

# Eficiencia Energética en Vehículos Livianos

López, Manuel <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Superior Tecnológico de Tecnologías Apropriadas INSTA, Quito, Ecuador

**Resumen:** El estudio tiene como objetivo valorar, estrategias tecnológicas y operacionales que mejoran el rendimiento de los vehículos livianos. Además, se identifican metodologías encaminadas a la medición del consumo energético y emisiones de los vehículos, por otro lado, se evalúa la conducción eficiente como estrategia de eficiencia energética. Se implementó la metodología de pruebas basada en la Regulación CFR 40 de los Estados Unidos y COPANT en un laboratorio del país, y evaluó mediante el aseguramiento metrológico, el consumo de combustible en un vehículo liviano de combustión interna. Finalmente, se concluyó que, empleando conducción eficiente se evidencia un aumento en el rendimiento del 15% y 20% en pruebas de laboratorio y ruta respectivamente.

**Palabras clave:** Eficiencia en vehículos, energía, vehículos livianos, rendimiento

## Energy Efficiency in Light Vehicles

**Abstract:** The study aims to assess technological and operational strategies that improve the performance of light vehicles. In addition, methodologies aimed at measuring the energy consumption and emissions of vehicles are identified, on the other hand, efficient driving is evaluated as an energy efficiency strategy. The testing methodology based on United States Regulation CFR 40 and COPANT was implemented in a laboratory in the country, and it was evaluated through metrological assurance. Fuel consumption in a light internal combustion vehicle. Finally, it was concluded that, using efficient driving, an increase in performance of 15% and 20% is evident in laboratory and road tests, respectively.

**Keywords:** Efficiency in vehicles, energy light vehicles, performance.

### INTRODUCCIÓN

La creciente demanda en el consumo de energéticos en el mundo ha fomentado hábitos conducentes al uso racional y eficiente de la energía. Esto se puede lograr a partir de programas de gestión energética, usando diferentes estrategias enfocadas a la operación adecuada y al aumento de la eficiencia de los procesos, en sectores productivos tales como el industrial, agropecuario, comercial, público, minero y transporte (ISO, 2011). Particularmente, el sector transporte, ha sido reconocido mundialmente como el sector productivo con mayores pérdidas de energía, puesto que los motores de combustión interna presentan una baja eficiencia de operación. Además de los gases de efecto invernadero (GEI), el sector transporte aporta significativamente otras fuentes contaminantes tales como ruido y calor, productos de la combustión presente en los vehículos y el tránsito urbano (Michaelis & Davidson, 1996).

Timilsina (Timilsina & Shrestha, 2009), reportan que, en la mayoría de los países de Asia el sector transporte, representa una parte sustancial del total nacional de las emisiones de CO<sub>2</sub> y que, por lo tanto, cualquier intento de abordar el cambio climático, debe prestar atención a las emisiones del sector transporte, convirtiéndose en un punto clave para la formulación de políticas y estrategias efectivas de mitigación del cambio climático. Países como: Estados Unidos, China, México, Brasil, Chile y algunos de la Unión Europea, tienen

trascendencia en estudios donde evalúan el consumo energético del sector transporte y aportan soluciones y normativas para mejorar el rendimiento de combustible en los vehículos, promoviendo el uso de tecnologías, combustibles más limpios, conducción eficiente y el etiquetado energético, con la intención de concientizar de manera global a los usuarios desde la compra y la operación, así las personas particulares también pueden aportar hacia un transporte sustentable (México, 2015). Andrejić, Bojovic y Kilibarda, proponen modelos de análisis de componentes principales de las flotas de vehículos y involucramiento de datos, para medir e identificar los factores que afectan la eficiencia del transporte, tales como: el sistema de gestión de flotas, la antigüedad del vehículo, la capacidad, la infraestructura y la topografía vial. Para esto, se deben tener en cuenta las variables que inciden en el aumento del consumo de combustible y emisiones de GEI en los vehículos. Es por eso que, Wu et al, hace referencia a que es necesario implementar una metodología de pruebas para la medición del impacto ambiental y de consumo de energía, de esta forma, medir las estrategias de eficiencia energética en el sector transporte, ya que esto puede proporcionar mucha información para la toma de decisiones de quienes buscan mejorar el rendimiento del transporte.

