



BOLETÍN

FAL

FACILITACIÓN DEL TRANSPORTE Y EL COMERCIO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

# Estrategias y herramientas para la eficiencia energética y la sostenibilidad del transporte de carga por carretera

## Introducción

En un mundo globalizado como el actual, los actores claves de distintas industrias se debaten permanentemente entre generar innovaciones para mejorar productos y servicios y el efecto que su actividad tiene en el medio ambiente a corto, mediano y largo plazo.

El sector del transporte es un gran consumidor de energía, representando el 19% del consumo mundial de energía final en 2013. El mismo sector representará el 97% del aumento del consumo de petróleo mundial entre 2013 y 2030. Las consiguientes implicaciones —en términos de consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero— de un sector transporte dominado por el petróleo, apuntan a que la reducción del combustible utilizado en este sector sea (y debe ser) una de las más altas prioridades para todos los países.

Además, el transporte es responsable de una cuarta parte de las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía. Sin medidas radicales que les pongan freno, cabe esperar que las emisiones del transporte asciendan de 7,7 gigatoneladas (Gt) a alrededor de 15 Gt para 2050.

Se trata de un problema mundial: en el 45% de los países el transporte es la mayor fuente de emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía, en el resto es la segunda. Por tanto, el transporte tiene que ser un elemento clave de cualquier solución eficaz.

Al mismo tiempo el transporte de carga por carretera (TCC), es el sector que moviliza a la mayoría de los productos a nivel nacional en los países de la región, y es el segundo modo más importante en el transporte internacional de América Latina y el Caribe.

Este *Boletín FAL* presenta los desafíos y casos exitosos de implementación de estrategias de eficiencia energética en el transporte terrestre de carga.

Los autores de este documento son Julio Villalobos, de la Universidad Andrés Bello, Chile, y Gordon Wilmsmeier, Oficial de Asuntos Económicos de la División de Recursos Naturales e Infraestructura (DRNI) de CEPAL. Para mayores antecedentes contactar a [gordon.wilmsmeier@cepal.org](mailto:gordon.wilmsmeier@cepal.org).

Este número del *Boletín FAL* fue desarrollado en el marco de la colaboración CEPAL - Gobierno de Alemania, como parte del proyecto de cooperación en materia energética y movilidad (GER/12/004). Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.



Introducción



I. Eficiencia del transporte: el sector público y el sector privado



II. Buenas prácticas en gestión de la eficiencia energética en el transporte de carga por carretera



III. Cuatro dimensiones para la eficiencia energética en operaciones de transporte de carga por carretera



IV. Estudios de caso



V. Conclusiones



VI. Bibliografía



NACIONES UNIDAS

CEPAL

La *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* aprobada por las Naciones Unidas en el año 2015 propone los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para el desarrollo universal hasta el año 2030<sup>1</sup>. La Agenda apunta a objetivos y metas de mediano y largo plazo con un enfoque de integralidad del desarrollo, lo que señala la importancia de contar con planes de inversión u hojas de ruta con una dimensión de largo plazo, que permitan abordar las actuales brechas de infraestructura, aprovechando todas las ventajas de los países de la región y preparándolos para afrontar los desafíos y oportunidades del futuro.

La reducción de consumo de combustibles fósiles y la discusión sobre otras alternativas son temas de debate y prioridad a nivel global. La búsqueda por energía asequible y no contaminante forma parte de los 17 objetivos de desarrollo sostenible. Este objetivo pide ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios de energía modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo.

En términos de eficiencia, seguridad energética, emisiones de gases de efecto invernadero, y emisiones de impacto local (materia particulada, NOx, SOx entre otros) existe una clara necesidad de reducir el consumo de combustibles fósiles en general y si hay que seleccionar por dónde empezar, el sector de transporte de carga terrestre es uno de los sectores más estratégicos con un potencial significativo de mejora a nivel local, nacional y mundial.

Desde este enfoque, y particularmente para el caso de la industria del transporte de carga por carretera (TCC), se conoce el efecto directo que este sector de la economía tiene sobre la productividad y competitividad de las empresas y los países, sobre sus impactos ambientales y sociales, sobre la intensidad de consumo energético nacional y sobre las emisiones de material particulado y de gases de efecto invernadero. Sin embargo, en muchos países en desarrollo aún no se cuenta con iniciativas fuertes a fin de incrementar los estándares de sustentabilidad en las operaciones del transporte de carga, ni con programas que permitan generar cambios positivos en las organizaciones de transporte y las cadenas logísticas de las que estas organizaciones participan.

Mediante este documento se busca evidenciar la existencia tanto de organizaciones como de programas que a nivel mundial vienen trabajando hace años para mejorar el desempeño económico y reducir los impactos sociales y ambientales del TCC, de manera de poder identificar los

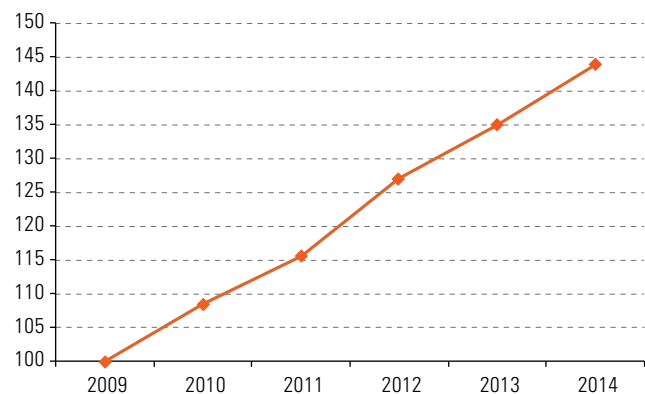
factores de éxito de los mismos y desprender las buenas prácticas que estos programas han desarrollado, de forma de absorber estos conocimientos e implantar estos programas en el contexto latinoamericano<sup>2</sup>.

## ! Eficiencia del transporte: el sector público y el sector privado

El sector transporte terrestre de carga es uno de los segmentos de mayor dinamismo en la sociedad y a través de su gestión se ha logrado soportar parte del modelo de desarrollo económico existente y cubrir algunas de las necesidades del hombre en un contexto globalizado de alta exigencia. El gráfico 1 muestra el crecimiento de la flota del transporte terrestre de carga, que se destaca por un alta dinámica y creció casi un 50% en un plazo de 5 años. De tal forma la flota de camiones alcanzó más de 32 millones de vehículos en los países de América de Sur y América Central<sup>3</sup>.

El reto de cero emisiones de carbono y de consumo nulo de energía en edificios, también se traslada al transporte. La movilidad sostenible aspira a un modelo de transporte que responda a las necesidades sociales, económicas y ambientales de la sociedad, sin que por ello se perjudique al ambiente.

**Gráfico 1**  
**CRECIMIENTO DE LA FLOTA CAMIONES, 2009 - 2014**  
(Índice = 100 en 2009)



Fuente: USI, CEPAL, basado en información de 15 países de América del Sur y América Central.

El diagnóstico de la situación actual requiere identificar los nichos en los cuales se señalan los mayores desafíos y oportunidades de mejoramiento. En esta fase es fundamental el reconocimiento del recorrido y la experiencia internacional,

<sup>1</sup> Véase <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.

