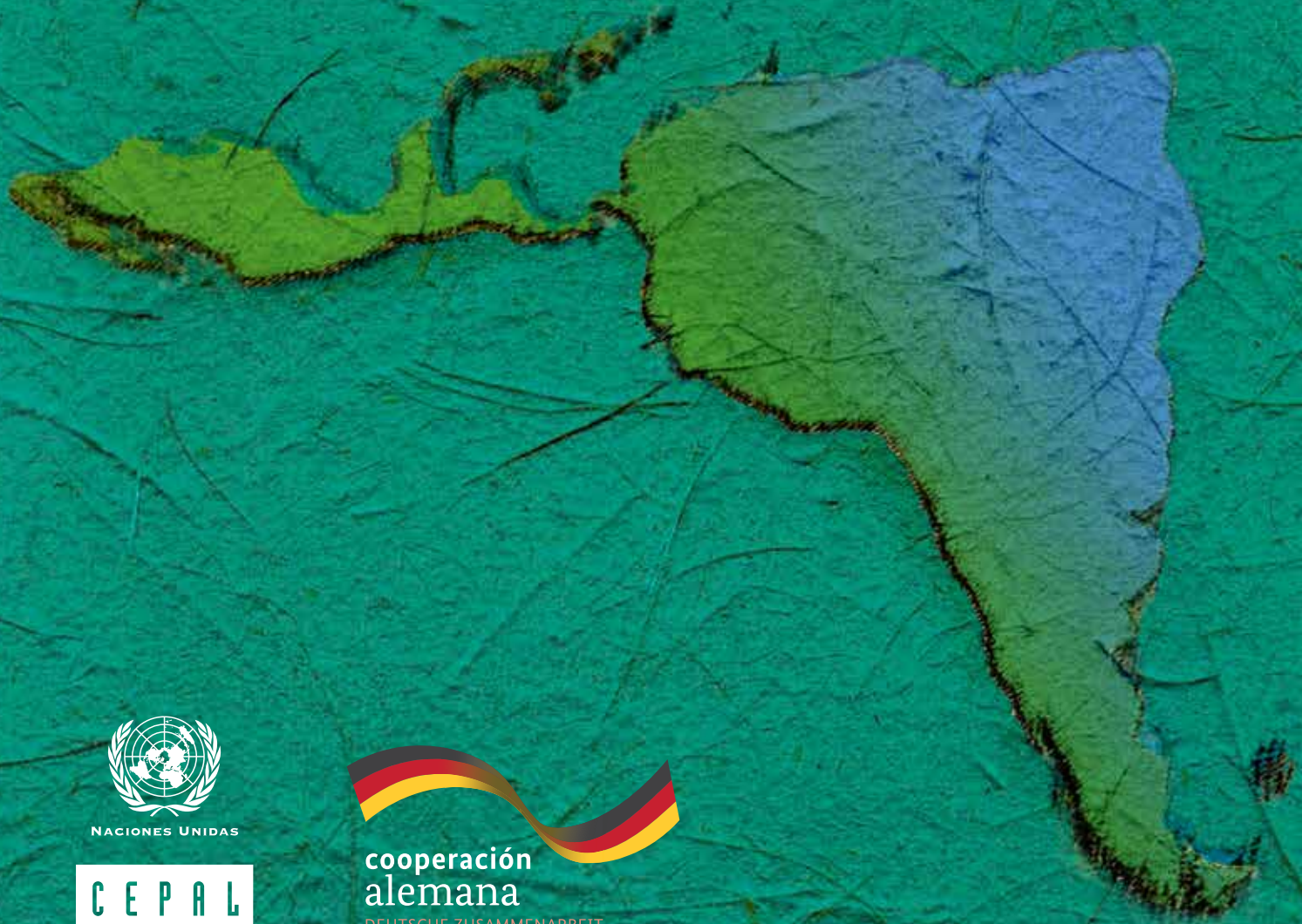
EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MOVILIDAD EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Una hoja de ruta para la sostenibilidad

Fabian Maximilian Kreuzer
Gordon Wilmsmeier



Naciones Unidas
CEPAL

cooperación alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Documento de Proyecto

