movimiento de carga que ha reducido la participación porcentual del autotransporte
3. Un incremento real en las tarifas del autotransporte de carga

El incremento en el cabotaje en el Reino Unido se ha detectado por la participación de los operadores europeos no-británicos, que en 1997 eran alrededor del 52% de los camiones que llegaban a puertos británicos, mientras que en 2004 fueron cerca del 75%. Cabe notar que las toneladas-kilómetros que generan estos vehículos extranjeros no se contabilizan en la Encuesta Continua de Autotransporte de Carga (Continuing Survey of Road Goods Transport, CSRTG) que es la fuente oficial de movimiento doméstico de carga en el Reino Unido, por la que su incidencia en el PIB no se detecta.

El gobierno británico ha reconocido esta deficiencia en las estadísticas, y en parte por ello ha preferido no utilizar las toneladas-kilómetro como indicador en los análisis de tendencias de desacoplamiento. Más bien, ha empezado a estimar la relación entre vehículos-km y el PIB, estimando los vehículos-km con encuestas de camino que monitorean los movimientos de carga en las carreteras de cualquier camión que circula en ellas. Así, se ha observado que entre 1997 y 2004 la razón vehículos-km totales (incluyendo camiones extranjeros) a PIB se redujo un 11%, confirmando el desacoplamiento sobre una base más firme.

El cambio en el reparto modal del movimiento de carga ha reducido la participación del autotransporte en las toneladas-kilómetro totales del 67.4% en 1997 a 62.7% en 2004. Este cambio fue propiciado en los primeros años por el efecto de la privatización de los servicios ferroviarios de carga en el Reino Unido iniciada en 1996, aunque en el periodo 1997-2004 la participación del ferrocarril aumentó del 7% al 8%, y la participación del movimiento de carga por agua aumentó del 21% al 24%, lo que significó alrededor de 4.6 miles de millones de toneladas-kilómetro retiradas del movimiento del autotransporte. Este reacomodo en el reparto modal puede explicar alrededor del 20% del desacople observado en los datos.

En cuanto al aumento en el costo real del autotransporte de carga éste ha sido otro factor explicativo del desacople entre PIB y transporte. Entre mediados de 1997 y mediados de 2004, el índice de precios promedio del autotransporte aumentó 1.64% en términos reales. Entre 1994 y 1999, los costos de operación vehicular del autotransporte de carga fueron empujados en parte por la política de impuestos escalonados sobre el combustible que manejó el gobierno británico.

El impuesto del diesel aumentó en un 5% anual entre 1994 y 1997, y un 6% anual entre 1997

y el término de esta política en 1999, todo ello en términos reales. A partir de este último año, las presiones sobre los costos operativos del autotransporte británico vinieron de aumentos en los costos de la mano de obra, los seguros, la congestión vehicular, y a partir de 2003, del precio de mercado del combustible.

Adicionalmente, otros factores de importancia en los costos de operación vehicular han sido los cambios en los movimientos en vacío y el factor de carga en los camiones, contendencias de crecimiento en sentidos opuestos. Mientras que en el periodo 1997–2004 la proporción de vehículos-km en vacío se redujo del 28.2% al 26.8%, el factor de carga basado en el peso de vehículos cargados se redujo del 62% al 57%; esto último quizá motivado en parte porque se aumentó la capacidad de peso máximo permitido en la flota vehicular entre 1999 y 2001.

La elasticidad precio de la demanda para el autotransporte de carga, sin embargo, ha resultado baja, estimada por el gobierno británico en  $-0.1$ , lo que significa que por cada 1% de aumento en las tarifas del autotransporte, las toneladas-kilómetro se reducirán en un 0.1%. Aplicando esta elasticidad al incremento observado en las tarifas entre mediados de 1997 y mediados de 2004, se estima que de no haberse dado el incremento, se habrían generado 2,400 millones de ton-km adicionales en el autotransporte en el año 2004 (McKinnon, 2006).

Finalmente, McKinnon ha reportado en una investigación más reciente llevada a cabo en 2008 que el PIB y las toneladas-kilómetro del transporte de carga en Gran Bretaña parecen haber reiniciado un reacoplamiento a partir de 2005 (McKinnon, 2007).

## Conclusiones

El desacople del crecimiento económico y el transporte es una meta deseable en los sistemas de transporte. La mera comparación

de la evolución del PIB contra la producción de toneladas-km o de camiones-km no basta para deducir la presencia de desacople o reacople, como se ha visto en los ejemplos mostrados.

En el caso británico, McKinnon examinó doce posibles razones para explicar el desacople en el periodo 1993–2004, pero sólo pudo confirmar estadísticamente tres de ellas: a) el aumento de cabotaje por operadores no-británicos en el Reino Unido; b) una reducción de la participación del autotransporte en el reparto modal del movimiento de carga, y c) un incremento real en las tarifas del autotransporte de carga.

Para las otras, sugiere hacer estudios más detallados para mejorar la certeza estadística.

La importancia de detectar correctamente el desacople entre crecimiento económico y transporte es crucial para una toma de decisiones orientada a buscar la disminución de los impactos negativos del transporte, y un primer paso es examinar los instrumentos que pueden utilizarse para propiciar el deseado desacople.