Se estima que en Colombia el sector transporte es el responsable del 44% del consumo energético y el principal consumidor de combustibles derivados del petróleo. Según la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) (Á. I. Cadena, 2014), este sector consume casi el 47% del diésel de

todo el país y un 29% de las gasolinas. Adicionalmente, el consumo de gasolina y diésel para el transporte por carretera tiene una tasa de crecimiento más rápido que en otros sectores y sus emisiones presentan una trayectoria ascendente en un futuro próximo (Srinivasachar, 1997). Lo anterior evidencia la necesidad de identificar e implementar estrategias de eficiencia energética y uso racional de la energía en los vehículos del sector transporte por carretera en Colombia, así como implementar una metodología de pruebas confiable que permita medir el comportamiento del consumo de combustible, bajo diferentes condiciones de operación, con el fin de realizar una evaluación comparativa de los resultados de las tecnologías o estrategias implementadas.

### Transformación de la energía en vehículos

En los automóviles convencionales sólo un tercio de la energía química contenida en el combustible se convierte en energía de movimiento, aquella que no se convirtió en trabajo útil, se transforma principalmente en energía térmica, la cual se libera en el medio ambiente en forma de calor residual (T. M. I. Mahlia, 2012). La Figura 1, muestra el balance de energía de un vehículo tipo automóvil, se identifican las principales pérdidas de energía (transmisión, motor, accesorios, ralentí) y las fuerzas restrictivas al movimiento (aerodinámica, rodadura, inercia).

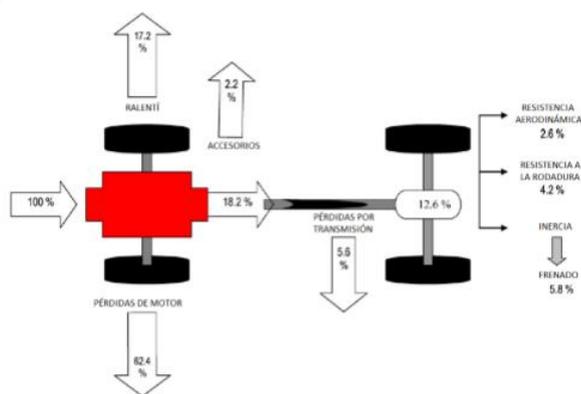


Figura 1. Balance de energía en automóviles.

### Eficiencia energética en vehículos

Ante las necesidades actuales de hacer uso eficiente de la energía y los compromisos a nivel mundial de disminuir los impactos negativos sobre el ambiente, relacionados con los procesos de transformación energética, el sector transporte, como protagonista en cuanto al consumo en la canasta energética mundial, se ve obligado a establecer estrategias que mitiguen los problemas mencionados, efectuando estudios con miras a evaluar, idear e implementar eficiencia energética en vehículos (Çamdali, 2004)

Actualmente los esfuerzos se concentran en mejorar los factores tecnológicos en el vehículo y humanos en la operación. En un estudio, se identifica que realizar cambios en las características del vehículo, como la reducción de un 10% del peso promedio, mejorar el perfil aerodinámico en un 10%,

reducir un 20% la resistencia a la rodadura de los neumáticos y aumentar un 7,5% la eficiencia del tren de potencia, pueden conducir a la reducción de hasta un 13% de las emisiones de CO2 al ejecutar el nuevo ciclo de conducción europeo (G. Fontaras N.-G. Z., 2017). En el mismo sentido, se estima que en promedio un automóvil puede consumir 340 litros de combustible en el año para superar la fricción de los componentes (motor, transmisión y frenos) (Improvements, 2005). lo cual podría reducirse, puesto que, pruebas de laboratorio ilustran que cambiar el aceite del motor a uno de menor viscosidad genera reducciones del consumo de combustible de hasta un 5% (G. Fontaras Z. S., 2010)

Fontaras, ha analizado diversas estrategias tecnológicas en componentes del motor, caja de cambios y resistencia al movimiento de los vehículos livianos, los efectos de la implementación se comparan en el NEDC y en el ciclo de pruebas para vehículos livianos armonizado. El estudio deduce que se pueden reducir entre 2% y 17% las emisiones de CO2, dependiendo el impacto de la estrategia en la operación del motor al ejecutar el ciclo (A. Dimaratos, 2016). En la Tabla 1, se observan las tecnologías evaluadas y la forma de implementación.

