



Conducción Racional

Módulo 4f

Transporte Sostenible:

Texto de Referencia para formuladores de políticas públicas en ciudades de desarrollo



¿Qué es el Texto de Referencia?

Este *Texto de Referencia* sobre Transporte Urbano Sostenible aborda las áreas claves de un marco general para una política de transporte sostenible en una ciudad en desarrollo. El *Texto de Referencia* consta de más de 20 módulos.

¿Para quién es?

El *Texto de Referencia* se ha diseñado para formuladores de políticas en ciudades en desarrollo y sus asesores. Este grupo objetivo se refleja en el contenido, que proporciona herramientas apropiadas de políticas para su aplicación en una serie de ciudades en desarrollo.

¿Cómo se debe utilizar?

Estos módulos deben ser proporcionados a los oficiales involucrados en transporte urbano según se necesiten. El *Texto de Referencia* puede ser fácilmente adaptado para ajustarse a un evento de entrenamiento formal y corto, o puede servir como una guía para desarrollar un programa de entrenamiento en transporte urbano. GTZ está elaborando los paquetes de entrenamiento de módulos selectos, disponibles desde 2004.

¿Cuáles son algunas de sus características claves?

Las características claves del *Texto de Referencia* incluyen:

- Una orientación práctica, centrándose en mejores prácticas en planeación y regulación y, cuando es posible, experiencias exitosas en ciudades en desarrollo.
- Los colaboradores (autores) son expertos internacionales en sus campos.
- Una diagramación atractiva, en color y fácil de leer.
- Lenguaje no-técnico (hasta donde es posible), con los términos técnicos explicados.
- Actualizaciones vía Internet

¿Cómo conseguir una copia?

Por favor visite <http://www.sutp.org> o <http://www.gtz.de/transport> para obtener detalles. El *Texto de Referencia* no se vende con ánimo de lucro. Cualquier cobro es utilizado para cubrir los costos de impresión y distribución. También se puede ordenar a transport@gtz.de.

Comentarios o sugerencias

Damos la bienvenida a cualquiera de sus comentarios o sugerencias, en cualquier aspecto del *Texto de Referencia*, por correo a transport@gtz.de, o por correo postal a:

Manfred Breithaupt
GTZ, Division 44
P. O. Box 5180
65726 Eschborn / Germany

Más módulos y recursos

Se desarrollarán más módulos en las siguientes áreas: *Financiación de Transporte Urbano* y *Benchmarking*. También habrá recursos adicionales, y existe un CD-ROM de fotos de Transporte Urbano.

Módulos y colaboradores

Visión General del Texto de Referencia y Temas Transversales sobre Transporte Urbano

Orientación institucional y de políticas

- 1a. *El papel del transporte en una política de desarrollo urbano* (Enrique Peñalosa)
- 1b. *Instituciones de transporte urbano* (Richard Meakin)
- 1c. *Participación del sector privado en la provisión de infraestructura de transporte urbano* (Christopher Zegras, MIT)
- 1d. *Instrumentos económicos* (Manfred Breithaupt, GTZ)
- 1e. *Cómo generar conciencia ciudadana sobre transporte urbano sostenible* (Carlos F. Pardo, GTZ)

Planificación del uso de suelo y gestión de la demanda

- 2a. *Planificación del uso del suelo y transporte urbano* (Rudolf Petersen, Wuppertal Institute)
- 2b. *Gestión de la movilidad* (Todd Litman, VTPI)

Transporte público, caminar y bicicleta

- 3a. *Opciones de transporte público masivo* (Lloyd Wright, University College London; Karl Fjellstrom, GTZ)
- 3b. *Sistemas de bus rápido* (Lloyd Wright, University College London)
- 3c. *Regulación y planificación de buses* (Richard Meakin)
- 3d. *Preservar y expandir el papel del transporte no motorizado* (Walter Hook, ITDP)
- 3e. *Desarrollo sin automóviles* (Lloyd Wright, University College London)

Vehículos y combustibles

- 4a. *Combustibles y tecnologías vehiculares más limpios* (Michael Walsh; Reinhard Kolke, Umweltbundesamt-UBA)
- 4b. *Inspección, mantenimiento y revisiones de seguridad* (Reinhard Kolke, UBA)
- 4c. *Vehículos de dos y tres ruedas* (Jitendra Shah, World Bank; N.V. Iyer, Bajaj Auto)
- 4d. *Vehículos a gas natural* (MVV InnoTec)
- 4e. *Sistemas de transporte inteligentes* (Phil Sayeg, TRA; Phil Charles, University of Queensland)
- 4f. *Conducción racional* (VTL; Manfred Breithaupt, Oliver Eberz, GTZ)

Impactos en el medio ambiente y la salud

- 5a. *Gestión de calidad del aire* (Dietrich Schwela, World Health Organisation)
- 5b. *Seguridad vial urbana* (Jacqueline Lacroix, DVR; David Silcock, GRSP)
- 5c. *El ruido y su mitigación* (Civic Exchange Hong Kong; GTZ; UBA)

Recursos

6. *Recursos para formuladores de políticas públicas* (GTZ)

Conducción Racional

Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresados en este documento están basados en la información compilada por GTZ y sus consultores, socios y contribuyentes con base en fuentes confiables. No obstante, GTZ no garantiza la precisión o integridad de la información en este libro, y no puede ser responsable por errores, omisiones o pérdidas que surjan de su uso.

Sobre los autores

VTL es el instituto de entrenamiento especializado en Holanda para el sector de transporte y logística. Proporciona entrenamiento profesional y vocacional para nuevos empresarios, gerentes y empleados del sector de transporte de bienes y pasajeros en tierra, agua y aire. En gran parte de los programas de educación vocacional, VTL también actual como un empleado colectivo.

Manfred Breithaupt recibió su Maestría en Economía en 1975. Después de trabajar como economista de transporte para una compañía de consultoría alemana en Europa, África y Asia, hizo parte de GTZ en 1981 y desde ese entonces ha servido como Asesor Senior de Transporte. Su experiencia cubre planeación en transporte, políticas y reestructuración del sector de transporte, asistencia técnica específica de modos (incluyendo el transporte urbano), y privatización y comercialización. También trabaja como Profesor Asistente para planeación en transporte y políticas.

Oliver Eberz estudió Geografía en Frankfurt y Roskilde/Dinamarca y es especialista en transporte urbano, planeación urbana y geografía internacional de aviación. Hizo parte de GTZ como un experto freelance para Desarrollo Sostenible de Transporte Urbano en 2002 y ha contribuido también en otros trabajos en el área de transporte urbano.

**Escrito y
compilado por**

VTL
Manfred Breithaupt (GTZ)
Oliver Eberz (GTZ)

Editor Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
P. O. Box 5180
65726 Eschborn, Germany
<http://www.gtz.de>

División 44, Medio Ambiente e Infraestructura
Proyecto sectorial
Servicio de Asesoría en Política de Transporte

Por encargo de
Bundesministerium für wirtschaftliche
Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ)
Friedrich-Ebert-Allee 40
53113 Bonn, Germany
<http://www.bmz.de>

Gerente Manfred Breithaupt

Edición Manfred Breithaupt, Oliver Eberz

Foto de portada Jürgen Meissner, ÖkoMedia PR
Entrenamiento de conductores en Querétaro,
México, Abril 2005

Diagramación Klaus Neumann, SDS, G.C.

Traducción Carlos F. Pardo
Bogotá, Noviembre 2005

Eschborn, Noviembre 2005

1. Introducción	1	3. Ventajas de la conducción económica/racional	11
2. ¿Qué es la conducción racional?	2	3.1 Ventajas para el negocio	11
2.1 Factores externos	2	3.2 Ventajas para el medio ambiente	12
2.1.1 Condiciones de tráfico	2	3.3 Ventajas para el conductor	13
2.1.2 Condiciones de la vía	2	3.4 Ventajas para los pasajeros	13
2.1.2.1 Resistencia al gradiente	3	4. ¿Cómo lograr y mantener un estilo de conducción económico y seguro?	14
2.1.3 Condiciones climáticas	3	4.1 Resultados de cursos seleccionados de GTZ	16
2.2 El vehículo	3	4.2 Resultados de otros proyectos	17
2.2.1 Llantas	3	4.3 Incentivos para que los conductores adapten un estilo de conducción más económico y defensivo	18
2.2.1.1 Banda de llantas	3	4.4 Algunos manuales selectos para conducción económica y defensiva	18
2.2.1.2 Presión de las llantas	4	5. Recursos	19
2.2.2 El motor	4	Literatura	19
2.2.3 Aerodinámica	5	Paginas WEB	21
2.3 El conductor	5		
2.3.1 Preparación del viaje	5		
2.3.2 Durante el viaje	5		
2.3.2.1 Encendido y arranque	5		
2.3.2.2 Velocidad	6		
2.3.2.3 Anticipación	6		
2.3.2.4 Cambio de velocidades	6		
2.3.2.5 Frenado y avance sin esfuerzo	7		
2.3.3 Entrando y saliendo del flujo de tráfico	7		
2.4 Conducción defensiva	7		
2.4.1 El procedimiento de trabajo y el comportamiento de conducción defensiva	8		
2.5 Riesgos comunes	8		
2.5.1 Comportamiento del conductor	8		
2.5.2 Estrés y emociones	8		
2.6 Gestión de flota	9		
2.7 Usuarios de la vía que requieren atención especial	10		
2.7.1 Discapacitados	10		
2.7.2 Niños y personas jóvenes	10		
2.7.3 Personas de la tercera edad	10		

1. Introducción

En las ciudades de países en desarrollo, el transporte público es frecuentemente la única manera accesible de transportarse para la mayoría de la población. Solo algunas ciudades en estos países operan un sistema de trenes subterráneos, y el transporte público casi siempre está basado en buses. Incluso en Bangkok, por ejemplo, una ciudad con dos sistemas de transporte público basados en rieles (BTS y MRT), hasta el 90% del transporte público es realizado en buses.