Algunos instrumentos que se han sugerido para ayudar a la política de desacople son los siguientes (OECD, 2006):

- Instrumentos económicos (impuestos a vehículos, a combustibles, tarificación de infraestructuras, subsidios a modos amigables al ambiente, etc.)
- Instrumentos regulatorios (normas sobre emisiones, límites de velocidad de circulación, control de camiones sobrecargados, etc.)
- Instrumentos de inversión (mejora de infraestructura de transporte público, inversiones en transporte multimodal, sistemas de gestión de tráfico, etc.)

•Convenios institucionales (horarios de trabajo escalonados, oficina por Internet, etc.)

La literatura sobre el tema ha mostrado que no existe una política única para lograr el desacople. Enfoques que son útiles en un país, pueden ser insuficientes en otro. Para comenzar, medidas de bajo costo y que pueden implantarse en el corto plazo, como la mejora de la calidad del servicio ferroviario o el acceso al ferrocarril y al transporte público urbano son recomendables en las primeras etapas de una política de desacople, pues con ello se puede reducir la presión sobre el ambiente, sin un excesivo costo económico.

La planeación de la política de desacople requiere sin embargo, de estudios detallados para identificar los indicadores adecuados que muestren la evolución de las variables del transporte ligadas al crecimiento económico y que permitan precisar esta circunstancia. La aplicación exitosa de una política de desacople dependerá críticamente de los resultados de este tipo de estudios.

## Bibliografía

Bennathan, E., Fraser, J. and Thompson, L.S. *What determines Demand for Freight Transport?* The World Bank Working Papers. WPS-998. USA. 1992

European Commission. *White Paper. European transport policy for 2010: time to decide*. [en línea]. En:<URL: [http://ec.europa.eu/transport/strategies/2001\\_white\\_paper\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/strategies/2001_white_paper_en.htm)>. 2001

Hourcade, J. *Élargissement de L'union Européenne, Mondialisation. Le Découplage entre la Croissance Économique et La Mobilité est-il Souhaitable?*. Transports. No. 437, mai-juin 2006. 2006

IMT. *Manual Estadístico del Sector Transporte 2007*. Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro, México. 2008

McKinnon, A.C. *The Decoupling of Road Freight Transport and Economic Growth Trends in the UK: An Exploratory Analysis*. Heriot-Watt University, Edinburgh, UK. [en línea]. Disponible en: <URL: <http://www.sml.hw.ac.uk/logistics/research/archive/decouplingfreight.html>> 2006

McKinnon, A.C. *Decoupling of Road Freight and GDP Trends. Period 2005–2006*. Logistics Research Centre, Heriot-Watt University, Edinburgh UK. [en línea]. Disponible en: <http://www.sml.hw.ac.uk/logistics/research/archive/decouplingfreight.html>. 2007

OECD. *Decoupling the Environmental Impacts of Transport from Economic Growth*. Organisation for Economic Co-Operation and Development. Paris, France. 2006

Papacostas, C.S. *Fundamentals of Transportation Engineering*. Prentice-Hall. USA. 1987

MORENO QUINTERO Eric  
emoreno@imt.mx  
MOLINA FLORES Irma  
duramas2@queretaro.com



## ANÁLISIS DEL TREN MOTRIZ DE UN VEHÍCULO CLASE C2 CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA Y SU EFECTO EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

### Introducción

El transporte en México juega un papel importante en el uso de la energía y por lo tanto en el impacto ambiental, debido a la enorme cantidad de combustible derivado del petróleo que se emplea en su operación. Posiblemente se trata de la actividad con mayor potencialidad de ahorro de energía tanto a mediano como a largo plazos, si se aplican políticas apropiadas para el sector.

La información de los últimos diez años contenida en el Balance Nacional de Energía [1], indica que el transporte carretero en México representa más del 90% del total de consumo de combustible de todas las formas de transporte. De acuerdo con dicha información, el consumo total de diesel representa el 26% del total de las necesidades de combustible en el sector transporte. Lo anterior significa que el transporte carretero, tanto de pasajeros como de carga, representa el 10% del total de la demanda energética de México. Así, cualquier ahorro de combustible en el transporte carretero tiene un impacto significativo en la eficiencia energética global.

Las empresas de transporte pesado utilizan vehículos que han sido seleccionados, basándose en preferencias personales de los transportistas, en recomendaciones comerciales o en la experiencia de los operadores. Esto ha provocado una deficiente operación de los mismos, debido principalmente a la falta de conocimiento que existe respecto al funcionamiento de los componentes del tren motriz en el desempeño de la unidad y de su relación con el consumo de combustible.

El consumo de combustible en los vehículos pesados depende de diversos factores tal como el tipo de carretera, clima y comportamiento del operador, estos factores son difíciles de modificar por un fabricante de vehículos, sin embargo, una selección adecuada de los elementos que integran el tren motriz de la unidad, favorece la correcta operación de las unidades de acuerdo con las características del servicio que presten, logrando un consumo eficiente del combustible.