<sup>2</sup> En este *Boletín FAL* se sigue la definición de desarrollo sostenible propuesto por las Naciones Unidas en el informe "Nuestro futuro común" o "Informe Brundtland" en 1987, que lo define como "aquel que garantiza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".

<sup>3</sup> La cifra se basa en información de 15 países de América del Sur y América Central.

así como las políticas y experiencias sobre el tema en el contexto local y los roles de los diferentes actores.

Se debe ser cuidadoso al pensar que el objetivo de reducir el consumo de combustible en las operaciones de transporte de carga por carretera es un objetivo de significado único y compartido por el sector privado (operadores de transporte y sus mandantes) y por el sector público. Si bien es cierto que ambos actores de esta industria reconocerán como un objetivo deseable y necesario el avanzar hacia la eficiencia del transporte, el ámbito y el actuar de unos y otros difiere de forma sustancial, ante este mismo objetivo.

**El sector privado.** Las Empresas de Transporte y las Cadenas de Abastecimiento a las cuales sirven. Cuando se habla de Eficiencia en las Operaciones de Transporte de Carga por Carretera, los operadores y los generadores de carga que sustentan sus negocios en este servicio de carácter estratégico están pensando fundamentalmente en disminuir costos, mejorar la productividad y en el desarrollo de más y mejores servicios. El sector privado en este caso lo componen los operadores de transporte, generadores de carga, canales de distribución, operadores logísticos, nodos de transferencia y los consumidores (quienes determinan los estándares y características requeridas para estos servicios). Se trata de mejorar resultados en términos financieros y de calidad de servicios de cara a los clientes, el trabajo se da en torno a la profesionalización de las organizaciones y a “buenas prácticas”.

**El sector público.** Cuando se habla de Eficiencia en las Operaciones de Transporte de Carga por Carretera, el sector público piensa fundamentalmente en: transparencia del mercado, proveer la infraestructura necesaria, mejorar la competitividad de la economía y disminuir los impactos ambientales y sociales de este sector. El sector público lo componen los ministerios, municipalidades, intendencias, comités, comisiones y los ciudadanos (quienes de forma creciente aumentan sus exigencias y rechazo a los impactos sobre su calidad de vida de cualquier actividad económica). El sector público entiende que su contribución al objetivo de la eficiencia en las operaciones de transporte se da en el ámbito normativo, de fiscalización y fomento.

## Buenas prácticas en gestión de la eficiencia energética en el transporte de carga por carretera

### A. Contexto Internacional: Programas de Eficiencia Energética para el TCC

La industria del transporte, y en particular el transporte terrestre genera impactos sociales, ambientales y económicos que se materializan tanto a nivel local como

también a nivel mundial en un mediano y largo plazo. Es importante entonces identificar el real impacto que la industria genera para así tomar medidas de mitigación de los mismos. Por ejemplo<sup>4</sup> en la India los camiones presentan las siguientes características:

- representan un 5% de los vehículos del país,
- consumen el 46% del combustible,
- generan un 63% del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitido, y
- el 59% de las emisiones de material particulado.

Esta realidad, lejos de desanimar a sus actores claves debe servir para incentivar el conocimiento de cómo funciona la industria del TCC en cada país, cuáles son sus efectos y como entonces es posible revertir estos impactos en pos de un futuro sustentable y desarrollado. Se estima que para el año 2050 los camiones de carga mediana y pesada en todo el mundo llegarán a consumir 1.240 mil millones de litros de combustible, lo que significa un aumento del 138% sobre los niveles de consumo que la industria presentaba en el año 2000<sup>5</sup>.

En los países en desarrollo la utilización de combustibles con altos niveles de azufre explica un alto porcentaje de las emisiones totales de carbono negro, gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes, por lo que se vuelve relevante entender este efecto y generar programas, con perspectiva integral, que ayuden a lograr un uso eficiente de los combustibles, que permita el correcto funcionamiento y desarrollo del comercio y, a la vez, logre mitigar los efectos ambientales que este uso conlleva.

De este análisis es que se desprende la necesidad de contar con Programas de Eficiencia Energética para la industria del transporte. La evidencia internacional explica algunos impactos positivos que se desprenden de la puesta en marcha de programas de este tipo<sup>6</sup>. Véase el cuadro 1.

### B. Principales organizaciones y grupos de trabajo a nivel mundial

El tema de la eficiencia energética en general, y enfocado a la industria del transporte de carga por carretera en particular, se ha venido desarrollando fuertemente por distintas organizaciones, tanto privadas como públicas, las cuales al día de hoy presentan resultados positivos de los que es posible rescatar buenas prácticas adaptables a la industria del transporte de carga por carretera en América Latina y el Caribe (ALC).

<sup>4</sup> Green Freight Asia. *Competitive Advantage Through Fuel Efficient and More Sustainable Operations*. Retrieved from [http://cleanairinitiative.org/portal/sites/default/files/documents/Freight\\_Paper\\_UNCRD\\_FINAL\\_Aug2010.pdf](http://cleanairinitiative.org/portal/sites/default/files/documents/Freight_Paper_UNCRD_FINAL_Aug2010.pdf).

<sup>5</sup> Green Freight Asia. *Competitive Advantage Through Fuel Efficient and More Sustainable Operations*. Retrieved from [http://cleanairinitiative.org/portal/sites/default/files/documents/Freight\\_Paper\\_UNCRD\\_FINAL\\_Aug2010.pdf](http://cleanairinitiative.org/portal/sites/default/files/documents/Freight_Paper_UNCRD_FINAL_Aug2010.pdf).

<sup>6</sup> Starway USA. *Como desarrollar un programa de transporte ecológico: Una guía y manual de recursos integral*.



Las siguientes organizaciones han desarrollado diversos estudios y recopilaciones de información para presentar recomendaciones y líneas de acción aplicables a distintas realidades.

A nivel de organizaciones internacionales enfocadas en el tema de lograr economías sustentables se puede nombrar la Comisión Económica para Europa UNECE de las Naciones Unidas, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)<sup>7</sup> de la cual se desprenden dos organizaciones, la Agencia de Energía Internacional<sup>8</sup> (IEA según sus siglas en inglés), la Organización Internacional de Normalización (ISO, según su siglas en inglés) y el Foro Internacional del Transporte<sup>9</sup> (ITF según sus siglas en inglés), enfocadas en el tema de la eficiencia energética y el transporte.

UNECE lidera el foro mundial de armonización de regulación de vehículos (WP.29). El WP.29 se dedica a proveer

regulaciones técnicas para la industria automotora en las áreas de seguridad y desempeño ambiental de vehículos, motores y partes específicas. El grupo de trabajo sobre contaminación y energía (en inglés, Working Party on Pollution and Energy (GRPE)) de este foro prepara propuestas regulatorias de contaminación y eficiencia energética, basado en investigación y análisis. Un ejemplo de regulación proveniente de este grupo para el transporte de carga terrestre es la Regulación UN No. 49, que contiene provisiones técnicas de estándares de emisiones hasta Euro VI para camiones y buses (para mayores detalles sobre el trabajo veáse [http://www.unece.org/trans/main/wp29/presentation\\_wp29.html](http://www.unece.org/trans/main/wp29/presentation_wp29.html)).