Estos buses, frecuentemente viejos y con gran consumo de combustible, son un gran contribuyente a los impactos ambientales negativos en las áreas urbanas, y debido a su edad los costos operativos (consumo de combustible, mantenimiento) son altos. Una reducción de costos puede lograrse con varias medidas, entre ellas una mejoría de la flota a vehículos nuevos y con combustibles más eficientes, y/o con un cambio en el estilo de conducción por parte de los conductores.

No obstante, la reducción de los costos de combustible no es el único efecto de un estilo de conducción económico. También quiere decir:

- una reducción de costos variables (combustible, reparaciones, mantenimiento, llantas),
- un incremento en efectividad (menor tiempo de inactividad debido a trabajos de reparación y mantenimiento),
- una reducción de los impactos ambientales negativos,
- un incremento en la seguridad vial,
- reducción de estrés para el conductor y los pasajeros.

El conductor de un vehículo es directamente responsable de un estilo de conducción económico. Pero no es el único en la cadena de actores involucrados en el transporte que influye en el consumo de combustible. Quienes manufacturan, quienes legislan, las escuelas de conducción y los propietarios de los vehículos, pueden influenciar el consumo de combustible de varias maneras.

Este módulo cubre principalmente tres temas:

- ¿Qué quiere decir conducción defensiva y económica?
- ¿Cuáles son los beneficios de un estilo de conducción más económico y defensivo?



- ¿Cómo se puede lograr este estilo de conducción?

El primer tema, “conducir defensiva y económicamente”, tratará los siguientes aspectos:

- ahorros en costos logrados a través de la conducción económica (ver también sección 3.1),
- consumo específico de combustible,
- factores externos afectando el consumo de combustible, tales como las condiciones climáticas, las condiciones de la carretera y las condiciones de tráfico,
- el vehículo y sus características de economía de combustible,
- la influencia del conductor en el consumo de combustible,
- riesgos generales (comportamiento del conductor, el vehículo, la carga, el clima),
- estrés, y
- comportamiento orientado al usuario.

El segundo tema trata las ventajas de la conducción económica para el operador, el conductor y el medio ambiente.

El tercer tema (¿cómo se puede lograr esto?) trata las distintas opciones para lograr este estilo de conducción con conductores y operadores de vehículos comerciales.

La fuente básica de información para este módulo es la guía de referencia para curso “Het Nieuwe Rinden (una nueva aproximación a la conducción de buses)” publicado por el “Stichting Vakopleiding Transport en Logistiek VTL” (Instituto Holandés para Entrenamiento Profesional en Transporte y Logística).

Fig. 1

*Mongolia:
Responsabilidad y
eficiencia comienzan
con el aprendizaje más
allá de la práctica usual.*

Foto: Anton Thomas,
DaimlerChrysler, 2005

2. ¿Qué es la conducción racional?

La conducción económica y defensiva no solamente depende de los hábitos del conductor (ver sección 2.3), sino que también depende de varios factores externos como las condiciones climáticas, condiciones de la carretera, tecnología del vehículo y condiciones de tráfico. Gran parte de estos factores normalmente no pueden ser influenciados, pero los conductores pueden ajustar su estilo de conducción de manera apropiada. Así, es importante estar atento a estos factores.

2.1 Factores externos

2.1.1 Condiciones de tráfico

Las condiciones de tráfico obviamente tienen una gran influencia en el consumo de combustible. En tráfico pesado, es decir durante la hora “pico”, el conductor tiene que acelerar, frenar, y cambiar velocidades con mayor frecuencia. Esto incrementa de manera significativa el consumo de combustible. De hecho, un sólo conductor no puede cambiar estas circunstancias pero quienes planean y toman decisiones podrían cambiar esta situación, por ejemplo al introducir carriles de buses, dar prioridad a los buses en los semáforos y otras innovaciones. Algunos ejemplos se describen en el Módulo 4e: *Sistemas de transporte inteligentes*.

El consumo de combustible es en parte determinado por el grado de resistencia a la aceleración. Esto ocurre cuando la velocidad de un vehículo se incrementa. Para tener un vehículo en movimiento o elevar su velocidad se necesita energía, mientras que en una velocidad constante la resistencia a la aceleración es nula. La resistencia a la aceleración depende del incremento en velocidad

y el peso total del vehículo. Una aceleración suave y, sobre todo, evitar aceleraciones y frenos innecesarios puede ahorrar una gran cantidad de combustible.

Anticipar el tráfico es un factor de gran importancia al reducir consumo de combustible. Pero ¿qué es un estilo de conducción anticipatorio? Primero que todo, el conductor debe aprender a predecir lo que los demás participantes del tráfico en la ciudad van a hacer y cómo reaccionar de acuerdo con esto.

La conducción anticipatorio muestra la relación entre los estilos de conducción y el consumo de combustible.

Los diferentes estilos de conducción asumidos en este ejemplo son los siguientes:

A: un comportamiento de conducción agresivo: aceleración rápida, conducir cerca del vehículo de enfrente y frenar fuertemente,

B: un comportamiento de conducción normal,

C: un comportamiento de conducción suave, con aceleración suave, anticipación y mínimo uso del freno.

Las figuras de la Tabla 1 son promedios de viajes de bus a lo largo de distintas rutas:

- conduciendo en tráfico urbano en una velocidad promedio de 30 km/h,
- conduciendo en una carretera secundaria a una velocidad promedio de 60 km/h,
- conduciendo en una autopista a una velocidad promedio de 90 km/h.

Como era de esperarse, el consumo de combustible es mucho más alto cuando el estilo de conducción es más agresivo. En este caso, el consumo de combustible es 45% más alto que el consumo de un conductor “normal”. De otra parte, un estilo más suave de conducción ahorró 22% comparado con el conductor normal.

2.1.2 Condiciones de la vía

Dos aspectos de las condiciones de la vía influyen en el consumo de combustible. La superficie y la inclinación.

La superficie de la vía tiene un efecto en la resistencia al rodaje. Las condiciones relevantes de las condiciones de la superficie incluyen:

- vía metalizada o no metalizada,
- superficie seca o mojada,
- superficie suave o rugosa, desigual,

Tabla 1:
Consumo de combustible en diferentes niveles de conducción

Estilo de conducción	Bus ligero (8,8 toneladas)		Bus pesado (24,5 toneladas)	
	l/100 km	indexado	l/100 km	indexado
A: agresivo	37,8	143	101,5	145
B: normal	26,5	100	69,9	100
C: suave	21,0	79	54,5	78

Fuente: VTL 2002

- superficie limpia o sucia (incluyendo nieve).

La alta resistencia al rodaje incrementa el consumo de combustible. Como se puede ver en la lista de arriba, la resistencia al rodaje es influenciada por las condiciones climáticas, que en turno están determinadas por una combinación de factores. Pero también es afectada por otros factores como los siguientes:

- el peso del vehículo,
- el perfil de las llantas,
- la presión de las llantas,
- las posiciones de las llantas.

2.1.2.1 Resistencia al gradiente

Es evidente que un vehículo subiendo una pendiente necesita más energía que un vehículo en una carretera sin inclinación. Esto resulta de la resistencia al gradiente, que depende a su vez del porcentaje de gradiente y el peso total del vehículo.

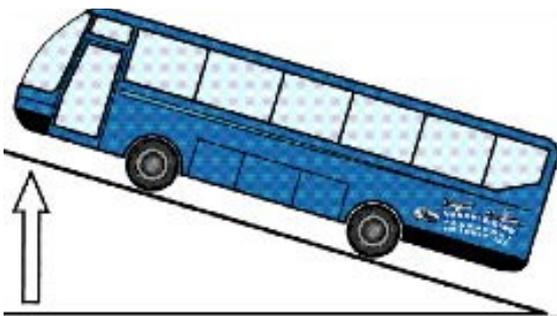


Fig. 2
Resistencia al gradiente.

Fuente: VTL 2002

Aunque no es posible influir sobre la resistencia al gradiente, los conductores pueden tenerlo en cuenta. Un estilo de conducción económico en una pendiente consiste en:

- selección de la velocidad de motor adecuada,
- técnica correcta de cambio de velocidades (cambiar velocidades con la menor frecuencia posible al ascender), y
- utilizar el incremento de velocidad en una bajada para seguir en la siguiente pendiente.

2.1.3 Condiciones climáticas

La influencia del clima en el consumo de combustible es determinado principalmente por tres factores: resistencia al aire, temperatura y precipitación.

La influencia meteorológica principal en el consumo de combustible es la resistencia al aire (véase Figura 3). El aire no se puede tocar o ver pero está presente – la fuerza de este factor se

vislumbra al sacar una mano por la ventana de un vehículo en movimiento intentando moverla hacia delante, o cuando los vientos cruzados golpean a un vehículo y lo empujan a un lado. El vehículo tiene que “cruzar” la barrera de aire y para hacerlo necesita energía y consume combustible. La resistencia al aire depende de la forma frontal del vehículo. Es decir, los buses con la superficie frontal relativamente larga y plana tienen una alta resistencia al aire. La resistencia al aire se incrementa de forma cuadrática (*p.ej.*, cuando la velocidad se duplica, la resistencia incrementa en factor de 4).

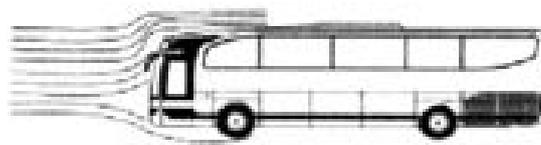


Fig. 3
Resistencia al aire.

Fuente: Evobus 2001

Otros factores meteorológicos son la temperatura (las temperaturas altas pueden llevar a un consumo de combustible más bajo a menos que el aire acondicionado se utilice dentro del bus) y la precipitación (las superficies húmedas y con nieve incrementan la resistencia al rodaje y llevan a un mayor consumo de combustible).

En esta sección hemos visto que el consumo de combustible es influenciado por una gran variedad de elementos externos. Estos factores son determinados por varios tipos de resistencia (resistencia al aire, al rodaje, al gradiente y a la aceleración). El valor de estas resistencias es determinado por el clima, la carretera y las condiciones de tráfico. Las especificaciones técnicas y el equipo de los vehículos también tienen un efecto en estas resistencias. Estos efectos serán el tema de la próxima sección.