Se puede señalar, que las operaciones de las empresas de transporte están sujetas a la disponibilidad comercial del tipo de vehículos, y al tipo de unidades importadas las cuales son diseñadas para condiciones orográficas diferentes a las de México, por lo que pueden presentar fallas en el tren motriz durante su operación [2].

Las características del tren motriz y el perfil de las carreteras por las que circula el vehículo determinan el modelo de vehículo más adecuado. Aunque la resistencia del aire, la resistencia a la rodadura y las especificaciones de la tracción influyen en el consumo de combustible, el peso de la carga, sigue siendo el factor más influyente en el consumo de combustible por tonelada y kilómetro. Los motores más potentes y las cargas más pesadas suponen un mayor consumo de combustible. Sin embargo, realizando el cálculo por tonelada/kilómetro, el consumo de combustible se reduce cuando el tren motriz es el adecuado.

Para una empresa de transporte, la planeación de rutas y el peso de la carga constituyen los factores más significativos a la hora de reducir

el consumo de combustible. El método de conducción y el estado de las carreteras también influyen en el consumo de combustible. Por lo que, si se realiza desde el principio la selección adecuada del vehículo para llevar a cabo las operaciones de la empresa de transporte, esto puede representar hasta un 10 % el ahorro de combustible.

### Aspectos a considerar para la selección de los componentes del tren motriz

Los aspectos principales que se deben de tomar en consideración para el proceso de selección de los elementos del tren motriz de un vehículo, son [3]:

**El tipo de operación:** define la naturaleza del transporte y por lo tanto, permite establecer el peso bruto vehicular máximo que puede transportar la unidad.

**La ruta de operación:** este aspecto permite establecer los porcentajes máximos de pendiente ascendente los cuales requerirán potencia adicional para arrancar y superar las pendientes críticas; igual consideración debe hacerse para vencer la resistencia al rodamiento en una carretera en malas condiciones (rugosidad y desgaste de la superficie de la carretera), lo que permite poner particular atención al desgaste de las llantas.

**El desempeño del vehículo:** se ve influenciado principalmente por la velocidad, el peso bruto vehicular máximo que puede transportar y la altitud que define la pendiente crítica por la que transitará. Con estos parámetros se pueden determinar, de manera preliminar la potencia máxima del motor y establecer los elementos que integrarán el tipo de vehículo y su tren motriz. Es importante considerar en la selección del tren motriz, la economía del combustible.

Cumplimiento de la normatividad: para la circulación o construcción de los vehículos en México se debe de cumplir con las normas vigentes, tanto de pesos y dimensiones, como de protección al medio ambiente.

### Componentes del tren motriz

El tren motriz está integrado por: motor, embrague, caja de velocidades, diferencial y llantas. Cada uno de estos elementos proporcionan características particulares en el comportamiento de la unidad, por lo que es importante conocer la forma de seleccionar cada uno de ellos.

**Motor:** Para la selección del motor se estima la potencia ( $P_0$ ) necesaria para mover la unidad y para vencer la resistencia aerodinámica del área frontal del vehículo, de acuerdo con la siguiente fórmula [4].

$$P_0 = 12.03 A + 2.033 PBV \quad (1)$$

Siendo  $P_0$  la Potencia estimada,  $A$  la superficie frontal del vehículo y  $PBV$  es el peso bruto vehicular del vehículo. Esta aproximación, permite seleccionar un motor de acuerdo a la capacidad torsional de la transmisión y su potencia debe ser mayor a la potencia estimada anteriormente.

**Embrague:** El embrague es el elemento del tren motriz que transmite el torque del motor a la caja de velocidades por medio de discos de fricción, para poner un vehículo en movimiento [5]. El torque requerido del embrague se calcula mediante la ecuación (2).

$$T_{em} = (R M N Q) / 12 \quad (2)$$

Siendo  $T_{em}$  el torque del embrague,  $R$  es el radio medio del disco,  $M$  es el coeficiente de fricción por tipo de pasta,  $N$  es el número de caras de fricción y  $Q$  es la carga en el plato.

**Llantas:** El tamaño de las llantas se selecciona considerando la capacidad de carga de las mismas, su número y el peso bruto vehicular. Se debe de tomar en cuenta que cada una de ellas soporta un peso igual al de las restantes y que sólo estará cargada el 80% de su capacidad de carga, con el fin de prolongar su vida útil [6].

**Diferencial:** Este es el elemento que restringe la velocidad del vehículo. Para este elemento se necesita conocer la relación corona/piñón, denominado también como paso del diferencial. El paso del diferencial se calcula con la fórmula (3), [7].

$$P_d = [0.06P_{II}(R_{cm}+200)]/P_uV_r \quad (3)$$

Siendo  $P_d$  la relación de paso del diferencial,  $P_{II}$  es el perímetro de la llanta,  $R_{cm}$  es el régimen de consumo mínimo de combustible del motor,  $P_u$  es la relación de paso del último engrane de la transmisión y  $V_r$  es la velocidad reglamentaria de circulación.

El resultado de esta fórmula proporciona una relación de paso cercana a las comerciales, que puede utilizarse para alcanzar la máxima velocidad permitida, dentro del área de mínimo consumo específico de combustible. El límite de velocidad para autobús es de 95 km/h y para transporte de carga de 80 km/h, en ambos casos existe una tolerancia de, más 15 km/h para maniobras de rebase.