La ISO en su norma UNE-EN ISO 50001:2011 establece los requisitos que debe poseer un Sistema de Gestión Energética, con el fin de realizar mejoras continuas y sistemáticas del rendimiento energético de las organizaciones. La certificación de un sistema de gestión energética asegura por tercera parte el control y seguimiento sistemático de los aspectos y contribuye a un uso de la energía más eficiente y más sostenible, otorgando confianza en el sistema de gestión (para detalles de la norma veáse [http://www.iso.org/iso/iso\\_50001\\_energy-es.pdf](http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es.pdf)).

**Cuadro 1**  
**ALGUNOS CONTENIDOS DE LOS PROGRAMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR TRANSPORTE PARA REDUCIR IMPACTOS**

Impactos ambientales y energéticos	Impactos sociales y económicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducir el impacto que provocan las emisiones de diesel en la salud pública.</li> <li>- Disminuir los impactos sobre las poblaciones vulnerables.</li> <li>- Reducir el carbono negro y las emisiones de gases efecto invernadero que contribuyen al cambio climático.</li> <li>- Mejorar la seguridad energética al no depender tan fuertemente del petróleo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducir los costos de los combustibles para el transporte, al mejorar su eficiencia operativa y reducir el consumo de combustibles.</li> <li>- Mitigar los problemas de infraestructura y congestión, al hacer más eficientes los viajes sin carga y programar las rutas.</li> <li>- Mejorar la seguridad vial, disminuyendo la cantidad de vehículos en las vías.</li> <li>- Impulsar la innovación tecnológica.</li> <li>- Desarrollo económico local.</li> </ul>

Fuente: Autores.

La Certificación de Sistemas de Gestión Energética se dirige a aquellas organizaciones que quieren demostrar que han implantado un sistema de gestión energética, hacen un mayor uso de energías renovables o excedentes, y/o han sistematizado sus procesos energéticos, buscando su coherencia con la política energética de la organización. En general la norma tiene por objeto cumplir lo siguiente ([www.iso.org](http://www.iso.org)):

- Ayudar a las organizaciones a aprovechar mejor sus actuales activos de consumo de energía,
- Crear transparencia y facilitar la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos,
- Promover las mejores prácticas de gestión de la energía y reforzar las buenas conductas de gestión de la energía,

- Ayudar a las instalaciones en la evaluación y dar prioridad a la aplicación de nuevas tecnologías de eficiencia energética,
- Facilitar la mejora de gestión de la energía para los proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero,
- Permitir la integración con otros sistemas de gestión organizacional, como son el ambiental de salud y seguridad.

La norma UNE-EN ISO 50001:2011 Sistemas de gestión de la energía aplica para todos los sectores, incluyendo el transporte terrestre. Un ejemplo de implementación de este estándar en la región es la empresa Nazar en Chile (para detalles veáse <http://guiaiso50001.cl/caso-exito-nazar/>).

La IEA es un organismo autónomo, creado en noviembre de 1974. Trabaja con una doble vertiente: de promover la seguridad energética entre sus países miembros mediante una respuesta colectiva de las interrupciones materiales de suministro de petróleo; y generar investigación, análisis,

<sup>7</sup> <http://www.oecd.org>.

<sup>8</sup> <http://www.iea.org>.

<sup>9</sup> <http://www.internationaltransportforum.org>.

estadísticas y recomendaciones en áreas claves como son la seguridad energética, el desarrollo económico, la conciencia mundial y el compromiso ambiental<sup>10</sup>. La institución trabaja con 28 países miembros, además de apoyar a otros que no son parte de la membresía. En 2008 esta agencia publicó “25 recomendaciones de política de eficiencia energética”, del cual se desprenden cuatro recomendaciones enfocadas al mundo del transporte.

- i) Estándares obligatorios para la eficiencia de combustible de los vehículos.
- ii) Adopción de Medidas para la eficiencia de combustible de los vehículos.
- iii) Eficiencia de combustible de los componentes que no son parte del motor, como los neumáticos y el aire acondicionado.
- iv) Mejorar las operaciones de los vehículos mediante medidas de conducción ecológica.

El ITF trabaja con 58 países miembros, incluyendo Chile y México de la región, con el objetivo de ayudar a dar forma a la agenda política del transporte a nivel mundial, y de garantizar que sea una contribución al crecimiento económico, a la protección del medio ambiente, a la inclusión social y a la preservación y bienestar de la vida humana (ITF, 2012).

En el documento “moving freight with better trucks: improving safety, productivity and sustainability” el ITF describe las innovaciones tanto en el motor como en la tecnología del camión con el objetivo de mejorar la eficiencia del combustible y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. A continuación, se describen las innovaciones y desarrollos realizados a fin de mejorar la eficiencia del combustible y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

### Fuentes de energía

Si bien en el caso de los autos ya se están haciendo esfuerzos por diversificar las fuentes de energía, en el caso de los camiones es más difícil. Sin embargo, ya se están haciendo algunos progresos en este sector. Por ejemplo, ya existen algunos equipos con propulsión híbrida en camiones pesados. El desafío es que en el mediano plazo los equipos que utilizan el gas comprimido capturen una participación de mercado mayor en zonas ecológicamente sensibles, así como la tracción eléctrica en operaciones particulares como las portuarias.

### Motores

Los camiones de carga que llevan entre 40-44 toneladas, tienen potencias del motor entre 260 kW y 360 kW. Sin

embargo, un camión de 40 toneladas y el remolque sólo necesita alrededor de 120 kW en el impulso constante a 85 km/h en una carretera plana para superar las resistencias de tracción. La potencia adicional sólo es necesaria para acelerar y subir montañas o grandes pendientes.

El consumo de combustible de un camión promedio, ha disminuido en los últimos 30 años desde unos 50 litros por cada 100 km a 30-35 litros por cada 100 km. Mientras, la potencia del motor se ha duplicado, pasando de alrededor de 180 kW a 360 kW. Los motores de camiones de hoy en día tienen una alta eficiencia termodinámica, sin embargo, es posible disminuir el consumo de combustible a unos 25 litros por cada 100 km con medidas como, reducción del tamaño del motor, reducción de la resistencia aerodinámica, reducción de resistencia al rodado, y mejoramiento la eficiencia de los sistemas auxiliares.