2.2 El vehículo

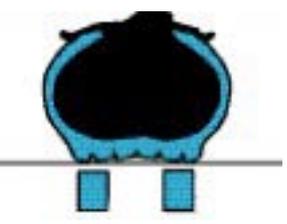
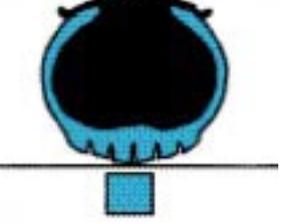
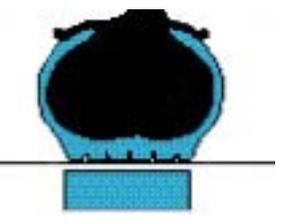
2.2.1 Llantas

2.2.1.1 Banda de llantas

La banda de rodamiento de una llanta tiene los siguientes propósitos:

- transferir fuerzas entre el vehículo y la superficie de la carretera,
- dispersar el agua y la contaminación,
- enfriar la llanta.

Fig. 4
Presión de llantas.

		
Presión muy baja	Presión muy alta	Presión correcta
<ul style="list-style-type: none"> • banda de rodamiento se deforma • la temperatura se eleva • la carcasa puede fallar • desgaste rápido y desigual 	<ul style="list-style-type: none"> • mal contacto con la superficie de la vía • riesgo de daño • resortes y amortiguadores sobrecargados 	<ul style="list-style-type: none"> • manejar, frenar y fuerzas laterales son transferidas óptimamente a la superficie de la vía • distancia de frenado es más corta • durabilidad máxima

Fuente: VTL 2002

Las condiciones de las llantas son olvidadas en muchos casos y se presta muy poca atención a su mantenimiento. Los requerimientos legales para las profundidades mínimas de banda varían entre países. No obstante, la profundidad suficiente no debe ser vista como un requerimiento legal sino como un factor que influye en la comodidad de conducción, el consumo de combustible y – un factor de gran importancia – la seguridad vial.

2.2.1.2 Presión de las llantas

La presión de las llantas es el factor más significativo en su desgaste. Con una presión baja (Figura 4, izquierda), la carcasa de la llanta se colapsa y los hombros se desgastan rápidamente. La deformación sube la temperatura a tales niveles que la banda de rodamiento puede separarse de la llanta. Una presión baja también tiene un efecto negativo en la estabilidad del viaje. Además, cuando la presión es muy baja, las llantas no mantienen un contacto óptimo con la vía, lo cual afecta negativamente la resistencia al rodaje.

Si la presión de las llantas es muy alta (Figura 4, centro) sólo el centro de la llanta se desgasta

y el contacto con la vía es pobre. Esto también lleva a una sobrecarga de los resortes y amortiguadores y afecta la comodidad y seguridad de la conducción.

La presión excesivamente baja de la llanta causa un consumo mayor de combustible que una presión alta. Cuando la presión de todas las llantas está un 15–20% debajo de lo normal, el consumo de combustible incrementa en 5–8%.

Además de la presión de las llantas y la profundidad de la banda de rodamiento, otros factores influyen en el desgaste de las llantas:

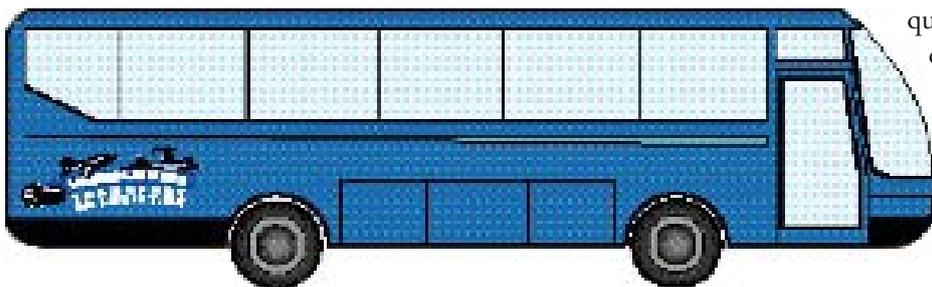
- un estilo de conducción agresivo (es decir, frenado y aceleración fuerte),
- sobrecarga, y
- alineación errada de las llantas.

2.2.2 El motor

El motor es el corazón de un vehículo motorizado. El motor diesel proporciona poder para conducir el vehículo y todos sus accesorios. El desempeño del motor puede ser mejorado con el uso de un compresor turbo *intercooling* sin incrementar el consumo de combustible. Los motores de diesel modernos son más limpios que en el pasado (es decir, una modernización de la flota con nuevos buses disminuirá el consumo de combustible de manera significativa y proporcionará beneficios económicos al largo plazo).

El mantenimiento regular es importante para todos los motores – tanto viejos como nuevos – para asegurar una operación

Fig. 5
Diseño de bus aerodinámico.



económica. Por ejemplo, el ajuste de inyección correcto y el cambio de filtros de aire debe hacerse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del motor, dado que estas recomendaciones resultan en el mejor compromiso entre desempeño, emisiones y consumo de combustible.

2.2.3 Aerodinámica

La resistencia al aire ha sido introducida en la sección 2.1.3. Un bus aerodinámico (*stream-lined*) puede ser una contribución para el consumo reducido de combustible.

2.3 El conductor

Como hemos visto, los factores externos pueden tener una gran influencia en el consumo de combustible. Pero todas estas medidas pueden ser inútiles si el conductor tiene un estilo de conducción agresivo y con alto consumo de combustible.

En las siguientes secciones describiremos las diferentes medidas que un conductor puede tener antes y durante el viaje para reducir el consumo de combustible y para incrementar tanto la comodidad como la seguridad de los pasajeros y de sí mismo.

2.3.1 Preparación del viaje

Antes de comenzar el viaje, el conductor debe revisar su vehículo cuidadosamente. Aunque la mayoría de los buses deben ser mantenidos por técnicos de manera regular, el conductor también está a cargo de revisiones básicas periódicas. Una revisión apropiada incluirá lo siguiente:

- Fluidos
 - Aceite del motor
 - Refrigerante
 - Limpiavidrios
- Llantas
 - Buscar rupturas o piedras
 - Presión
 - Llanta de repuesto
- Sistema de frenos
 - Revisar la presión y la caída de presión
 - Drenar el agua de condensación
- Luces y espejos
 - Revisar y limpiar como se requiera

2.3.2 Durante el viaje

Aunque con chequeos antes del viaje se puede ahorrar una cantidad considerable de combustible, la mayor parte de los ahorros de

combustible pueden realizarse por un estilo de conducción razonable.

2.3.2.1 Encendido y arranque

Cuando se prende el motor por primera vez en el día, el conductor debe dejar que el motor corra a velocidad moderada hasta que la presión adecuada de aceite se haya acumulado. El aceite frío (por ende, denso) debe llegar a los distintos lugares de lubricación del motor antes de que el conductor pueda arrancar sin causar ningún daño.

Una vez que la presión del aceite se ha acumulado, el conductor debe arrancar suavemente. Un motor frío se desgasta más rápido que un motor caliente – particularmente en velocidades altas. Esto se debe al hecho de que los pistones y los cilindros están diseñados para encajar cuando el motor está caliente. Cuando el motor está frío el metal no se ha expandido, los pistones y los cilindros no encajan adecuadamente y se producen desgastes adicionales. Un estudio de VTL demostró que conducir con un motor frío utiliza cerca de 15% más combustible que con un motor caliente. La Tabla 2 presenta resultados de pruebas a una velocidad aproximada de 40 km/h.

	Bus ligero (8,8 toneladas)		Bus pesado (24,5 toneladas)	
	in l/100 km	indexado	in l/100 km	indexado
Frío	21,6	100	49,6	100
Caliente	18,5	86	42,8	86

Fuente: VTL 2002

Cuando el vehículo está quieto, el motor se calienta muy despacio. Un estilo de conducción suave lleva al motor a su temperatura de operación con mayor rapidez. Dependiendo de las circunstancias específicas, un vehículo se debe conducir por aproximadamente 30 km antes de que su motor esté adecuadamente caliente. El conductor debería arrancar en la primera velocidad con poco uso del pedal acelerador o – cuando conduce un modelo más reciente – sin usar el pedal acelerador.

Si el conductor tiene que detenerse y esperar por un tiempo mayor (por ejemplo, en una



Fig. 6
Bogotá: Conductor de bus de TransMilenio.

Foto: Lloyd Wright 2002

intersección con un tren), es importante apagar el motor. Esto no solamente es bueno para el medio ambiente sino que también ahorra combustible. Una regla básica es apagar el motor cuando el vehículo tiene que estar detenido por más de un minuto. En cada vez más ciudades la duración de la fase en rojo del semáforo se despliega en pequeños monitores cerca de la luz.

2.3.2.2 Velocidad

Conducir económicamente significa conducir a una velocidad constante tan frecuentemente como sea posible (aunque esto es difícil de lograr en medio del tráfico urbano). Una velocidad



Fig. 7
Bogotá: Manejar conscientemente es un prerequisite para la conducción económica.

Foto: cortesía de TransMilenio 2002

constante no es lo mismo que la velocidad promedio. Conducir con una velocidad promedio de 40 km/h puede consumir mucho más combustible que con una velocidad constante de 40 km/h, así como una velocidad promedio de 40 km/h con un estilo de conducción agresivo y mucha aceleración tiene un mayor consumo de combustible que una velocidad constante de 40 km/h. La diferencia en consumo de combustible a una velocidad promedio puede incrementarse hasta en 20% (VTL 2002).

2.3.2.3 Anticipación

Un estilo de conducción anticipatorio involucra una adecuación del comportamiento de conducción con las condiciones de la vía y el tráfico. Algunos puntos a considerar incluyen:

- tráfico en frente del vehículo propio,
- tráfico detrás del vehículo propio,
- tráfico en la vía,
- tráfico en intersecciones,
- sobrepasar, y
- dar reverso.