**Caja de velocidades (Transmisión):** El elemento que proporciona las características de desempeño más importantes del vehículo es la caja de velocidades o transmisión; por esta razón se le considera como base para la selección del tren motriz.

La transmisión es la parte del tren motriz que modifica el torque y las revoluciones por minuto que desarrolla el motor, permitiendo al vehículo operar una gran variedad de

velocidades de marcha. La transmisión le proporciona al vehículo características tales como: capacidad de arranque en pendiente (*startability*), capacidad de ascenso en pendiente (*gradeability*), una velocidad adecuada de operación, aceleración y capacidad de carga.

La relación de engranes de la transmisión y del diferencial deben de asegurar la operación del motor dentro de su rango de trabajo óptimo, para un desempeño más eficiente del vehículo a bajos costos de operación. Existen motores de bajas revoluciones por minuto (rpm) que deben mantener las rpm del motor cerca del torque máximo para lograr la operación eficiente del vehículo. La selección de engranes de la transmisión para el acoplamiento con el diferencial, debe considerar lo siguiente [8]:

- La reducción total del tren de engranes es calculado a través de la multiplicación de las relaciones de los engranes en cada componente, esta reducción de engranes se debe calcular para determinar la pendiente máxima en la que puede iniciar la marcha un vehículo, ecuación (4).

$$R_{te} = R_t \times R_a \times R_d \quad (4)$$

Donde  $R_{te}$  es la reducción total del tren de engranes,  $R_t$  relación de la transmisión principal,  $R_a$  relación de la transmisión auxiliar y  $R_d$  relación del diferencial.

- El porcentaje de pendiente máxima en la que puede iniciar la marcha (*startability*) un vehículo se calcula mediante la siguiente ecuación [9].

$$S = [(T \times R_{te} \times R_{II}) / (10.7 \times P_{BV})] - R_r \quad (5)$$

$S$  es la *startability*,  $T$  es el torque máximo del motor,  $R_{te}$  reducción total de engranes,  $R_{II}$  es la Velocidad de rotación de la llanta,  $P_{BV}$  es el peso bruto vehicular y  $R_r$  es la resistencia al rodamiento.

- El número de relaciones de velocidad de la transmisión, necesarias para acelerar progresivamente con facilidad y rapidez el vehículo cargado, debe ser uniforme y no superponerse. Por lo que el paso ideal entre los engranes debe encontrarse en el rango de 18% a 20% entre las relaciones. La relación de paso representa el porcentaje de la amplitud entre los pasos de los engranes y se calcula mediante la ecuación (6).

$$Rp = [(Rte_n / Rte_{n-1}) - 1] \times 100 \quad (6)$$

Donde  $Rp$  es la relación de paso,  $Rte_n$  es el valor de la reducción total en el paso utilizado y  $Rte_{n-1}$  es el valor de la reducción total en el paso inferior.

Hay que considerar que la caída excesiva de rpm entre cambios, demora y complica los cambios de velocidad provocando que el vehículo pierda trabajo (torque). El rango ideal de caída de las rpm en el motor, debe ser entre las 200 y 400 rpm, para un cambio adecuado en la transmisión.

La característica principal de una transmisión, además de la relación de cada velocidad, es que permita el escalonamiento de las mismas cuando se realizan los cambios. Estos escalonamientos se pueden observar al realizarlos en lo que se le denomina diagrama de velocidades. Este diagrama indica la velocidad máxima alcanzable y el número de revoluciones por minuto en las cuales se logra dicho valor.

## Selección de la caja de velocidades

Para seleccionar adecuadamente una caja de velocidades, se tienen que considerar los siguientes aspectos:

La velocidad máxima permitida [10], para cada posición de la caja de velocidades se debe de alcanzar con un 90 por ciento de las rpm

máximas permitidas, de tal forma que siempre exista una potencia de reserva del motor que evite un desgaste prematuro.

El análisis de patrón de cambios de velocidades [shift pattern], a través del diagrama de velocidades con el fin de observar el comportamiento de la transmisión, todos los cambios de engranes de la transmisión deben de realizarse dentro del rango de mínimo consumo específico de combustible del motor.

La velocidad de cruce se debe de obtener siempre en el régimen de economía de combustible -zona verde- del motor, con el propósito de ahorrar y prolongar la vida útil del motor, ya que está menos revolucionado. Lograr con la última relación de caja y sobre carreteras planas o autopistas, una velocidad que corresponda al límite legal y que permita al motor girar alrededor del régimen de consumo mínimo.

Asegurar subir las pendientes más pronunciadas, con una velocidad aceptable, ya que la transmisión influye directamente sobre la capacidad de arranque en pendiente del vehículo, debido a la relación de paso de la primera marcha, una relación de paso numéricamente bajo tendrá como consecuencia baja capacidad de arranque, lo cual es importante en terreno montañoso.