Tabla 1. Tecnologías vehiculares evaluadas en ciclos de conducción

Componente del vehículo	Tecnología	Enfoque de simulación
Motor	Arranque - parada	Uso de componentes externos utilizados durante el recorrido
	Recuperación de energía (BERS)	Sistema eléctrico diferente
	Válvula de actuación variable (VVA)	Esquema diferente de consumo de combustible en el motor
	Inyección directa - Puerto de inyección	Esquema diferente de consumo de combustible en el motor
	Administración térmica	Modelo de arranque en frío diferente
Caja de cambios	Variación en la caja de cambios - Aceleraciones bajas	Variación en el número de cambios y en la relación de transmisión
Resistencia en la conducción	Reducción de resistencia aerodinámica y rodadura	Diferentes cargas en la carretera
	Reducción de peso	Diferente inercia vehicular

Fuente: Autor

Por otro lado, se ha investigado el efecto de la conducción eficiente realizando recorridos con distancias predeterminadas en un dinamómetro de rodillos, encontrando que realizar cambios suaves de velocidad y mantener una velocidad constante podrían generar una reducción de hasta un 11.7% (H. Kato, 2013). Según Sivak y Schoettle los factores sobre los que un conductor tiene control pueden contribuir a una reducción de hasta un 45% en el ahorro de combustible por carretera, una magnitud que vale la pena tener en cuenta (P & M, 2012). Igualmente, se determina que el uso de sistemas de transporte inteligente, tales como; sistemas de comunicación, gestión e información del tráfico urbano, asistencia en la conducción, entre otros, podría ser una pronta solución para la reducción del consumo de combustible y las emisiones en el área urbana (M. K. Nasir, 2014). La revisión bibliográfica, permitió identificar tecnologías que han sido implementadas y evaluadas para aumentar el rendimiento de combustible en

vehículos livianos encendidos por chispa. A continuación, en la Tabla 2 se presentan algunas tecnologías evaluadas las cuales se enfocan en brindar beneficios tangibles a los consumidores.

**Tabla 2.** Tecnologías implementadas en vehículos livianos

Componente vehicular	Tecnología Implementada
Motor	Arranque – Parada (Start-Stop)
	Arranque - Parada con freno regenerativo (Start-Stop + KERS)
	Válvula de actuación variable (VVA)
	Mejoras en el sistema de inyección directa (DI)
	Tiempo variable de válvula de admisión (VVT)
	Reducir la capacidad del motor con turbocargadores o sobrealimentación (TRBDS)
	Relación de compresión variable (VC-T)
	Desconexión selectiva de cilindros (COD)
Transmisión	Lubricación de menor viscosidad (RV)
	Variación en la caja de cambios (4, 5 y 6 velocidades) (TRANS)
	Transmisión variable continua (CVT)
	Transmisión de doble embrague o "clutch" (DCT)
	Transmisiones automáticas (AT)
Funcionamiento y conducción	Reducción de la fricción de componentes mecánicos (RF)
	Mejoras aerodinámicas (R-D)
	Reducción de resistencia a la rodadura (R-R)
	Reducción del 10% en el peso del vehículo (R-W)
	Reducción de ralentí (R Ralentí)
Transición tecnológica	Sistemas inteligentes de transporte (SIT)
	Hibridación (TC-H) Diésel (TC-D)

Fuente: Autor

### CONCLUSIONES

Se identificó que la eficiencia energética en el sector transporte por carretera procura reducir el consumo de energéticos y las emisiones de los vehículos mediante la implementación de estrategias tecnológicas y operacionales. En este sentido, con base en la revisión bibliográfica se identificaron aquellas estrategias que han sido implementadas y evaluadas en vehículos livianos y se encontraron los rangos que indican que la reducción del consumo de combustible se puede obtener por cada una de ellas.