También quiere decir que el conductor

- mira tan adelante como le sea posible,
- conduce con concentración,
- frena deliberadamente,
- tiene cuidado con el vehículo de adelante,
- mantiene una distancia adecuada,
- maneja suavemente y a una velocidad constante,
- se adapta a una velocidad constante en el tiempo adecuado,
- se adapta a tiempo a condiciones cambiantes,
- utiliza su conocimiento de la ruta,
- toma en cuenta el daño en la vía y los posibles errores de otros conductores.

2.3.2.4 Cambio de velocidades

Cambiar velocidades adecuadamente es un componente fundamental de un estilo de conducción económico. El cambio hacia arriba debe realizarse de tal manera que el motor pueda entrar sin esfuerzo a la nueva velocidad. En la práctica, esto quiere decir que debe permitir que la velocidad del motor pase por la zona verde en el medidor y realizar el cambio en este momento.

Cambiar velocidades de manera económica también quiere decir:

- no es necesario arrancar en la velocidad más baja,

- los cambios a una velocidad más alta deben realizarse tan pronto como sea posible,
- a veces es posible “saltar” una velocidad.

2.3.2.5 Frenado y avance sin esfuerzo

El conductor debe evitar el frenado cuando le sea posible para soltar el acelerador en el momento apropiado y debe permitir que el vehículo avance sin esfuerzo. Avanzar sin esfuerzo (*coasting*) significa soltar el pedal acelerador y utilizar el motor como un freno, por ejemplo al acercarse a un semáforo en rojo o al final de un embotellamiento.

Cuando se utiliza el motor como un freno, el suministro de combustible se corta. Esto ahorra combustible y previene el desgaste innecesario de los frenos y las llantas. En la sección 2.3.2.2 ya se han discutido los efectos de frenado frecuente en el consumo de combustible.

2.3.3 Entrando y saliendo del flujo de tráfico

En el tráfico urbano, a veces es difícil manejar económicamente cuando se entra y sale del flujo de tráfico. Frecuentemente es necesario acelerar un poco más para entrar al flujo, como en el caso en que se entra a una avenida principal o al entrar a un carril de velocidad más alta. En este caso, la seguridad vial tiene la prioridad.

2.4 Conducción defensiva

En las secciones previas se han descrito básicamente las medidas técnicas para ahorrar combustible. Estas acciones pueden llevar a un estilo económico de conducción (y una reducción de consumo de combustible), pero no necesariamente conllevan un estilo más defensivo. Planteado brevemente, conducir defensivamente puede ser descrito de la siguiente manera: predecir lo que los otros puedan hacer y reaccionar apropiadamente.

Para adoptar un estilo de conducción defensivo, es importante que el conductor conozca su vehículo y que tenga en cuenta su propia situación, las capacidades y limitaciones de su bus, las condiciones de la vía y los posibles errores de los demás. Un estilo de conducción defensivo no solamente evitará accidentes, sino que llevará a la reducción de costos de mantenimiento y consumo de combustible, así como



a un ambiente de trabajo más cómodo para el conductor y mayor satisfacción del usuario.

La regla básica del estilo de conducción defensivo es reaccionar adecuadamente. El procedimiento “normal” de un conductor es el siguiente:

Observación ⇨ predicción ⇨ valoración
⇨ decisión ⇨ acción

Observación quiere decir: observar conscientemente y procesar toda la información necesaria para resolver el problema de tráfico.

Predicción: ¿qué hará el conductor y qué harán los demás?

Valoración: estimar los efectos de una acción (pros y contras).

Decisión: decidir la acción correcta (solución).

Acción: la (re-)acción del conductor.

La conducción defensiva comienza al actuar apropiadamente de acuerdo con estos pasos. Pero obviamente esto no quiere decir que el conductor deba parquear su vehículo y tomar un tiempo para seguir este procedimiento paso por paso. La idea es más bien que el conductor debe simplemente ser consciente de estos pasos – pero cuando toma una decisión esto sucede tan rápidamente que en conductores experimentados parece un procedimiento automático. El fundamento de la conducción defensiva puede ser descrito con la frase “piense antes de actuar”.

Fig. 8

Argentina: Después del entrenamiento teórico de conductores, el conocimiento y destrezas adquiridos se revisan en la práctica.

Foto: Julio Brizzi 2004

2.4.1 El procedimiento de trabajo y el comportamiento de conducción defensiva

La velocidad de tráfico requiere que el conductor actúe (o reaccione) rápidamente y sin una larga reflexión. Esto es de gran importancia en la conducción defensiva. El conductor tiene que estar continuamente alerta a los riesgos, tales como las condiciones climáticas, el comportamiento de los demás, las capacidades y limitaciones del bus, la fatiga, entre otros. El conductor tiene que ser capaz de “prever las situaciones futuras”. Por ejemplo, debe tener en cuenta que su rango de visión detrás o a lo largo del bus es limitado, que los ciclistas pueden girar sin señalar, que los niños pueden repentinamente correr en la carretera o que los motociclistas en algunas ocasiones andan muy rápido. Tener estos factores en cuenta de manera continua puede ser expresado en una palabra: anticipación (véase sección 2.3.2.3 y la Figura 9).

El fin de la conducción defensiva es estar un paso adelante de los otros usuarios de la vía, utilizando los sentidos del conductor y su experiencia en la vía para anticipar su comportamiento de conducción y consecuentemente evitando situaciones críticas.

Pero esta anticipación exige ciertas condiciones del conductor:

- concentración,
- buena observación,
- consideración, y
- alerta constante (que permite más tiempo para tomar decisiones).

Fig. 9
Jakarta: Detenerse lejos de la acera dificulta y hace incómodo montarse y bajarse del bus.

Foto: Karl Fjellstrom



2.5 Riesgos comunes

Un conductor de un vehículo puede conducir de manera defensiva y cuidadosa; no obstante, hay amenazas comunes que ocurren todo el tiempo en la carretera.

2.5.1 Comportamiento del conductor

El conductor debe tomar en cuenta que no todos los conductores son tan educados ni experimentados como un conductor de bus comercial. Un conductor de un automóvil normal, una bicicleta, una motocicleta o un peatón no tiene el conocimiento de las características especiales de un bus. La distancia de parada de un bus de 10 toneladas es mucho más larga que la de un automóvil, la maniobrabilidad es limitada y el rango de visión para el conductor es restringido en ciertas direcciones.

2.5.2 Estrés y emociones

Hay factores externos que pueden ser riesgos (como se vio en la sección anterior), pero el estrés y las emociones también pueden ser riesgosos para el conductor. La presión en el conductor es considerable: los pasajeros deben ser recogidos y dejados a tiempo, el tráfico es congestionado, y el conductor tiene un peso de responsabilidad con los pasajeros. Para los conductores de bus, bastantes factores externos pueden causar estrés: buses aglomerados con pasajeros insatisfechos, tráfico pesado que causa retrasos, calor, mal clima o problemas personales. Todos estos factores pueden llevar a que el conductor ande más rápido, conduzca con una velocidad mayor que la adecuada, deje de ver algunas cosas, se vuelva agresivo al conducir o impaciente frente a los errores de otros usuarios de la vía.

Por esto es importante para los dueños de los vehículos y los operadores dejar que los conductores de vehículos tengan el tiempo suficiente entre paradas para evitar que manejen con prisa, llevando a sus pasajeros, el vehículo y ellos mismos a una situación de peligro. Un conductor que no esté bajo estrés durante todo el turno maneja más suavemente y de manera más económica y defensiva.

Las emociones también pueden ser un riesgo para el conductor. Una actitud de felicidad, rabia o tristeza puede influir en el estilo de

Recuadro 1: Sistema de gestión de flota en Hamburgo

(<http://www.ressourcenschutz-hamburg.de>)

En Hamburgo, las compañías que ahorran energía utilizando sistemas de gestión de flota reciben becas financieras del Senado. Estos sistemas de gestión de flota consisten en dos partes:

- Equipos de monitoreo, instalado en los vehículos para medir el consumo de combustible, velocidad y aceleración; y
- Cursos de entrenamiento de conductores.

Con los datos recogidos con el equipo de monitoreo, los conductores son motivados a cambiar

y optimizar su estilo de conducción. El Senado de Hamburgo calculó una reducción de combustible de 5–10%.

La beca financiera puede ser de hasta el 30% de los costos de la instalación de los sistemas de gestión de flota y los costos de los cursos de entrenamiento de conductores.

La siguiente tabla muestra la posible amortización de la implementación de un sistema de gestión de flota.

Flota		Reducción de emisiones	
40 vehículos "Ford Sprinter"		Reducción de combustible 8%	12.400 l Diesel
Kilometraje	25.000 km/ conductor	Reducción CO ₂	31.612 kg
Kilometraje total		1.000.000 km	
Total consumo de combustible		155.000 l Diesel	

Costos/Amortización		Beca	
Inversión en 40 sistemas de monitoreo	40.000 €	30% de la inversión (incl. cursos de entrenamiento)	16.080 €
Inversión por 80 cursos de entrenamiento (2 x 40)	13.600 €		
Inversión total	53.600 €		
Ahorro de costos de Diesel	12.152 €		
Amortización	4,4 años	Amortización con beca	3,1 años

Fig. 10
Jakarta: Los nuevos buses consumen menos combustible que los modelos más viejos.

Foto: Manfred Breithaupt

conducción. Es importante enseñar a los conductores a dejar estas actitudes fuera del procedimiento de trabajo típico de todos los días.

2.6 Gestión de flota

Es obvio que el vehículo debe estar en las mejores condiciones técnicas para el uso diario. No tiene sentido enseñar al conductor a conducir defensiva y económicamente cuando el vehículo tiene insuficiencias técnicas y los ahorros logrados al implementar el nuevo estilo de conducción estén sobrecompensados por un incremento en el consumo de combustible causado por un vehículo mal mantenido. La gestión adecuada de la flota asegurará que los vehículos estén en buenas condiciones, así como el tamaño de los buses siempre está adaptado de acuerdo con la demanda de pasajeros.