Otra característica asociada con la transmisión es la capacidad de ascenso del vehículo, ya que una transmisión mal seleccionada, cuando la unidad se encuentra a plena capacidad de carga, puede hacer que el régimen del motor disminuya, al grado de impedir el avance del vehículo.

Existen transmisiones con sobremarcha (overdrive) que permiten operar al vehículo dentro de la velocidad cruce, controlando la velocidad del motor de manera más eficiente.



Casode estudio

El rango de las relaciones de la sobremarcha se encuentra entre 0.6:1.0 y 0.8:1.0, que proporcionan una velocidad del vehículo mayor en relativamente bajas rpm del motor. La vida de una transmisión se ve afectada por el uso inadecuado de la sobremarcha como es el caso de operación con cargas pesadas o en combinación con la relación del diferencial bajo. Se recomienda el uso de la sobremarcha solamente cuando se puedan mantener altas velocidades del vehículo y el motor pueda sostenerlas.

El tren motriz es un sistema dinámico en el que los elementos están íntimamente relacionados, lo que hace difícil su selección, por lo que el elemento que proporciona las características de operación más importantes del vehículo es la transmisión, siendo considerada como base de la selección del tren motriz.

Se llevaron a cabo pruebas [11] con un camión clase C2 año modelo 2005, con un PBV de 22 toneladas, equipado con un motor de 210 HP@2300 rpm de potencia máxima y un torque máximo de 520 lb/ft@1200 rpm; la transmisión es automática de cinco velocidades, el diferencial tiene una relación 5.28 y las especificaciones de las llantas son 11R22.5, el consumo mínimo de combustible del motor se localiza a las 1750 rpm. La ruta de prueba fue Cd. de México – Puerto de Veracruz – Cd. de México (Figura 1), presentando un 80 % de terreno montañoso.

En la tabla 1 se presentan las relaciones de velocidades de la transmisión automática.

En la Tabla 2 se presentan los resultados del cálculo de la reducción total de engranes y el porcentaje de paso entre cada relación de

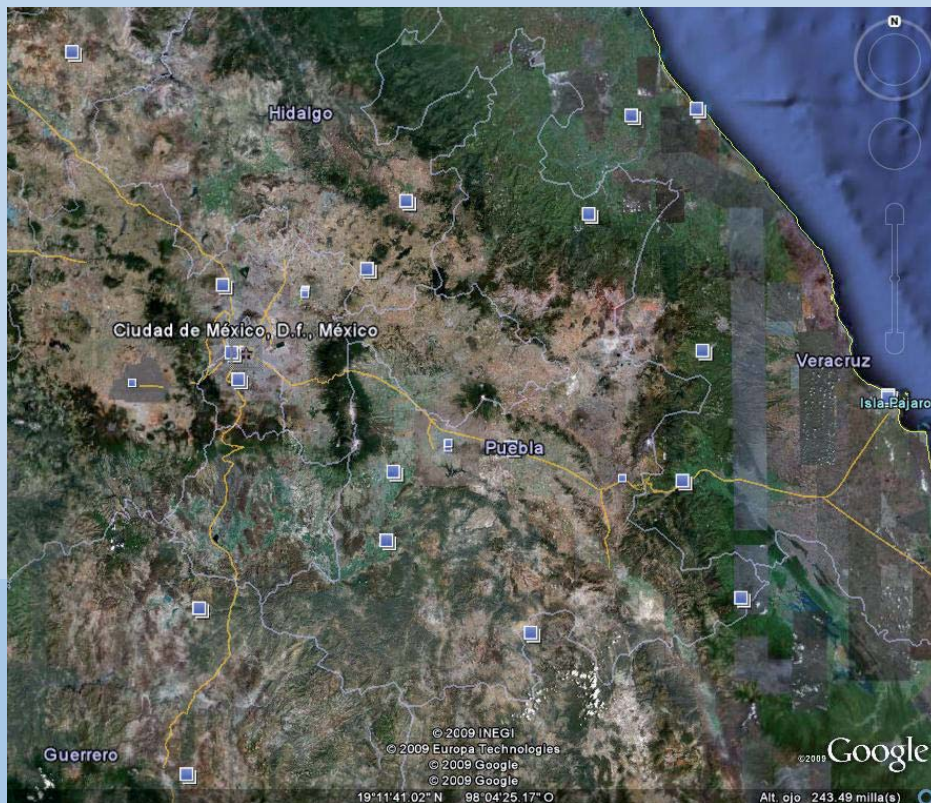


Figura 1

Mapa de la ruta de prueba del caso de estudio [12], iniciando en la Cd. de México, finalizando en el Puerto de Veracruz y retornando a la Cd. de México.

**Tabla 1**

**Relaciones de la caja de velocidades**

No. de velocidad	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Rt	3.49	1.86	1.41	1.00	0.74

velocidad de la transmisión. Donde Ra tiene el valor de 1 y Rd el valor de 5.28.

Es de observar que los porcentajes de la relación de la transmisión no permiten un cambio progresivo suave, lo cual se comprueba al realizar el diagrama de velocidades, ver la Figura 2.