### Resistencias tractoras

Cuando se conduce un camión a velocidad constante sobre una carretera plana y nivelada, aproximadamente un 40% del combustible consumido se utiliza para vencer la resistencia del aire (arrastre), y un 45% es necesario para vencer la resistencia al rodado. El resto (5%) es consumido por los elementos auxiliares del tren de fuerza. A continuación, se profundiza en cada una de ellas:

- **Aerodinámica.** Es posible mejorar el coeficiente de arrastre de los camiones mediante la utilización de elementos que mejoran su aerodinámica. Algunos ejemplos de iniciativas que mejoran el coeficiente de arrastre y su respectivo impacto son:
  - Faldones laterales con revestimiento en la rueda, tiene un impacto esperado de un 6%.
  - Alerón trasero (inflable dependiendo de la velocidad), tiene un impacto esperado de un 5%.
  - Piso en la zona trasera del semirremolque optimizado con difusor trasero, tiene un impacto esperado de un 3%.
  - Optimizar el flujo de aire bajo el tracto, tiene un impacto esperado de un 2%
  - Paneles laterales en la parte baja del tracto, tiene un impacto esperado de un 2%.
  - Spoiler superior del tractocamión, tiene un impacto esperado de un 2%.
  - Alerones laterales del tracto, tiene un impacto esperado de un 1,5%.
- **Resistencia al rodado de los neumáticos.** La resistencia al rodado cambia con la carga y la presión de inflado y marginalmente con la velocidad. Cuanto menor sea

<sup>10</sup> Agencia de energía Internacional. *Energy Technology Perspectives 2012, Pathways to a clean Energy System*. [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/etp\\_executive\\_sum\\_spanish\\_web.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/etp_executive_sum_spanish_web.pdf).

el diámetro del neumático más alto es el coeficiente de resistencia a la rodadura. Las llantas del eje tienen coeficientes de resistencia a la rodadura más alta que las llantas del eje de dirección.

La resistencia al rodado total depende del número de neumáticos en el vehículo y las cargas de las ruedas. Una disminución de 20 a 25% en resistencia al rodado, ahorraría aproximadamente el 10% de combustible. Teóricamente, una reducción de la resistencia a la rodadura promedio de 2,2% para todos los neumáticos se traduce en un ahorro de combustible 1% ( $0.022 \times 0.45 = 0,01$ ).

### Combustibles alternativos

El biodiésel puede ser utilizado para reemplazar el petróleo, diésel, y bencina. Está hecho de aceites vegetales, aceites de cocina reciclados, o grasa animal, y da la oportunidad de reducir en un 20% las emisiones de CO<sub>2</sub>. Se utiliza para la combustión de los motores, sin necesidad de modificarlos y no requiere cambios sustanciales en la infraestructura de distribución. Sin embargo, lo anterior, la reducción neta de CO<sub>2</sub> al usar biodiésel puede variar significativamente de la teoría a la práctica dependiendo del proceso de manufactura y los efectos indirectos sobre el uso de la tierra.

En Estados Unidos, el crédito al pago de impuestos ha sido la clave para desarrollar el mercado del biodiésel. El Estado provee a los manipuladores de petróleo y biodiésel un crédito por cada galón de biodiésel que sea mezclado con diésel. En Europa, la producción volumétrica y el mercado de las mezclas han conducido al desarrollo del mercado del biodiésel. La tecnología jugará un rol mayor en disminuir los costos de la producción del biodiésel y en encontrar mejores usos alternativos al producto primario que es la glicerina.

El combustible "Fischer Tropsch" es otra alternativa para vehículos pesados. Este es una mezcla entre carbón, gas, gas natural y cualquier otro material de carbono y reemplaza al petróleo sin ninguna modificación a los motores convencionales a diésel. Se bio degrada más fácilmente que el diésel convencional y puede ser usada en motores diésel de baja temperatura. Reduce las emisiones, aunque la línea de producción y oferta no debe ser descuidada. Por ahora los costos de producción son aún muy altos como para introducirlo libremente en el mercado.

Otra organización internacional enfocada en el desarrollo del transporte por carretera es la Unión Internacional de Transporte por Carretera (IRU por sus siglas en inglés)<sup>11</sup>. Fue fundada en Ginebra el 23 de marzo de 1948 y es la entidad que busca representar los intereses de operadores

de autobuses y camiones ante los organismos públicos, privados y medios de comunicación, enfocando su trabajo al crecimiento sustentable del sector. En 2011 contaba con 180 miembros en 74 países<sup>12</sup>.

Dentro de este enfoque la IRU desarrolló una estrategia denominada las 3 "i", enfocada a 3 puntos clave que deben ser considerados para lograr que el transporte por carretera sea sustentable de una manera rentable para el negocio. Véase el cuadro 2.

**Cuadro 2**  
**LAS 3 "i"**

Innovación
Elaborar y aplicar siempre medidas técnicas "en su origen", más eficaces y prácticas en su funcionamiento para reducir el impacto sobre el medio ambiente del transporte por carretera.
Incentivos
Fomentar una rápida introducción para los operadores de transporte sobre las mejores prácticas y tecnologías disponible en el mercado.
Infraestructura
Inversión adecuada en infraestructura para eliminar cuellos de botella, además es esencial un mayor y mejor uso de la ya existente.

Fuente: IRU.

Esta estrategia fue validada por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 2002, siendo utilizada como base de compromisos que se han tomado en cuando a la reducción de emisiones del transporte en el mundo.

La Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés)<sup>13</sup> tiene la misión de proteger la salud de los humanos y la del medio ambiente. Trabaja desde 1970 por un ambiente más limpio, más saludable para el pueblo estadounidense. Dirige las ciencias ambientales del país, así como los esfuerzos investigativos, educativos y de evaluación.

La EPA proporciona ayuda financiera para investigaciones y becas para graduados, apoya proyectos de educación ambiental que fomentan la conciencia pública, el conocimiento, y habilidades para tomar decisiones informadas que afectan la calidad ambiental, y además ofrece información a los estados, a los gobiernos locales y los negocios pequeños sobre financiamiento para proyectos y servicios ambientales. Dentro de los estudios que la EPA ha realizado en el tema del transporte terrestre y su impacto en la sustentabilidad encontramos 8 estrategias claves que harán mejorar las eficiencias de los transportistas<sup>14</sup>. Véase el cuadro 3.

<sup>12</sup> IRU. *Esta es la IRU 2011*. <http://www.iru.org/cms-filesystem-action?file=mix-publications/AR11.S.pdf>.

<sup>13</sup> <http://www.epa.gov/espanol/>.

<sup>14</sup> Smartway USA. *Síntesis de Estrategias para transportistas*. [www.nepis.epa.gov](http://www.nepis.epa.gov).

<sup>11</sup> <http://www.iru.org>.

**Cuadro 3  
ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA PARA EL SECTOR TRANSPORTE TERRESTRE DE CARGA**

**Lubricantes de baja fricción**

Se estima que la utilización de lubricantes de baja viscosidad reduce la fricción en la transmisión y el motor traduciéndose en un ahorro de combustible de un 0.5% en verano y 2% en invierno.

**Reducción del ralenti del motor**

En cuanto al ralenti se estima que es aproximadamente entre 1.000 a 5.000 horas al año, lo cual se usa principalmente para calentar o enfriar la cabina. Utilizar el motor con este propósito es extremadamente ineficiente, se estima que un motor de un tracto, en ralenti, consume un promedio de 2.3 l/h y con aire acondicionado 3.8 l/h.

**Reducción de la velocidad**

La mayoría de los camiones puede mejorar la el ahorro de combustible mediante la reducción de las velocidades en carretera. Los transportistas podrán adoptar una política de velocidad máxima para sus conductores como una manera de ahorrar gastos de combustible. La reducción de velocidad se puede implementar a través de los reguladores de velocidad del motor, formación de conductores, y la vigilancia electrónica del motor.