Fig. 11
Bangkok: Peatón y ciclista en un carril de bus.
Foto: Karl Fjellstrom



2.7 Usuarios de la vía que requieren atención especial

En muchas ciudades, los peatones son un grupo grande de participantes en el tráfico. Algunos grupos necesitan atención especial:

- los discapacitados,
- los niños y gente joven,
- las personas de la tercera edad.

2.7.1 Discapacitados

Se pueden distinguir varios tipos de discapacidad: sordera o disminución auditiva, poca visión o ceguera, dificultades o completa inhabilidad para caminar. Estas discapacidades son a menudo no identificables a primera vista, lo cuales problemático no solamente para otros usuarios de la vía sino para los mismos discapacitados. Ellos son conscientes de sus limitaciones y del hecho de que otros usuarios de la vía pueden no tenerlos en cuenta. Por lo tanto, si el conductor de un vehículo ve que alguien tiene una discapacidad, debe ser paciente y darle la oportunidad de seguir su camino.

2.7.2 Niños y personas jóvenes

Los niños y las personas jóvenes, tal como sucede con los discapacitados, tienen problemas con el tráfico, a menudo causado por la falta o

ausencia de conocimiento de la vía, debido a su edad. Para este grupo, un conductor defensivo siempre debe esperar lo inesperado, dado que estas personas jóvenes están lejos de poder hacer lo adecuado en medio del tráfico. Cruzan la calle sin mirar, juegan y siguen a sus amigos sin tener en cuenta el tráfico.

2.7.3 Personas de la tercera edad

Los usuarios de la tercera edad, ya sea caminando, montando en bicicleta o conduciendo, necesitan atención especial. Las personas mayores todavía participan en el tráfico aunque tienen ciertas restricciones como:

- pueden ver con menor claridad,
- en ocasiones caminan con dificultad,
- se sorprenden con mayor facilidad,
- son más vulnerables a problemas serios en los accidentes.

Aunque gran parte de las personas de tercera edad son conscientes de los peligros del tráfico en la ciudad, es necesario prestar especial atención a su comportamiento dado que pueden actuar y reaccionar de maneras inesperadas.

En algunas ciudades grandes de países en desarrollo, la bicicleta es un medio popular de transporte. Esto también sucede en otros países, dado que montar bicicleta puede ser más fácil para

ellos que caminar. Cuando las personas mayores montan en bicicleta necesitan más tiempo, y cuando comienzan su viaje puede haber algunas desviaciones. Por ende, es importante que los conductores de vehículos motorizados les permitan un poco más de espacio cuando arrancan. Además de estos problemas, girar en una bicicleta puede ser más complicado para personas mayores que como lo es para personas más jóvenes. Los ciclistas mayores pueden tener dificultades para mirar alrededor. Entonces, si dan un giro pueden indicar su dirección con la mano, pero no son capaces de mirar alrededor. Tienen miedo de caerse y simplemente siguen sin tener esto en cuenta. Lo mismo puede suceder cuando no indican al girar, dado que algunas personas mayores tienen miedo de montar en bicicleta con una sola mano, por lo que pueden no utilizar la mano para indicar un giro. Las personas mayores normalmente tienen un concepto diferente de la velocidad. En un automóvil, conducen más despacio que otros motoristas. Esto es verdadero tanto para áreas urbanas como rurales y en carreteras. No obstante, es importante ser paciente y sobrepasarlos solamente cuando sea seguro. Además, el conductor no debe conducir cerca detrás de ellos, dado que perseguirlos con un bus gigante genera en ellos mayor nerviosismo.

3. Ventajas de la conducción económica/racional

3.1 Ventajas para el negocio

“Conducir económicamente puede ahorrar una cantidad considerable de dinero, especialmente en cuanto al combustible, las llantas, las reparaciones y el mantenimiento.”

Combustible: los costos de combustible pueden reducirse considerablemente con un comportamiento económico de conducción. Aunque la proporción de costos de combustible difiere considerablemente de país en país (los precios en países en desarrollo pueden variar entre US\$0,02 y US\$0,90), un estilo económico de conducción en general puede ahorrar una proporción significativa de costos de operación.

Llantas: Además de los gastos por combustible, el costo para reemplazar llantas es otro factor importante para los gastos. Con un estilo económico de conducción (que quiere decir primero que todo una aceleración y frenado más suaves), las llantas pierden su banda de rodamiento con menor rapidez y por ende tienen que



Fig. 12

Jakarta: Un bus con mal mantenimiento se vara, causando un embotellamiento.

Foto: Manfred Breithaupt



Fig. 13
Un bus causando gran polución.

Foto: Karl Fjellstrom

ser reemplazadas con menor frecuencia. Esto conlleva significativas reducciones en costos. Si el vehículo se conduce más económicamente, el ciclo de vida de las llantas puede extenderse entre 60.000 y 140.000 kilómetros más.

Reparaciones y mantenimiento: Conducir económicamente no solamente reduce los costos de combustible y llantas, sino que también afecta los gastos generales de reparación y mantenimiento. Un estilo de conducción defensivo y económico resulta en menores reparaciones y lleva a una reducción de costos de mantenimiento y una vida útil del vehículo extendida.

Fig. 14
Jakarta: El uso de buses bien mantenidos genera un mejor ambiente de trabajo.

Foto: Manfred Breithaupt



Recuadro 2: Sustancias principales involucradas en la polución del aire

Hidrocarburos (HC)

Los HC aparecen en los gases de tubo de escape como resultado de una combustión incompleta del motor.

Monóxido de carbono (CO)

El CO es un gas tóxico que desplaza el oxígeno en la sangre durante la respiración. Las emisiones son las más altas en bajas velocidades y por ende en el tráfico ciudadano. El CO es inodoro e incoloro y puede no ser percibido por seres humanos.

Partículas

Las partículas son extremadamente pequeñas. Consisten básicamente en hollín al cual pueden estar adjuntas sustancias productoras de cáncer. Las partículas pueden depositarse en los pulmones, las vías aéreas y los ojos.

Óxidos nitrosos (NO_x)

Los NO_x juegan un rol importante en la creación del smog de verano. Al llegar a la atmósfera, el óxido nitroso se convierte en ácido nítrico que es un componente significativo de la lluvia ácida.

Dióxido de Carbono (CO₂)

El CO₂ tiene efectos ambientales, pero no en el nivel local sino en el global, dado que contribuye al efecto invernadero (generado por el ser humano).

Seguros: Un estilo de conducción más económico lleva indirectamente a la adopción de un estilo más seguro de conducción, que reducirá la frecuencia total de accidentes. Con la reducción de accidentes, los costos de aseguramiento caerán en el largo plazo y bonificaciones por no reclamo pueden subir de manera considerable. Este es otro resultado de ahorro que resulta del estilo de conducción económico y defensivo (aunque no en todos los países se ofrecen bonificaciones por no reclamo).

3.2 Ventajas para el medio ambiente

Como se ha visto hasta ahora, un estilo de conducción económico y defensivo lleva a una reducción de costos de operación para el propietario de vehículos comerciales (¡y privados!). Pero este no es el único efecto positivo: también

lleva a una reducción de la contaminación ambiental. El transporte terrestre es visto alrededor del mundo como una fuente de impactos ambientales negativos y los grupos ambientalistas ejercen una presión creciente a los gobiernos para formular e implementar legislación más estricta en las emisiones de fuentes móviles y el ruido.

3.3 Ventajas para el conductor

Los beneficios para el operador de un vehículo comercial y para el medio ambiente pueden no proporcionar un incentivo al conductor para conducir económicamente (a menos de que el propietario y el conductor sean el mismo). No obstante, también hay beneficios directos para que el conductor adopte un estilo más económico de conducción.

Los beneficios financieros mencionados abajo (costos reducidos de combustible, mantenimiento, reparaciones, etc.) pueden resultar indirectamente en mejores condiciones de trabajo, salarios más altos y una seguridad de trabajo más alta.

Dado que conducir económicamente significa automáticamente conducir más seguramente, esto resulta en condiciones de trabajo más relajadas y más suaves. El conductor se sentirá menos cansado y será menos dado al estrés relacionado con el trabajo. En la sección 4.3 se discutirán más incentivos para el conductor.



Fig. 15

Bogotá: TransMilenio, un sistema BRT con nuevo equipo y conductores bien entrenados hace que el transporte público sea atractivo para los usuarios.

Foto: Klaus Banse

3.4 Ventajas para los pasajeros

Un estilo económico de conducción contribuye directa e indirectamente a la satisfacción de los pasajeros. Un estilo de conducción más agresivo con aceleración y frenado suave tiene como consecuencia una comodidad mayor para los pasajeros y en consecuencia una mayor satisfacción con el transporte público (que a la larga atraerá más clientes).



Fig. 16

Bogotá: Los buses viejos y los paraderos de buses mal equipados hacen peligrosa la subida al bus y al transporte público, poco atractivo.

Foto: Klaus Banse

4. ¿Cómo lograr y mantener un estilo de conducción económico y seguro?

No hay duda que la conducción económica lleva a ahorros de energía considerables, reduce los costos de operación de los vehículos y aporta a la reducción de emisiones de gases con efecto invernadero. Las experiencias alrededor del mundo demuestran que se pueden lograr reducciones de costos hasta de un 25%. En promedio, una reducción de 10–20% es realista. Mientras más altos los precios del combustible, mayores

serán los ahorros de costo absolutos que se pueden lograr (por ejemplo, en Alemania los precios actuales son aproximadamente € 1,20 por litro de gasolina y € 1,05 por litro de diesel). Los clubes de automovilismo alemanes calcularon que para un automóvil de tamaño medio se puede lograr un ahorro promedio anual de hasta € 500 por año.

En vista del potencial de ahorro de costos, una cantidad incrementada de cursos en técnicas de conducción económicas y seguras para conductores de vehículos comerciales se ofrecen en Europa pero también en Estados Unidos, Canada, Nueva Zelanda, Australia y cada vez más en los países en desarrollo. Estos cursos se enfocan predominantemente en conductores de buses y camiones pero también en propietarios de vehículos privados. Los cursos en Alemania, por ejemplo, son ofrecidos por fábricas de automóviles, clubes de automovilismo, escuelas de

Fig. 17
Latinoamérica: Una página de publicidad de entrenamiento de buses en la página de Internet de VRS.