Para determinar si el diferencial es el adecuado, con los datos del vehículo y aplicando la expresión (3), se determina la relación del diferencial y se obtiene el valor de 5.9. Este valor confirma que el diferencial en el tren motriz de la unidad permite alcanzar la velocidad de operación reglamentaria en el régimen de economía de combustible.

En la Figura 2 se observa el régimen del motor, en donde se obtiene la velocidad de 90

**Tabla 2**

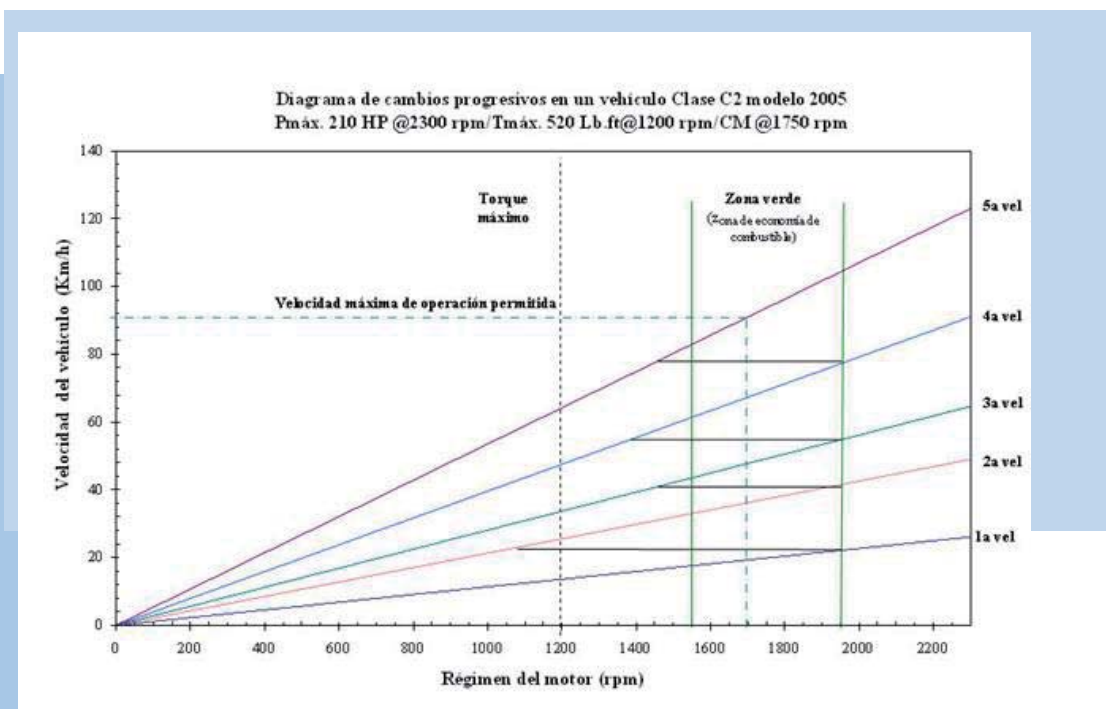
**Resultados de la reducción total de engranes y el porcentaje de paso**

Relación de velocidad	Rte	Paso %
1 <sup>a</sup>	18.43	
2 <sup>a</sup>	9.82	87.63
3 <sup>a</sup>	7.44	31.91
4 <sup>a</sup>	5.28	41.00
5 <sup>a</sup>	3.91	35.14

km/hr, que para el punto seleccionado tiene una velocidad de 1700 rpm.

Analizando el diagrama de velocidades se observa que los cambios no se pueden realizar en la zona verde, zona de economía de combustible, debido a la discontinuidad que existe en el porcentaje de paso de cada uno de los cambios.

Durante la prueba realizada se utilizaron regímenes del motor muy alto, cercano a las 2300 rpm gobernadas del motor, para que los cambios se puedan realizar por arriba de las rpm del torque máximo y de esta forma evitar



**Figura 2**

**Diagrama de velocidades con el patrón de cambios de velocidad en el régimen de mínimo consumo de combustible del motor**

cambios en retroceso que aumenta el uso de combustible.

## Conclusiones

De acuerdo con las características del tren motriz del vehículo utilizado en las pruebas de campo, se puede observar en el diagrama de velocidades que los cambios progresivos de velocidades, no se pueden realizar dentro de la zona de economía de combustible, ya que de acuerdo con los porcentajes de paso calculados, la amplitud entre ellos presentan valores muy altos con respecto a los valores que se consideran como los ideales. Además se corrobora en el diagrama de velocidades, que al realizar los cambios ascendentes se presentan caídas de hasta 850 rpm, provocando que el vehículo pierda torque, dificultando la operación del mismo.

El tren motriz de este vehículo, equipado con una transmisión automática no permitió al operador aplicar un manejo con uso eficiente de combustible, ya que se tienen que realizar los cambios de velocidad en el régimen del motor fuera de la zona verde.

Un vehículo equipado con este tipo de transmisión tiene dificultades para su desempeño en terreno montañoso, ya que la transmisión no le permite al operador lograr un manejo con uso eficiente del combustible.