**Formación de Conductores y Seguimiento de programas**

Las buenas prácticas de conducción pueden tener un gran impacto en el ahorro de combustible, independientemente de las mejoras tecnológicas que se puedan aplicar. Entre las que se pueden destacar esta la forma de aceleración, la técnica de conducción, la elección de las rutas, el número de paradas, el uso de accesorio, entre otros

**Mejora Aerodinámica**

Se estima que al mejorar la aerodinámica de un camión puede ayudar dramáticamente la eficiencia de combustible en velocidades de carretera. Los avances tecnológicos que se han realizado en aerodinámica ha provocado que el coeficiente de fricción de 0,8 en 1970 a aproximadamente 0,6 en 2000 para un camión típico, sin embargo el uso de todas las opciones aerodinámicas disponibles en el mercado pueden llegar a reducirlo a 0,45.

**Neumáticos de Base Ancha**

Consiste en reemplazar neumáticos dobles por neumáticos de base ancha con la finalidad de mejorar la resistencia al rodamiento reduciendo y bajando el peso del camión logrando una disminución en el consumo de combustible.

**Inflado de Neumáticos**

Mantener la presión adecuada en los neumáticos reduce la resistencia a la rodadura y el consumo de combustible causado por la baja presión de los neumáticos. Un sistema de inflado automático puede lograr mantener la presión adecuada de los neumáticos.

**Reducción del Peso en Vacío**

Reducir el peso del vehículo se puede lograr cambiando algunos de los componentes del camión y del remolque por materiales más ligeros o simplemente eliminándolos.

Fuente: Autores.

### **III. Cuatro dimensiones para la eficiencia energética en operaciones de transporte de carga por carretera**

Cabe recordar que cuando hablamos de reducir costos, mejorar la rentabilidad, disminuir el consumo energético y reducir los impactos ambientales del TCC, estamos hablando esencialmente de reducir el consumo de combustible por kilómetro rodado y unidad de carga transportada y esto se logra a través de iniciativas que apunten a la excelencia operacional en sus servicios. En transporte, la sustentabilidad es sinónimo de eficiencia integral y específicamente de excelencia operacional.

La eficiencia energética puede referirse a dos conceptos: a) la eficiencia en conversión energética que describe la transformación de energía desde su forma natural, en una forma que puede ser utilizado por el hombre. De tal forma la eficiencia de una maquina depende, entre otros factores, de la calidad de energía consumida. Por ejemplo, un motor diésel tiene una eficiencia energética

de 45 por ciento (Kuberczyk et al, 2009), motores eléctricos puede tener una eficiencia energética de conversión hasta un 96 por ciento (Nozawa, 2009); y b) la eficiencia energética por unidad de producción, que mide cuanta energía se consume durante la producción de una unidad (Horta, 2010).

Una síntesis de la evidencia internacional junto a las buenas prácticas de gestión de operaciones de transporte de carga por carretera permiten estructurar en cuatro las dimensiones estratégicas sobre las cuales actuar. El objetivo es mejorar los estándares de consumo energético y sostenibilidad en las operaciones de TCC. Cada dimensión supone un aspecto estratégico en la gestión de las organizaciones de transporte y requiere un trabajo integral (personas, procesos, tecnologías e infraestructuras) sobre ellas, así mismo cada dimensión supone un rol fundamental del sector público a fin de impulsar los cambios necesarios y dar consistencia al desarrollo del sector transporte con el desarrollo integral de los países. Las cuatro dimensiones estratégicas para la eficiencia energética en el transporte de carga por carretera son:

**1. La configuración de la flota:** Es la utilización de vehículos, componentes y equipos auxiliares eficientes. Se estima que los avances en motores de última generación, desarrollo de equipos livianos, mejoras aerodinámicas, mejores neumáticos, lubricantes de última generación etc., significará la posibilidad de disponer de equipos hasta un 30% ó 40% más eficientes al 2030. La capacidad adopción de estas tecnologías está fuertemente determinada por el nivel de ingreso de los países y sus resultados por la capacidad de incorporación adecuada de dichas tecnologías de parte de los operadores. Los desafíos son mejorar la información, el conocimiento y acelerar la capacidad de incorporación de tecnologías limpias y eficientes a las operaciones de transporte.

- Sector Privado: Las organizaciones de transporte y las cadenas a las cuales sirven, deben fortalecer sus competencias de conocimiento y selección de las tecnologías adecuadas a su operación (vehículos, elementos auxiliares, insumos, etc.), fortalecer sus capacidades de evaluación y monitoreo de sus desempeños y fortalecer sus procesos de adaptación e implementación de tecnologías innovadoras en sus operaciones.
- Sector Público: La autoridad debe utilizar los instrumentos regulatorios que permitan a los países mejorar sus estándares respecto de la naturaleza de la flota que opera en sus comunidades. En este punto las normas de emisión de vehículos pesados, los estándares de eficiencia de combustible de los equipos, los sistemas de etiquetado, los sistemas de validación tecnológica, los estándares de combustibles permitidos, planes de chatarrización y los incentivos o impuestos específicos, entre otros, son las herramientas con que el sector público actúa en esta dimensión.

**2. La gestión de las flotas:** Dice relación con los estándares de operación y eficiencia que las organizaciones de transporte logran en su actividad diaria, en cada envío. Las estrategias y políticas de mantenimiento, los itinerarios de operación y la gestión integral de los procesos centrales del transporte (comercialización, asignación de servicios, retiro, ruta, entrega, entre otros) son determinantes para la eficiencia de una flota configurada correctamente.

- Sector Privado: Las organizaciones de transporte y las cadenas a las cuales sirven, deben fortalecer sus competencias de análisis cuantitativo del desempeño de los procesos de transporte, técnicas de mejora continua y desarrollar competencias de gestión de proyectos e innovación en la ejecución diaria de sus procesos.
- Sector Público: El proveer de la infraestructura adecuada, el resguardar las condiciones de competencia para la eficiencia de la industria del transporte

y el establecimiento de normativa coherente de circulación y operación son ámbitos de acción pública fundamentales a la hora de contribuir a una gestión de flotas eficiente. En esto el sector público tiene el rol de definir y fiscalizar el cumplimiento de la extensa normativa de operación que rige al sector (económico, laboral, ambiental, entre otras). Infraestructura vial, tecnologías que faciliten la circulación, el control de horas de conducción, antigüedad de flota, horarios de circulación, zonas de circulación, zonas de descanso, son algunos de las intervenciones con las que la autoridad contribuye o limita las posibilidades de desarrollo y eficiencia de los operadores de TCC en cuanto a su gestión diaria.

**3. La conducción eficiente y segura:** Conductores conscientes, bien entrenados y motivados se ven involucrados en pocos accidentes, utilizan menos combustible, implican menos costos de mantenimiento, colaboran al cuidado y duración de los vehículos y son más confiables en cuanto a su orientación al servicio y los clientes. La conducción eficiente o eco-driving se refiere a un estilo de conducción caracterizado por operar el vehículo dentro de un rango de revoluciones en la llamada "zona dulce del motor", menos aceleración y "previsión" del tráfico. La influencia de la exigencia sobre el motor y el comportamiento del conductor en el ahorro de combustible son importantes.