Acelerando con nuevos métodos

CBT, un programa de aprendizaje a base de nuevas tecnologías, ofrece métodos multimedia para la capacitación básica y avanzada de los conductores de autobús. El programa consiste de varios módulos: aspectos técnicos de conducir y el conducir de una manera económica. Los conductores que han tenido una formación bien fundada manejan de una manera más segura, protegen al medio ambiente y reducen los costos.

Reduciendo los costos



Se puede economizar en el consumo de la gasolina por un 10% o más mediante la formación CBT para conducir de una manera económica.

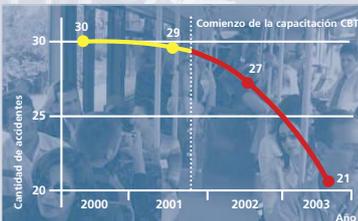
10% **Mejorando el aire**



Reduciendo las emisiones vehiculares por un 10% contribuye a la protección del clima y al mejoramiento de la calidad del aire en los centros urbanos.

10%

Reduciendo los accidentes



La formación continua de conductores de autobús usando el programa CBT logró la reducción de los accidentes en una empresa de autobús en Alemania por un 33%.

33%



- Municipio de Querétaro



- Prefeitura Municipal de São Vicente
- Prefeitura Municipal de Florianópolis
- Prefeitura Municipal de Criciúma
- Prefeitura Municipal de Porto Alegre



- Regione Autonoma della Sardegna
- Provincia di Treviso
- Comune di Trento

Coordinación



Verband Region Stuttgart

- Verband Region Stuttgart
- combus training GmbH



- Alcaldía Mayor de Cartagena

www.busdriver-training.info

Recuadro 3: Entrenamiento basado en computador (Región Verband Stuttgart)

<http://www.busdriver-training.info>

La “Verband Region Stuttgart (VRS)” es una autoridad pública que representa el área de Greater Stuttgart. Tiene la responsabilidad del transporte público, la planeación regional y el desarrollo económico en el área metropolitana de Stuttgart. En cooperación con la Unión Europea, Verband Region Stuttgart busca promover la aplicación de Entrenamiento Basado en Computadores (CBT, por sus siglas en inglés) en el entrenamiento de conductores de buses europeos y latinoamericanos sobre conducción económica y ambientalmente amigable (véase Figura 17).

Los cursos de entrenamiento están basados en CBT, el cual ofrece las siguientes ventajas:

- aprendizaje individualizado con una alta tasa de éxito,
- implementación fácil y mejor distribución del conocimiento,
- ambientalmente amigable, y
- incremento en la seguridad vial.

El objetivo principal del proyecto es promover la calidad de conductores de bus al darles material de curso recientemente desarrollado, técnicas de aprendizaje avanzadas y modelos didácticos tradicionales. En particular, se centra en la conducción segura, económica y ambientalmente amistosa.

conducción, organizaciones ambientales, pero también iglesias y ONG. Hay cientos de oportunidades distintas.

Con respecto a los vehículos comerciales, DaimlerChrysler, Volvo, Ford y otras fábricas de vehículos dan cursos y proporcionan material relacionado.

Es importante generar conciencia en todos los niveles. Esto se puede hacer a través de anuncios en televisión, radio, artículos en los periódicos, volantes, artículos en literatura técnica, anuncios en las autopistas, etc. También se requiere que tales actividades reciban el compromiso total del gobierno.

Por ejemplo, desde 1999 en Alemania es obligatorio para las escuelas de conducción enseñar técnicas de conducción orientadas hacia el medio ambiente y económicas. Es parte de la prueba de conducción y una precondition para obtener la licencia. Aproximadamente 1,3 millones de aplicantes hacen parte de una escuela de conducción anualmente para recibir una licencia de conducción.

En Argentina, GTZ ha ejecutado un proyecto en transporte ambientalmente sostenible, incluyendo cursos piloto en técnicas de conducción que ahorran energía. El gobierno argentino ha decidido incluir técnicas de conducción de ahorro de energía en el proceso de obtener una licencia de conducción. Esto debería ir acompañado por una inspección adecuada y esquemas de mantenimiento y un marco regulatorio estricto para asegurar las inspecciones periódicas. Para mayores detalles, por favor vea el módulo 4b: *Inspección, mantenimiento y revisiones de seguridad* de este *Texto de Referencia*.

Las técnicas de conducción de ahorro de energía no han sido ampliamente establecidas en los países en desarrollo. Hay una variedad de razones para esto. En algunos países, los costos del combustible son muy bajos (por debajo de los precios de mercado mundial), entonces los ahorros potenciales son limitados. Otras razones son la falta de conciencia de la importancia y relevancia de este tema, pero también las deficiencias legales e institucionales.

Las organizaciones internacionales aceptan la importancia de las técnicas de conducción de ahorro de energía y enfatizan el potencial de

Recuadro 4: Resultados de un proyecto piloto en Santiago de Chile (por Frank Dursbeck)

Once conductores de buses de transporte público urbano fueron entrenados durante una semana de EcoConducción (Conducción Racional). El entrenamiento se basó en un manual desarrollado por GTZ en un proyecto correspondiente en Argentina.

Los resultados fueron bastante impresionantes. El consumo de combustibles disminuyó entre 8 y 32% con un promedio cercano a 20% (Figura 18). Al mismo tiempo, el uso de frenos se redujo entre 3 y más de 50% (Figura 19). La reducción promedio del uso de frenos fue de más de 25%.

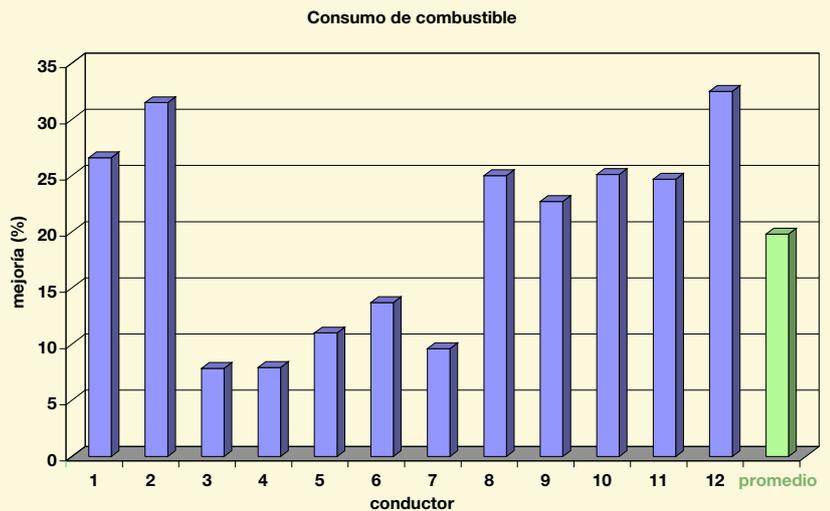


Fig. 18: Reducción del consumo de combustible.

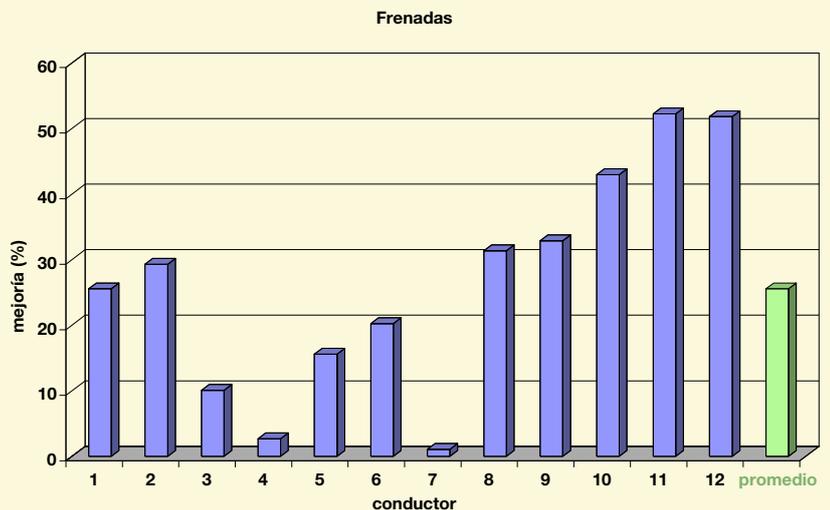


Fig. 19: Reducción de uso de frenos.

Además de estos efectos esperados, la mejoría de aspectos de importancia ambiental como las emisiones de gas de tubo de escape y ruido fue evaluada. La figura 20 muestra claramente la reducción de RPM después del programa de entrenamiento. Como se puede ver por la figura, el porcentaje de RPM alto se redujo de manera significativa con el efecto de emisiones de ruido más bajas.



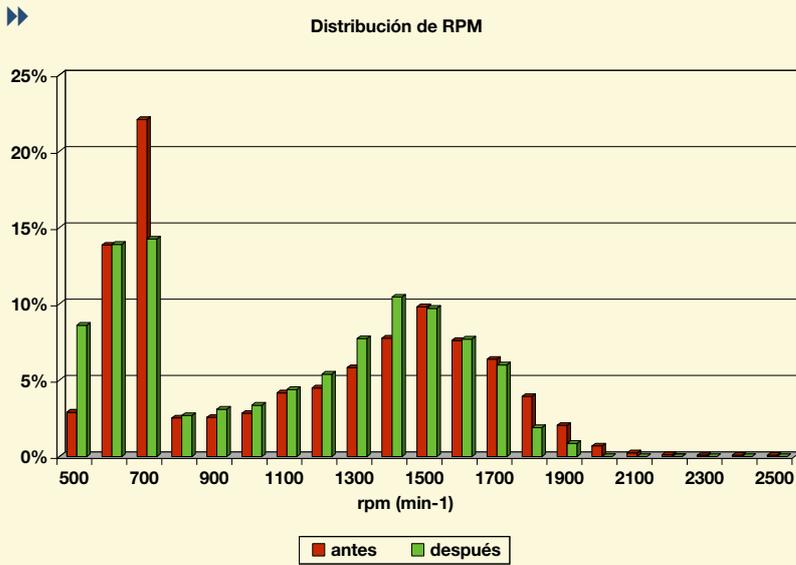


Fig. 20: Distribución de RPM antes y después del entrenamiento.