## Referencias

- [1] Secretaría de Energía, Balance Nacional de Energía 2007, México, D.F. 2008.
- [2] Comisión de Comunidades Europeas, Sociedad Francesa de Ingeniería, Cámara Nacional de Empresas de Consultoría, Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, Guía Metodológica de Diagnósticos Energéticos en el Transporte, México, D.F., 1995.
- [3] Rafael, M. M., Zavala, P. A., "Selección del tren motriz de vehículos pesados (carga y pasajeros) destinados al servicio público federal", Publicación Técnica No. 128 Instituto Mexicano del Transporte, 1999.
- [4] Society of Automotive Engineers, Inc.; Truck Ability Prediction Procedure SAE J688, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA, 1995.
- [5] SPICER; Funcionamiento básico de transmisiones y embragues; Transmisiones TSP SPICER; Pedro Escobedo, Qro. 1998.
- [6] Goodyear, Factores que afectan la duración de las llantas para un camión, Catalogo Goodyear, México, D. F. 1997.
- [7] Rafael M. M., Manuel F.S., Guzmán R.C., Manual de Conducción Técnica de Vehículos Automotores Diesel, Publicación Técnica No. 70 Instituto Mexicano del Transporte, 1995.
- [8] Fitch. J.W.; Motor Truck Engineering Handbook; Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale, PA . U.S. A. 1994.
- [9] Society of Automotive Engineers, Inc SAE Handbook Supplement 82; SAE Recommended Practice, Truck Ability Prediction Procedure SAE-J688, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA, 1995.
- [10] Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT); Acuerdo que establece el control de la velocidad para vehículos propulsados por motor a diesel, destinados al servicio de autotransporte de personas y bienes; Diario Oficial de la Federación (DOF); 28 de julio de 1980.
- [11] Instituto Mexicano del Transporte, Informe interno, Sanfandila Qro., 2007
- [12] <http://www.google.earth.com>

RAFAEL Mercedes  
mrafael@imt.mx



## GLOSARIO

A continuación se presentan las palabras clave con su descripción correspondiente, las cuales son contenidas respectivamente en los dos artículos técnicos presentados en este boletín:

**Artículo 1:**

**Crecimiento económico:** El término se refiere a la evidencia medible del desarrollo económico de una sociedad; describe el aumento de la fuerza de trabajo, del capital, del consumo y del comercio internacional en un país. La medida más común del crecimiento económico es el Producto Interno Bruto, que es el valor monetario de todos los bienes y servicios producidos en un año en el país.

**Desacople:** En el contexto económico de la producción y sus impactos ambientales, el desacople entre variables económicas se refiere a la posibilidad que tenga un sistema productivo de lograr el crecimiento económico sin el correspondiente crecimiento en los impactos ambientales derivados de esa producción (contaminación de suelo, agua, aire; ruido, accidentes, etc). El desacople se mide comparando la tasa a la que aumenta el crecimiento económico con la tasa a la que aumentan los impactos ambientales. En el caso del transporte, una forma de evaluar el desacople es comparar el crecimiento del PIB con el crecimiento del servicio de transporte producido en términos de toneladas-kilómetro producidas.

**Transporte sostenible:** El término se refiere a sistemas de transporte que son compatibles con los objetivos del crecimiento económico sostenible, que son sistemas que:

- Permiten a la sociedad acceder a las actividades que necesita desarrollar de modo seguro y en concordancia con los objetivos de salud pública y de bienestar ambiental, en un marco de equidad entre los usuarios actuales y las generaciones futuras

- Ofrecen un servicio de costo accesible, que opera eficientemente en un ambiente multimodal y apoya la competitividad de la economía, y

- Controlan y limitan las emisiones contaminantes y los desechos, permitiendo su absorción en el reciclado natural del planeta, utilizando recursos renovables a tasas menores que las de su producción, y utilizando recursos no-renovables a tasas menores o a lo más iguales que la generación de recursos sustitutos, para minimizar el impacto en el ambiente y el uso del suelo.

**Artículo 2:**

**Camión unitario (C2, C3):** Vehículo automotor de seis o más llantas, destinado al transporte de carga con peso bruto vehicular mayor a 4 t.

**Peso bruto vehicular (PBV):** Suma del peso vehicular y el peso de la carga, en el caso de vehículos de carga.

**Tren Motriz:** Conjunto de elementos conformados por motor, transmisión, diferencial y llantas.

**Zona verde:** Régimen del motor en donde se obtiene el mínimo consumo de combustible.



## PROYECTO EN MARCHA

### Evaluación del impacto social que ha tenido la construcción de caminos rurales en México

La red de caminos rurales del país, comunica villas y poblados entre sí, vinculándolos en muchas ocasiones a vías secundarias y, solamente en algunos casos, a vías principales o primarias. Estos caminos permiten a las comunidades rurales su integración territorial y social al proporcionar a sus habitantes el acceso a los mercados de bienes y servicios que en sus localidades no les ofrecen.