- Sector privado: La capacitación en conducción eficiente es un aspecto central de cualquier programa de Eficiencia Energética que los gestores de flota deben acometer de forma sistemática y consistente. Se ha detectado un 30% a un 35% de diferencia en los rendimientos entre el conductor de mejor estándar y el peor. En América Latina, en general las empresas de Transporte de Carga por Carretera que han abordado este desafío, deben realizar importantes esfuerzos de capacitación internos, debido a la ausencia de una oferta formativa significativa y a la altura de lo que se requiere, esfuerzos que no aseguran la retención de los conductores, por lo que además lleva implícito un riesgo de pérdida de ese esfuerzo debido a la alta rotación que se constata en este recurso humano. Los cursos de capacitación en conducción eficiente redundan en ahorros de combustible entre un 5% y un 10%. Una reducción de un 10% se logra por lo general directamente después del primer curso aunque por un breve plazo, con el tiempo los conductores suelen retomar parcialmente su estilo de conducción anterior, con lo cual se reducen esos beneficios. En este punto resulta central la capacidad de las organizaciones de transporte de desarrollar una cultura de la eficiencia que consolide y contenga los cambios en los hábitos de conducción. Con todo, en el largo plazo, es factible obtener ahorros de un 8% a 10% promedio a través



de la gestión de conductores. Adicionalmente sistemas de incentivos y de evaluación de desempeño diarios, semanales o mensuales son herramientas adicionales para la eficiencia en el transporte a través de los conductores.

- Sector público: En general, en América Latina, las exigencias normativas y legales para obtener la licencia de conductor de camiones incorporan sólo requisitos básicos y no demandan competencias en “conducción racional y económica”, “conducción eficiente” o “eco-driving”. La actualización de los cursos de acceso y mantención de las licencias profesionales, incorporando contenidos de conducción eficiente son un instrumento posible de participación del sector público en la dimensión de la eficiencia energética en el TCC.

**4. La optimización logística:** La eficiencia de las operaciones de transporte, en términos de consumo de combustible por kilómetro recorrido por unidad de carga transportada, está determinada en gran medida por condicionantes operativas de generadores de carga (lugar de retiro), puntos de transferencia y clientes finales (lugar de entrega). En general, en los países en desarrollo, existe la necesidad de lograr una mayor transparencia y eficiencia en el funcionamiento operacional de la industria de transporte de carga por carretera, se requiere aumentar los niveles de entendimiento, colaboración y definición de responsabilidades entre los agentes que intervienen en la contratación/operación de esta clase de transportes. Se requiere explorar espacios de optimización del funcionamiento operativo integral de las empresas intervinientes en los flujos logísticos, las cadenas a las cuales sirven y el mercado en su conjunto.

- Sector privado: La integración operativa y tecnológica y el intercambio de información en tiempo real, de los operadores de transporte con los generadores de carga, puntos de transferencia y puntos de entrega son un desafío que involucra a todos los actores de una cadena logística para mejorar los estándares eficiencia en el transporte. Se trata de un trabajo de integración para la eficiencia, un trabajo de organización de los flujos de mercancía de acuerdo a criterios de eficiencia integral y por lo tanto supone una mayor y mejor comprensión de las claves de operación eficiente de los procesos de transporte por parte de generadores y puntos de transferencia y entrega, así como de una mayor comprensión de parte de los operadores de transporte de los criterios de optimización logística imperante en los mercados actuales. Los Códigos de Buenas Prácticas en la relación generador de carga-transportista han servido de guía general para apurar procesos de integración y optimización logística.

- Sector público: Normativas de regulación de tiempos de espera en los procesos de carga- descarga, incentivos a la formalización de las relaciones transportista- generador, fomento del desarrollo y la integración logística con visión de cadena de abastecimiento y el financiamiento de proyectos de investigación y desarrollo para la eficiencia logística por sectores económicos estratégicos, son algunos de los ámbitos en que el sector público contribuye al objetivo de eficiencia energética en las operaciones de transporte, desde la dimensión de Optimización Logística.

#### IV. Estudios de caso

Esta sección describe cuatro estudios de casos de los esfuerzos por mejorar la eficiencia energética de dos subsectores del transporte terrestre de carga en Chile. Los ejemplos muestran las características de las empresas y los hitos de cada uno de los programas. El primer caso modela la estrategia de una empresa de transporte de carga terrestre. Véase el cuadro 4.

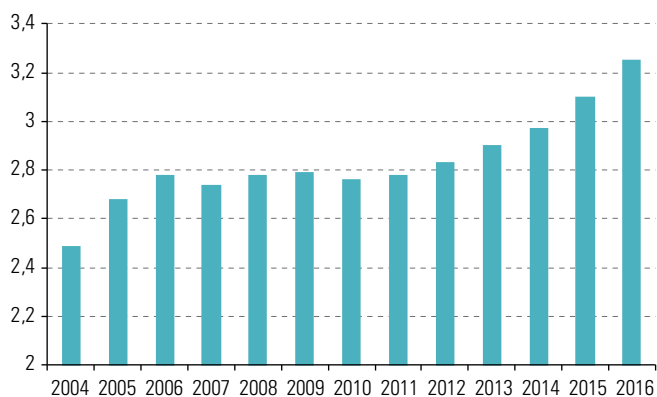
**Cuadro 4**  
**CASO DE ÉXITO 1: TNT-LIT CARGO, 12 AÑOS DE GESTIÓN ENERGÉTICA**

Servicios	Paquetería industrial/Carga express
Compañía	TNT-LIT cargo: - 1.900 trabajadores. - 82 tracto camiones para largas distancias. - 140 remolques. - 400 camiones para la recogida y la entrega. - 30 depósitos, 16 oficinas y 1 HUB. - 3 millones de envíos al año. - 300 millones de kilos al año. - 2,1 millones de km recorridos mensuales. - 650.000 litros de diesel cada mes.
Hitos del programa de eficiencia energética	1997: Primeros motores con gestión electrónica (pioneros en Chile). 2003: Primeros entrenamientos masivos sobre conducción segura y económica. 2004: Campaña de instalación de deflectores de techo en tracto camiones (aerodinámica). 2007: Pioneros en el uso de nitrógeno seco en el inflado del neumáticos en el transporte de carga en Chile. 2007: Premio nacional de eficiencia energética (primera empresa de transporte en obtenerlo). 2008: Implementación de un sistema integral de gestión de neumáticos. 2010: Plan de implementación integral de componentes aerodinámicos: cubre estanques, deflectores en semirremolques, carenados y faldones laterales. 2011: Ejecución de las primeras pruebas de eficiencia bajo el protocolo SAE J1321. 2012: Inversión en tracto camiones más seguros y más aerodinámicos, por sobre el estándar nacional. 2013: Evaluación e inversión en neumáticos “más eficientes” (línea energy), nuevos dispositivos aerodinámicos. 2013: Certificación de eficiencia energética dada por el Ministerio de Energía de Chile. 2015: Certificación ISO 50001: 2015.