El efecto sobre las emisiones de gases de tubo de escape también fue impresionante. Para la flota de buses de Santiago, los factores de emisiones fueron desarrollados. Basándose en estos datos, fue posible calcular la diferencia entre las emisiones de gases de tubo de escape como un efecto de la Conducción Racional. Los resultados se muestran en la Figura 21.

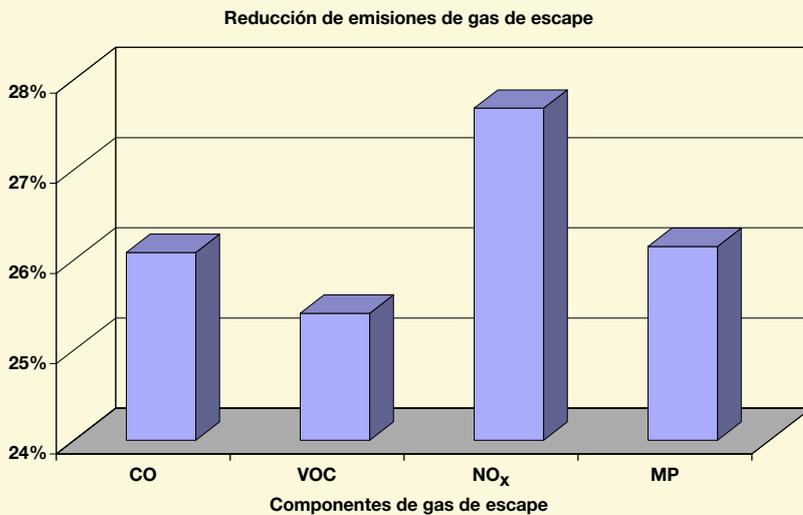


Fig. 21: Reducción de emisiones de gas de tubo de escape.

Estas figuras muestran claramente cómo las técnicas de conducción económica por sí mismas generan mejoras significativas con respecto a la contaminación aérea y las emisiones de ruido – y esto no involucra costos para las autoridades y el público. Por el contrario, esta es una situación clásica gana-gana y la reducción de consumo de combustible y uso de frenos disminuyó de manera significativa los costos de operación de los vehículos. Un ejemplo se da en la siguiente tabla.

ahorros microeconómicos y macroeconómicos, reducciones de polución local relacionada con vehículos y la reducción de emisiones de CO₂. Por ejemplo, el Banco Mundial apoya la

Operadores de buses con 30 buses

- Kilometraje anual: 105.600 km por bus
- 30 buses = 3.168.000 km por la flota
- Consumo de combustible actual: 2.409 km/l
- Consumo total de combustible antes del entrenamiento: 1.315.068 litros
- Consumo total de combustible con Conducción Racional: 1.097.713 litros
- Diferencia: 217.354 litros
- Ahorros totales CLP 43.470.800 (equivalente a US\$62.100) sin tener en cuenta los posibles ahorros por costos de mantenimiento y reparación.

conducción que ahorra la energía en algunos de sus programas y también a través de la Iniciativa de Aire Limpio (IAL-CAI).

GTZ ha trabajado en esta área en Indonesia (Yakarta y Surabaya), Argentina (Buenos Aires y Mendoza), Chile (Santiago de Chile, véase recuadro 4) y Costa Rica (San José). Estos proyectos de GTZ demostraron que los participantes de los cursos de conducción que ahorran energía lograron ahorros de combustible hasta un 20%. Los detalles de estos proyectos pilotos son presentados en la sección 4.1. GTZ ha desarrollado manuales en español (el presente y el *Manual de Conducción Racional*) en el contexto de estos proyectos en Argentina y Chile. Estos se pueden obtener por medio de la división de transporte de GTZ (transport@gtz.de).

4.1 Resultados de cursos seleccionados de GTZ

GTZ ha apoyado cursos en Yakarta y Surabaya (Indonesia) para conductores de buses de operadores públicos municipales también como para conductores de buses de compañías privadas de buses. Un manual utilizado para estos cursos en Indonés ha sido elaborado por la Cooperación en Desarrollo Suiza y está disponible en GTZ. Los ahorros de energía estuvieron en un rango entre 7–15%.

En Buenos Aires, siete cursos se desarrollaron en 1999, con ahorros promedio de combustible del 14,2% (véase Tabla 3).

Los cursos resultaron en una reducción del uso de frenos (-32,1%) y una reducción de cambio

Tabla 3: Resultado de cursos de GTZ en Buenos Aires en 1999

Curso #	Ronda	Velocidad promedio [km/h]		Frenos		Cambio de velocidades		Consumo de combustible [l/100km]	
			%		%		%		%
1	Primera	16,4		44		68		38,0	
	Ultima	18,7	14,0	35	-20,5	60	-12,4	32,0	-15,8
2	Primera	20,5		62		65		38,4	
	Ultima	19,6	-4,6	37	-40,7	55	-15,4	32,6	-15,1
3	Primera	18,8		27		63		38,5	
	Ultima	19,5	3,8	18	-31,6	49	-22,0	32,6	-15,1
4	Primera	19,2		31		61		37,7	
	Ultima	19,9	3,6	18	-40,0	39	-35,7	32,4	-14,0
5	Primera	17,9		33		56		38,1	
	Ultima	20,5	14,6	25	-25,0	43	-23,8	33,4	-12,3
6	Primera	19,0		31		55		38,0	
	Ultima	20,5	8,1	22	-29,0	43	-21,5	32,7	-14,1
7	Primera	18,1		33		58		37,3	
	Ultima	20,2	11,5	20	-37,8	42	-28,2	32,4	-12,9

de velocidades (-22,9%). Como sorpresa para muchos participantes, la velocidad promedio se incrementó en 7,3%.

GTZ también apoyó un operador privado de buses (con una flota de 50 vehículos) en monitoreo y supervisión de consumo de combustibles y costos de operación durante un periodo de un año.

En 2003, dos líneas de bus urbano en Mendoza/Argentina (líneas 100 y 160) recibieron apoyo técnico para la mejoría de la eficiencia del combustible y para la reducción de costos de operación de los vehículos. Algunos resultados generales del proyecto están resumidos en la Tabla 3. Nuevamente, los ahorros de combustible promedios estaban en un rango entre 15 y 18% (véase Tabla 4).

En Argentina, con costos altos de diesel, los ahorros resultantes de los cursos de entrenamiento y, más específicamente, del monitoreo extendido de consumo de combustible (por un período de 6–12 meses) fue considerable. Tuvieron una importancia mucho mayor que los costos de consultoría y entrenamiento, incluso cuando las pérdidas de producción durante el entrenamiento fueron incluidas en los cálculos.

Los resultados demostraron que esta era una situación clásica de gana-gana para los operadores, los conductores, los pasajeros y el medio ambiente.

4.2 Resultados de otros proyectos

En Japón, un estudio examinó los efectos del parado de marcha en vacío (*idling stop*) automático en buses y otros vehículos comerciales. Mostró ahorros de combustibles significativos cuando los vehículos estaban equipados con el sistema. La prueba cubrió una distancia aproximada de 3.700 kilómetros de Cape Soya en Hokkaido a Cape Sata en Kagoshima Prefecture. El uso del parado de marcha en vacío también resultó en reducciones considerables de emisiones de dióxido de carbono. En las

Tabla 4: Resultado de soporte técnico de GTZ en Mendoza en 2003

Línea de bus	% de incremento en eficiencia energética	% de incremento en la velocidad promedio	% de reducción en las emisiones de partículas
100	15,1	2,4	27,3
160	18,0	4,2	35,7

ciudades, los ahorros fueron de 13,4%. En las conexiones entre ciudades, los ahorros en consumo de combustible fueron menores, pero en este caso incluso se ahorró un 3,4% de combustible. Entre las ciudades, el tiempo que duraba un vehículo detenido era 7,9% del tiempo que anduvo, comparado con un 25,9% dentro de las ciudades. No obstante, los conductores impacientes preferían no apagar sus motores en los semáforos, porque querían arrancar rápidamente cuando cambiaban las luces. Con la mejora de eficiencia en los arranques y las baterías, apagar el motor por un tiempo corto mostró casi ningún problema. Pero incluso en ese caso, muchos conductores percibieron una carga psicológica apagar el motor voluntariamente al dar la vuelta a la llave. Toyota incorporó un sistema de parado de marcha en vacío en el automóvil Viz de 1.300cc que desarrollo en 2003. Si el conductor frena con la barra de velocidades en “drive”, el motor automáticamente se detiene, y cuando el conductor suelta su pie del pedal de freno, el motor se vuelve a encender. El carro tiene una batería de alto poder de tal forma que el aire acondicionado siga funcionando cuando el motor está en modo de parado de marcha en vacío. Toyota ha equipado otros carros con ese sistema. Otros sistemas similares han sido empleados en vehículos de otros fabricantes, como Volkswagen, Honda y Daihatsu. Estos dispositivos también han sido instalados en camiones y buses producidos por Hino Motors Ltd. y Nissan Diesel Motor Co.

En Suiza, los resultados de los cursos Ecodrive fueron también impresionantes. Los conductores de vehículos que no asistieron a los cursos tuvieron un consumo promedio de combustible 11,7% más alto que aquél de los conductores que sí participaron en los cursos. La velocidad promedio de los participantes del curso fue incluso más alto que la velocidad promedio de quienes no participaron (48,21 km/h comparado con 47,02 km/h).

4.3 Incentivos para que los conductores adapten un estilo de conducción más económico y defensivo

Una cosa es educar conductores de vehículos (que no son los dueños) para adoptar un estilo de conducción más defensivo y económico, pero

es otra cosa si quieren de hecho aplicar este estilo en su trabajo día a día.

Las ventajas para el conductor han sido descritas en la sección 3.3. Pero un empleado que ha desarrollado un estilo personal de conducción durante años o décadas puede que no sea convencido fácilmente que los cambios realmente harán su vida y trabajo más fácil.