Por otro lado, con el fin de evaluar la conducción eficiente, se realizaron pruebas de consumo específico, par torsor y potencia en un vehículo liviano con características representativas para el parque automotor colombiano, la características de vehículo fueron : automóvil marca Chevrolet con motor 1600 cc, encontrando que se debe realizar los cambios de marcha a 2500 RPM para aprovechar su torque máximo y conducir a revoluciones entre 2000 RPM y 2500 RPM para obtener un bajo consumo de combustible

Se encontró, además, que en la conducción eficiente existe un aumento promedio de 4,47% y 6,8% en horas pico y en horas valle respectivamente, del mismo modo, aun cuando se debe adicionar un tiempo para realizar conducción eficiente, este es mínimo en comparación con el notorio aumento del rendimiento de combustible, además, se evidencia que el aprovechamiento de las prácticas va directamente relacionado con la persona que las ejecuta.

### RECOMENDACIONES

Las pruebas de medición de consumo de combustible en ruta y laboratorio se realizaron con base en el método gravimétrico, es importante identificar la diferencia que se presenta al emplear otros métodos de medición, identificando sus

variables de medición y realizando un respectivo aseguramiento metrológico.

Realizar una divulgación social de los resultados obtenidos, con apoyo de las entidades gubernamentales que lideran y regulan el sector transporte, con el fin de aportar en la reducción del consumo de combustibles provenientes de fuentes fósiles e impulsar a que otras instituciones apoyen las futuras investigaciones en el tema.

### BIBLIOGRAFÍA

A. Dimaratos, D. T. (2016). *Comparative Evaluation of the Effect of Various Technologies on Light-duty Vehicle CO2 Emissions over NEDC and WLTP* (Vol. 14). Transp. Res. Procedia.

Á. I. Cadena, O. V. (2014). *Eficiencia Energética En Colombia Estrategias y meta*.

Çamdali, V. Ş. (2004). *Energy and exergy efficiencies in Turkish transportation sector* (Vol. 35). Energy Policy.

Energy, U. D.-E. (2016). *Learn More About the Fuel Economy Label for Gasoline Vehicles*. Recuperado el 26 de Dec de 2016, de <https://www.fueleconomy.gov/feg/label/learn-more-gasoline-label.shtml>

G. Fontaras, N.-G. Z. ( 2017). *Fuel consumption and CO2 emissions from passenger cars in Europe – Laboratory versus real-world emissions* (Vol. 60). Prog. Energy Combust.

G. Fontaras, Z. S. (2010). *On the way to 130 g CO2/km- Estimating the future characteristics of the average European passenger car* (Vol. 387). Energy Policy.

H. Kato, R. A. ( 2013). *Comparative measurements of the eco - driving effect between electric and internal combustion engine vehicles*. Veh. Symp.

Improvements, R. (2005). *Making Cars More Fuel Efficient: Technology for real improvements on the road*.

ISO. (2011). *Icontec International, "Norma Técnica Colombiana - NTC ISO 50001," no. 571*.

J. Wu, Q. Z. (2015). *Measuring energy and environmental efficiency of transportation systems in China based on a parallel DEA approach*. Transp. Res. Part D Transp. Environ.

M. Andrejić, N. B. (2016). *A framework for measuring transport efficiency in distribution centers* (Vol. 45). Transp. Policy.

M. K. Nasir, R. M. (2014). *Reduction of fuel consumption and exhaust pollutant using intelligent transport systems* (Vol. 2014). Sci. World J.

México, C. E. (2015). *Documento base para la elaboración de la Estrategia de Transición para promover el uso de Tecnologías y Combustibles más limpios en el tema de ahorro de energía en transporte*.

Michaelis, L., & Davidson, O. (1996). *"GHG mitigation in the transport sector"* Energy Policy (Vol. 24).

P, S., & M, S. (2012). *Eco-driving: Strategic, tactical, and operational decisions of the driver that influence vehicle fuel economy* (Vol. 12). Transp. Policy.

Srinivasachar, R. K. (1997). *Policies to reduce energy use and environmental emissions in the transport sector* (Vol. 25). Energy Policy.

T. M. I. Mahlia, S. T. (2012). *A review on fuel economy test procedure for automobiles: Implementation possibilities in Malaysia and lessons for other countries* (Vol. 16). *Renew. Sustain. Energy Rev.*

Timilsina, G. R., & Shrestha, A. (2009). "Transport sector CO2 emissions growth in Asia: Underlying factors and policy options, *Energy Policy* (Vol. 37).