Fuente: Autores.

En el primer caso se logró una mejora en el uso de energía de 28% de mejora en 12 años. Solo entre 2015 y 2016 se consiguió un progreso de un 7% en términos de eficiencia. El gráfico 2 destaca los avances en el rendimiento de la flota en términos de kilómetro por litro. En 2016 el rendimiento alcanzó 3,25 km por litro, un desempeño 30% mejor que en el año 2004. Este mejor desempeño tiene repercusiones directas en el desempeño financiero y emisión de gases.

**Gráfico 2**  
**RENDIMIENTO DE LA FLOTA**  
(Kilómetros/Litro)



Fuente: Autores, basados en información de TNT-Lit Cargo.

Las claves de éxito fueron, por un lado, los programas de entrenamiento de conductores y la innovación y la evaluación sistemática de tecnologías y componentes que apunten a la eficiencia energética. Por otro lado, el uso de tecnología, que se generó con la colaboración con el sector académico y agencias de gobierno en discusiones, estudios y evaluaciones prácticas de tecnologías en terreno. Adicionalmente, la empresa realizó controles sistemáticos de consumo de combustible, y procesos exhaustivos en los procesos de selección del vehículo que formaron parte de una estrategia de mejora continua de procesos y tecnología, como también los procesos de certificación.

El segundo caso describe la estrategia de un usuario que contrata servicios de diferentes empresas de transporte de carga terrestre. El objetivo de este programa era incentivar mejores prácticas en las empresas de transporte. Véase el cuadro 5.

Este caso muestra la relevancia de capacitación y formación en el sector para alcanzar metas de eficiencia energéticas. Los logros se reflejan en el nivel de cumplimiento promedio del PDEE establecido de un 45% en la primera evaluación y de un 71% en la segunda evaluación. Las medidas implementadas que mostraron un mayor impacto eran: la capacitación de conductores, el control de la flota

(velocidades y pesos), el control de mantenimiento e implementación de medidas de mejorar la aerodinámica. Por parte del sector transporte de carga terrestre las 7 compañías evaluaron el programa como muy bueno o excelente en sus variadas dimensiones. Ellos estimaron los ahorros de combustible en un plazo de implementación de solo 4 meses entre del 2% al 3,5%.

En Brasil se han ofrecido cursos de “Conducción Segura y Económica”, desde 2007 en los estados de Espirito Santo, Distrito Federal, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, São Paulo. El programa de 32 horas de clases cubre la definición, objetivos y técnicas de la conducción económica, y explica los beneficios y procedimientos de la conducción económica. Según el SENAT más de 24.000 conductores de vehículos de pasajeros (54%) y de carga (46%) han sido entrenados por este programa (SENAT, 2013). Una evaluación puntual indicó, que los choferes lograron un ahorro de combustible alrededor de 14% en las operaciones después del curso (SENAT, 2013).

Cuadro 5 CASO DE ÉXITO 2: “PROGRAMA PILOTO: PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN COMPAÑÍAS DE TRANSPORTE-PUERTO DE VALPARAÍSO	
Servicios	Transporte de carga portuaria.
Compañía	Puerto de Valparaíso. 7 Compañías de transporte seleccionadas que operan desde y hacia el Puerto de Valparaíso.
Objetivo del programa	El objetivo del programa fue incentivar a las compañías de transporte de carga por carretera, que operan en el Puerto de Valparaíso, la adopción de buenas prácticas para la gestión eficiente del consumo energético, es decir, mejorar los estándares en el consumo de combustible por tonelada/kilómetro recorridos en sus operaciones.
Duración	10 meses año 2014.
Hitos del programa	Convocatoria al Programa. Postulación y selección de 7 compañías de transporte. Cursos y talleres colectivos de especialización: Elaboración de un plan director de eficiencia energética en el transporte. Curso de conducción eficiente. Formación de monitores. Mantenimiento y buenas prácticas en la gestión de flotas. Estrategias y herramientas para el ahorro de combustible. Aplicación individual de herramienta de “diagnóstico de gestión energética para compañías de transporte”. Taller Interno 1: Elaboración individual de un plan director de eficiencia energética (PDEE). Taller Interno 2: Evaluación y seguimiento de implementación del PDEE. Evaluación Final.

Fuente: Villalobos, 2016.

El curso “Caminhoneiro Amigo do Ambiente”, tiene un formato más sencillo de 8 horas, se enfoca en aspectos ambientales, también es ofrecido por el SENAT. Este programa alcanzó más de 5 mill participantes (SENAT, 2013). Los actuales programas dan seguimiento a esfuerzos previos como el “Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo, Gás

Natural e Biocombustíveis”, CONPET, que es un programa del gobierno federal brasileño dedicado a promover el uso eficiente de combustibles, ejecutado por la Petrobras, la empresa petrolera estatal de Brasil y suspendido en 2011. Otro proyecto fue TransportAR funcionó entre 2003 y 2008, tenía como objetivo orientar a los transportistas de combustibles en el mantenimiento de sus vehículos y realizar evaluaciones de opacidad de los gases de combustión, de manera de reducir las emisiones de humo negro y economizar diesel. (CONPET, 2012).

En México, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en cooperación con la Secretaría de Ciencia y Tecnología, desarrolla desde 2007 el Programa Transporte Limpio, dedicado a promover la eficiencia, la competitividad y la mejora del medio ambiente en las actividades transportistas, dirigido especialmente a las empresas de transporte de carga y pasajeros (privadas y públicas, para servicio urbano y/o foráneo). En este programa el beneficio energético es solo una de las varias medidas promovidas. El cuadro 6 presenta las medidas y sus correspondientes potenciales en ahorro energético del programa (SEMARNAT, 2013).

Cuadro 6 MEDIDAS ADOPTADAS E IMPACTOS ENERGÉTICOS ESPERADOS EN EL PROGRAMA TRANSPORTE LIMPIO	
Medidas	Ahorro potencial de combustible
<b>Estrategias de uso y manejo</b>	
Entrenamiento de operadores en conducción técnica-económica	10-30%
Regulación de la velocidad máxima	5-10%
Reducir el funcionamiento innecesario del motor	mínimo 5%
Selección y especificación vehicular	variable hasta 30%
Mantenimiento	7-15%
Control de combustible	mínimo 5%
<b>Medidas de orden tecnológicas</b>	
Mejoras aerodinámicas	5-10%
Llantas individuales de base ancha	3%
Sistemas de inflado automático de llantas	1%
Lubricantes más avanzados	1,5%
Dispositivos de control de emisiones	variable

Fuente: Elaboración propia, basado en SEMARNAT, 2013.

Este programa apoya a las empresas interesadas en cuatro áreas complementarias:

- i) Asistencia técnica, incluyendo capacitación de operadores y orientando empresarios;
- ii) Incremento de la disponibilidad de tecnologías eficientes, mediante enlaces con los proveedores;

- iii) Reducción de costos de equipos importados, resultado de un acuerdo entre las Secretarías de Economía y Medio Ambiente y Recursos Naturales para importación de equipos anticontaminantes con arancel cero;
- iv) Evaluación de las actividades, con un reconocimiento anual y una página web del programa.