En algunos países en desarrollo, en especial en Asia, los conductores a veces alquilan vehículos de los dueños por un costo fijo por días y lo operan por su propia cuenta. En este caso, el conductor se beneficia directamente de los ahorros en combustible.

Cuando este no es el caso y los conductores son empleados de la compañía de buses, las compañías pueden establecer sistemas de bonos ofreciendo incentivos financieros a los conductores cuyo consumo de combustible sea menor que el promedio de consumo (según los valores históricos de la compañía). Los bonos también pueden ser dados a conductores que no han causado accidentes por un cierto periodo de tiempo. Para proporcionar incentivos económicos a los conductores parece ser la forma más efectiva de asegurar la sostenibilidad. Además, es también importante pagar a los conductores un salario fijo en lugar de pagos basados en la cantidad de pasajeros. Lo último llevaría a una “persecución de pasajeros” y un estilo económico y defensivo de conducción no podría ser implementado.

4.4 Algunos manuales selectos para conducción económica y defensiva

Una guía de referencia de curso recomendable, titulada “Het Nieuwe Rinden – Una nueva aproximación a la conducción de buses”, es publicada por el “Stichting Vakopleiding Transport en Logistiek VTL (El instituto Holandés para Entrenamiento Profesional en Transporte y Logística)” y está disponible en VTL.

El manual “EconoDrive”, publicado principalmente para usuarios de automóvil particular por la organización “Energy Efficiency and Conservation Authority (EECA)” (<http://www.eeca.govt.nz>) de Nueva Zelanda, una organización gubernamental, se recomienda también.

EvoBus, un subsidiario de DaimlerChrysler, publicó material excelente para buses urbanos.

Desafortunadamente, estos están únicamente disponibles en alemán.

GTZ ha elaborado un manual para sus cursos de entrenamiento en Argentina (“Manual de Conduccion Racional”) y una versión ligeramente revisada para Chile (“El Estilo de la Conduccion Eficiente”). Estos manuales están disponibles únicamente en español. El Ministerio de Hacienda de España publicó un manual de entrenamiento para los vehículos del estado (es decir, policía, vehículos militares), titulado “Manual de Conducción Eficiente para Conductores del Parque Móvil del Estado”.

En Portugal, La Agência para a Energia – AGEEN ha publicado un manual de EcoConducción en portugués. En Indonesia, SwissContact ha producido material de entrenamiento en Indonés, mientras que tanto SwissContact como GTZ han desarrollado programas de cursos específicos sobre técnicas de conducción que ahorran energía.

El U.S. Transportation Research Board (TRB) también ha publicado un reporte de investigación sobre seguridad comercial de camiones y buses (“Training of Commercial Motor Vehicle Drivers”). Aunque trata principalmente temas de seguridad, vale la pena leerlo. La mayoría de estos manuales en varios idiomas y otro material adicional ha sido compilado en el CD ROM anexo de este módulo y estará disponible en <http://www.sutp.org>.

5. Recursos

Literatura

- AF WÅHLBERG, A.:** *Fuel efficient driving training-state of the art and quantification of effects.* Uppsala.
- AGÊNCIA PARA A ENERGIA – AGEEN (2001):** *Economia de Energia na Condução e Utilização das Viaturas.* Formação de Condutores em Escolas Condução. Amadora
- AMBÜHL, D., SCHILTER, A. (2003):** *Auswirkungen von Eco-Drive bei Fahrzeugen im Jahr 2010.* Zürich.
- BIDING, T., LIND, G. (2002):** *Intelligent Speed Adaption (ISA).* Results of large-scale trials in Borlänge, Lund and Umeå during the period 1999-2002. Publication 2002; 89 E, Vägverket, Borlänge, Sweden, September 2002.
- BROCK, J. F. et al. (2001):** *Simulators and Bus Safety: Guidelines for Acquiring and Using Transit Bus Operator Driving Simulators.* TCRP Report 72, Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C.
- CLEAVES, E. (1997):** *The Sharpening: Improving Your Drivers' Knowledge and Skills.* Commercial Carrier Journal. November, pp. 58–62.
- DANDREA, J. (1986):** *Coaching the Professional Driver.* The Private Carrier. Vol. 23(3), p. 20.
- DANISH MINISTRY OF TRANSPORTATION (2000):** *Road pricing eller variable kørselsafgifter.* Technical Report, Ministry of Traffic.
- DUEKER, R. L. (1995):** *Assessing the Adequacy of Commercial Motor Vehicle Driver Training: Final Report.* Volume III: Findings, Conclusions, and Recommendations. U.S.DOT/ Federal Highway Administration, Office of Motor Carriers. Washington, D.C.
- ECO-DRIVING EUROPE (2002):** BEET—*Benchmarking Energy Efficiency in Transport.* Rijswijk.
- ECO-DRIVING EUROPE (2004):** *Perspectives and challenges for ECO-DRIVING.* The Hague.
- ENERGY EFFICIENCY AND CONSERVATION AUTHORITY (2001):** *EconoDrive. How to get more efficiency—and savings—from your vehicle or fleet.* Wellington.

- ENERGY RESEARCH CENTER OF THE NETHERLANDS** (2003): *International CO₂ Benchmark for the Road Transport Sector*. The Hague.
- EVOBUS GMBH** (2002): *Wirtschaftliches Fahren*. Mannheim.
- FEDERAL MOTOR CARRIER SAFETY ADMINISTRATION** (2004): *Minimum Training Requirements for Entry-Level Commercial Motor Vehicles: Final Rule*. Federal Register, Friday, May 21.
- FORD-WERKE** (2003): *Ford Eco-Driving. Schneller schalten, weiter kommen*. Cologne.
- GOVAERTS, L. & VERLAAK, J.** (2003): *ECO-DRIVING in a company fleet*. Final Report Belgian Pilot. Mol.
- GTZ** (1998): *Manual de Conducción Racional*. Buenos Aires.
- GTZ** (1998); Informe Final, *Cursos de Conducción Racional para Choferes del Transporte Público Urbano de Personas*. Proyecto Mejoramiento de la Gestión Ambiental en el Sector Transporte. Buenos Aires.
- GTZ** (2002): Manual del Curso: *El Estilo de la Conducción Eficiente*. Santiago de Chile.
- GTZ** (2003): Proyecto Piloto Experiencia de Capacitación en Conducción Eficiente para Empresa de Transporte Urbano de pasajeros en la Región Metropolitana. *Resultados del Curso Piloto de Conducción Eficiente*. Valparaíso.
- HARMSSEN, R. et al.** (2003) : *International CO₂ Policy Benchmark for the Road Transport Sector*. Result of a pilot study.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA IDAE** (2002): *Manual de Conducción Eficiente para Conductores del Parque Móvil del Estado*. Madrid.
- INTERNATIONAL ROAD TRANSPORT UNION** (1986): *Professional Driver Training*. Handbook for Instructors Freight Vehicles. Geneva.
- MERCEDES BENZ** (1999): *Driving economically with Mercedes-Benz*. Stuttgart.
- QUALITY ALLIANCE ECO-DRIVE**, Zürich.
- SMITH, P.** (1996): *Transportation Safety and Driver Training*. Driver Education, Vol. 6(1), pp. 8–9.
- STICHTING VAKOPLEIDING TRANSPORT EN LOGISTIEK VTL** (2002): *Het Nieuwe Rijden, A new approach to coach driving*. Course reference guide.
- SWISSCONTACT**: *Dasar-Dasar Teknik Mengemudi Kendaraan Niaga*. Jakarta.
- SWISSENERGY** (2000): *Eco-Drive[®] Under Test Evaluation of Eco-Drive[®] Courses*.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD TRB** (2004): Commercial Truck and Bus Safety Program. Synthesis 5: *Training of Commercial Motor Vehicle Drivers*. Washington D.C.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD TRB** (2004): *Commercial Truck and Bus Safety Program*. Research Results Digest 3, A Status Report. Washington D.C.
- UMWELTBUNDESAMT** (2002): *Klimagas-Minderung durch umweltorientiertes Pkw-Flottenmanagement*. Expertenworkshop im März 2001. Berlin.
- VÄGVERKET** (2003): *Drivkraft – kosten att behålla ett sparsamt körsätt*. Borlänge
- WEILENMANN, MARTIN** (2002): *Emissionen und Verbrauch bei Eco Drive*. Untersuchungsbericht Nr. 201209e. Dübendorf.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION** (2002): *Transport, environment and health*. WHO Regional Publications, European Series, No. 89. Copenhagen.

Paginas WEB

<http://www.vtt.fi/rte/projects/escape/>
<http://www.vv.se>
<http://www.cleanairwisconsin.org/ecodriving.php>
<http://www.ecodrive.at/>
<http://www.eco-drive.ch/>
<http://www.ecodrive.org/>
<http://www.ecodriving.com/>
<http://www.eco-driving.de>
<http://www.ecodriving.se/>
<http://www.eeca.govt.nz>
<http://www.eva.ac.at/service/ecodrive.htm>
<http://www.evobus.com/>
<http://www.fahrsparttraining.de>
<http://www.ford-eco-driving.de/>
[http://www.greener-driving.net/ \(UNEP\)](http://www.greener-driving.net/)
<http://www.hetnieuwerijden.nl>
<http://www.idae.es>
<http://www.mercedes-benz.de/>
<http://www.miljo.skane.se/eng/e/pe3.htm>
http://www.mnold.man-nutzfahrzeuge.de/index/MAN-Nutzfahrzeuge/vertrieb/training_wirtschaft.htm
<http://www.moderndrive.de/>
<http://www.neues-fahren.de>
<http://www.ptsi.org/about.html>
http://www.scania.de/Scania_services/Drivers_info/scanDrive/
<http://www.spritsparkurs.de/>
<http://www.spritsparstunde.de/>
<http://www.vtl.nl>



Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
P. O. Box 5180
65726 ESCHBORN / GERMANY
Phone +49-6196-79-1357
Telefax +49-6196-79-7194
Internet <http://www.gtz.de>