La red de caminos rurales, en gran parte de las naciones medianamente desarrolladas y subdesarrolladas, tiene una gran importancia, ya que los habitantes de las comunidades a las que sirve dicha red, no tienen otra opción de acceso a los servicios básicos de educación y salud, es por ello que se ha propuesto un estudio exploratorio ex – post, cuya base de análisis la constituyen por una parte un grupo de caminos construidos o rehabilitados en 1995 y 2000, y por otra parte se cuenta con la información publicada por el INEGI y CONAPO sobre los distintos grados de marginación de las distintas localidades del país para 1995, 2000, y 2005. Con esta información y la de las variables que intervienen para determinar el grado de marginación, se mostrará cual ha sido la participación del camino rural en el impacto social de las localidades servidas por los distintos caminos seleccionados, con objeto de ver como se han mejorado las condiciones de vida de la población que se encuentra en su zona de influencia, al proveerles de mejor acceso a los servicios básicos.

Los resultados obtenidos permitirán, a los responsables de estudiar el impacto en el entorno económico y social de las regiones contar con más elementos de juicio en la

planeación de la construcción y mantenimiento de la infraestructura viaria en el medio rural, así como rediseñar las metodologías empleadas en la estimación ex – ante de dichos impactos.

Existe un gran número de estudios metodológicos basados en el criterio costo-beneficio, sin embargo, considerar exclusivamente este tipo de criterios, no favorece a los proyectos de infraestructura de baja rentabilidad económica, pero que son necesarios para lograr la integración territorial y social de las poblaciones que se encuentran en zonas apartadas y de difícil acceso del país, es por ello que este tipo de estudios, permite tomar en consideración otras variables de tipo sociodemográfico, orientadas a proponer metodologías del tipo multicriterio que tomen en consideración variables e indicadores que son comúnmente usados en la determinación del nivel de desarrollo de las regiones, variables que son consideradas en la determinación del grado e índice de marginación regional, tal es el caso del nivel de instrucción con que cuenta la población, la accesibilidad a los servicios de salud, el grado de hacinamiento, y la mortalidad de mujeres e infantes.

En este proyecto de investigación se consideran como estudios de caso algunos caminos rurales construidos en el Estado de Querétaro.

TORRES Guillermo  
gtorres@imt.mx  
ARROYO José Antonio  
jaarroyo@imt.mx  
HERNÁNDEZ Salvador  
chava@imt.mx

## PUBLICACIÓN

### Determinación del estado del arte en el cobro electrónico de cuotas

En la **PUBLICACIÓN TÉCNICA 312** se presenta se muestran los resultados de una investigación cuyo propósito fue actualizar un trabajo previo en el área de las tecnologías para el cobro electrónico de cuota, mostrando los avances que se han dado en el área en la última década. Después de presentar una introducción en donde se describen los distintos elementos del cobro electrónico de cuotas, en la publicación se identifican los avances recientes en el área, y describe aquellos elementos que pudieran resultar de utilidad a los operadores de las carreteras de cuota en México.

Se puede consultar de forma gratuita en la página del Instituto: <http://imt.mx/Espanol/Publicaciones/pubtec/pt312.pdf>



## EVENTOS ACADÉMICOS

### Evaluación de impacto ambiental

Este curso internacional fue llevado a cabo del 8 al 12 de septiembre de 2008, en las instalaciones del IMT en Sanfandila, Querétaro. La coordinación académica del curso estuvo a cargo del M en C Juan Fernando Mendoza Sánchez

El objetivo fue promover el conocimiento y la importancia del impacto ambiental generado por los proyectos de infraestructura para el transporte carretero, donde se delinearán los elementos fundamentales para el desarrollo del sistema ambiental regional, así como la identificación, interpretación y calificación de 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 la Evaluación del Impacto Ambiental.

Tuvo una asistencia de 38 participantes, de los cuales varios provinieron de Dirección General de Servicios Técnicos-SCT, Dirección General de Desarrollo Carretero-SCT, Dirección General de Carreteras-SCT, CAPUFE, diferentes centros SCT como San Luis Potosí, Estado de México, Nayarit, Tamaulipas, Coahuila, Colima, Durango, Puebla, Guerrero, Sinaloa, entre otros asistentes.

**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](mailto:notas@imt.mx)

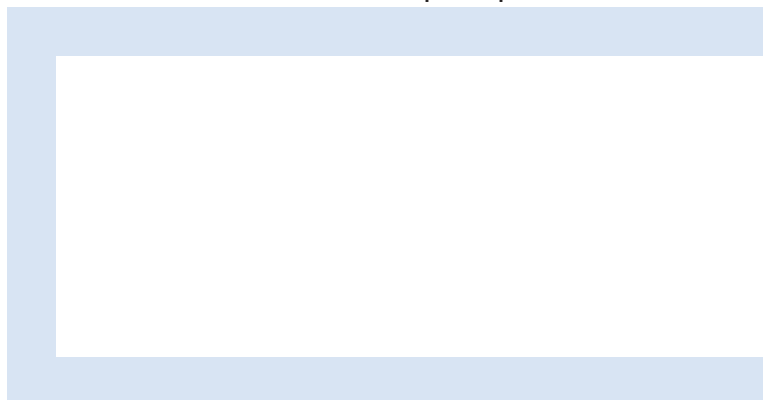
El contenido de los artículos aquí publicados es responsabilidad exclusiva de sus autores; por tanto, no refleja necesariamente el punto de vista del Instituto Mexicano del Transporte.

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