El Programa de Transporte Limpio tomó como referencia el modelo “fleet”, desarrollado por la *Environmental Protection Agency* de los Estados Unidos en el contexto del *Smart Way Transport Partnership* (EPA, 2013; SEMARNAT, 2013). Al fin de 2011, 118 empresas participaron en este programa, representando un total de 16.561 camiones. Las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> de esta flota de vehículos en 2011, operando en las condiciones de referencia (línea base), se estima en 2.259,4 mil toneladas, mientras en condiciones mejoradas se estima una reducción de 596,2 mil toneladas de CO<sub>2</sub>, equivalente a una reducción de 26,4% en esas emisiones, resultado de un ahorro similar de combustible (SEMARNAT, 2013). En el Programa Transporte Limpio se considera, que la promoción de la conducción técnica-económica es una de las estrategias con mejor relación costo/beneficio, mencionando que los conductores aprenden a realizar cambios progresivos, optimizar la velocidad del motor, frenar y acelerar suavemente, conducir con prevención y controlar la velocidad. La metodología empleada en este Programa se desarrolla en tres etapas: inicialmente se hace un recorrido “libre”, de la forma que el conductor hace habitualmente con medición de consumo, luego se le presenta la teoría de la conducción técnico-económica, y se realiza una nueva medición de consumo, en el mismo recorrido, pero aplicando los conceptos de manejo enseñados.

En los 21 cursos de conducción técnica-económica se capacitaron a más de 300 personas de 90 empresas, posteriormente logrando ahorros de combustibles entre un 6% y un 50% (SEMARNAT, 2013).

## V. Conclusiones

Las políticas y las medidas que abordan la eficiencia energética en el transporte persiguen varios objetivos: desde mejoras de las prestaciones técnicas a nivel de vehículo (por ejemplo, sellos de normas, las normas de emisión), al cambio de la participación modal a modos más eficientes energéticamente.

En general, los diferentes objetivos pueden ser interpretados a la luz de la metodología ASI (*Avoid-Shift-Improve*), abordando las diferentes etapas del proceso en el que la mejora de la eficiencia energética en el transporte puede ser alcanzado: la etapa WTW – *Improve*; la etapa del viaje – *Avoid*, mediante la política

de logística, de pasajeros y de carga, y de uso de la tierra – y la fase del servicio de transporte – *Shift*. Que se muestra también en los ejemplos de del transporte terrestre de cargar en este documento. Además, se destacan los diferentes roles del sector público y privado necesarios para la creación de estrategias coherentes y holísticas que abarquen todas las etapas es fuertemente recomendada. Las prácticas actuales en el sector de transporte de carga terrestre en la región más bien tienden a centrarse en los componentes específicos, a la luz de las metas: primacía tecnológica (Kreuzer y Wilmsmeier, 2014).

Más allá de los esfuerzos del sector privado existen requerimientos para una regulación eficiente del sector que incentiva un comportamiento favorable para la implementación de medidas de eficiencia energética. Este marco regulatorio deber ser desarrollado en un contexto multi-stakeholder e interinstitucional, especialmente la colaboración entre las instituciones del sector transporte, energía, medio ambiente y de normas es muy importante en este contexto. Los marcos regulatorios

diseñan un complejo conjunto de instrumentos; tanto normativo como económico, por ejemplo, el conjunto de instrumentos de tipo legales, impositivos, “de orden y control” (por ejemplo, los estándares), o instrumentos económicos (impuestos, incentivos, etc.).

La combinación específica de incentivos económicos y prácticas vigentes pueden también ir acompañadas de instrumentos políticos, como las campañas de información y concientización, el etiquetado, los acuerdos voluntarios, etc., que pueden apoyar el marco regulatorio a través de la participación de la sociedad civil (ONG, asociaciones de consumidores y gremios profesionales). El resultado final tiende a influir en los actores del transporte (ciudadanos, operadores de transporte, industria) hacia un fin deseado: ajustar el comportamiento de los participantes en el mercado (por ejemplo, la compra de vehículos más eficientes, la reducción del consumo de energía, la optimización de la logística del transporte de mercancías, el cambio del tipo de distribución mediante el establecimiento de un sistema de incentivos y regulaciones adecuadas.

## VI. Bibliografía

- Environmental Protection Agency (2016), <http://www.epa.gov/espanol/>, (visitado octubre 2016).
- Green Freight Asia (2010), *Competitive Advantage Through Fuel Efficient and More Sustainable Operations*, [http://cleanairinitiative.org/portal/sites/default/files/documents/Freight\\_Paper\\_UNCRD\\_FINAL\\_Aug2010.pdf](http://cleanairinitiative.org/portal/sites/default/files/documents/Freight_Paper_UNCRD_FINAL_Aug2010.pdf). (visitado octubre 2016).
- International Environmental Agency (2012), *Energy Technology Perspectives 2012, Pathways to a clean Energy System*, [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/etp\\_executive\\_sum\\_spanish\\_web.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/etp_executive_sum_spanish_web.pdf), (visitado octubre 2016).
- International Environmental Agency (2016), <http://www.iea.org>, (visitado octubre 2016).
- International Road Transport Union (2011), IRU 2011, <http://www.iru.org/cms-filesystem-action?file=mix-publications/AR11.S.pdf>, (visitado octubre 2016).
- International Transport Forum (2016), <http://www.internationaltransportforum.org>, (visitado octubre 2016).
- Kreuzer F.M. y Wilmsmeier, G. (2014), *Eficiencia Energética y movilidad en América Latina y el Caribe, Una hoja de ruta para la sostenibilidad*, [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36798/S1420695\\_es.pdf;jsessionid=83BD5FFF0090B8936EF7072E319A6868?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36798/S1420695_es.pdf;jsessionid=83BD5FFF0090B8936EF7072E319A6868?sequence=1), CEPAL, Santiago, Chile.
- Horta, L.A. (2010), *Indicadores de políticas públicas en materia de eficiencia energética en América Latina y el Caribe*, CEPAL.
- Kuberczyk, R., Berner, HJ. & Bargende M. (2009), *Differences in Efficiency between SI Engine and Diesel Engine*, *MTZ Worldw* (2009) 70: 60. doi:10.1007/BF03227927 Naciones Unidas (1987), “Nuestro futuro común” o “Informe Brundtland”, New York.
- Naciones Unidas (2016), *Sustainable Development*, <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-desarrollo-sostenible/> (visitado octubre 2016).
- Nozawa, Tetsuo: Tokai University Unveils 100W DC Motor with 96 percent Efficiency, Nikkei Electronics, 2009 (URL: [http://techon.nikkeibp.co.jp/english/NEWS\\_EN/20090403/168295/](http://techon.nikkeibp.co.jp/english/NEWS_EN/20090403/168295/)).
- OECD (2016), <http://www.oecd.org>, (visitado octubre 2016).
- Smartway USA, *Síntesis de Estrategias para transportistas*, [www.nepis.epa.gov](http://www.nepis.epa.gov), (visitado octubre 2016).
- Starway USA, *Cómo desarrollar un programa de transporte ecológico: Una guía y manual de recursos integral*, (visitado octubre 2016).