Eficiencia energética y movilidad en América Latina y el Caribe

Una hoja de ruta para la sostenibilidad

Fabian Maximilian Kreuzer
Gordon Wilmsmeier

NACIONES UNIDAS

CEPAL

cooperación alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

Este documento ha sido preparado bajo la coordinación técnica de Fabian M. Kreuzer y Gordon Wilmsmeier, funcionarios de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); su elaboración ha sido posible gracias a la contribución financiera del Gobierno de Alemania, en el marco del proyecto de cooperación con la CEPAL en materia energética GER/12/004.
La supervisión de las actividades relacionadas con este documento estuvo a cargo de Manlio Coviello, Jefe de la Unidad de Energía de la División de Recursos Naturales e Infrastructura de la CEPAL y coordinador del mencionado proyecto.
El presente documento contó con las contribuciones sustantivas de Ann-Kathrin Zotz, de la CEPAL (Capítulo 11), Daniel Carvalho Mejía (Capítulos 8 y 10), Dirk Peters von Rosenstiel (Capítulos 3 y 4), Edder Alexander Velandia Durán (Capítulos 8 y 10), Erik Fridell, del Instituto Sueco de Investigación Medioambiental (Capítulo 5), Felipe Targa (Capítulos 8 y 10), Hulda Winnes, del Instituto Sueco de Investigación Medioambiental (Capítulo 5), Juan Pablo Ospina Zapata (Capítulos 8 y 10), Lara Moura (Capítulos 7 y 10), Lauren Guidry, de la CEPAL (Capítulo 9), Linda Styhre, del Instituto Sueco de Investigación Medioambiental (Capítulo 5), Luiz A Horta Nogueira, del Centro de Excelência em Eficiência Energética/UNIFEI del Brasil (Capítulo 6), Nilton Carvalho, del Centro de Excelência em Eficiência Energética/UNIFEI del Brasil (Capítulo 6), Riccardo Enei, del Institute of Studies for the Integration of Systems (Capítulo 2).
Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la organización.

LC/W.602
Copyright © Naciones Unidas, junio de 2014. Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

Índice

Prólogo 19

Resumen 21
A. La eficiencia energética y la movilidad 21
B. La perspectiva de la movilidad —el enfoque Evitar, Cambiar y Mejorar 25
C. La eficiencia energética y patrones de movilidad en América Latina y el Caribe 33
D Conclusiones y recomendaciones: hacia una agenda conjunta de eficiencia energética y movilidad en América Latina y el Caribe 38

I. Fundamentos de la eficiencia energética y movilidad 41
A. Introducción 41
B. Contexto 42
C. Objetivo 45
D. Conceptos claves 45
E. Eficiencia energética y movilidad 47
F. Regulación, incentivos y políticas de coordinación 49
G. La convocatoria de políticas sustentables e integradas de movilidad 52
H. Estructura del documento 53

II. Perspectiva energética —situación actual y retos globales 55
A. Introducción 55
B. Tendencias del consumo de energía en el transporte 55
1. Transporte de pasajeros 59
2. Transporte de carga 59
3. Tecnología de los vehículos y venta 61
C. Tendencias futuras y escenarios de eficiencia energética en el transporte 62
1 Ahorro de combustible 65
2. Conclusiones 66
D. Políticas de eficiencia energética en el transporte 67
1. Introducción 67
2. Visión de políticas y medidas para la mejora de eficiencia energética en el transporte 67

3. Patrones emergentes en políticas de eficiencia energética 76
4. Caso: subsidio de combustible 78
E. Requerimientos para una regulación eficiente: panorama del marco regulatorio de energía en el sistema de transporte 80
F. El qué de la integración regional 87
G. Conclusiones y recomendaciones 89

III. La perspectiva de la movilidad enfoque A-S-I: *Avoid, Shift and Improve* 93
A. Introducción 93
B. Evitar viajes motorizados y reducir las distancias 96
1. "Incremento de eficiencia en el transporte y distribución de mercancías a través de sistemas urbanos e interurbanos de logística inteligentes" (Objetivo 1) 96
2. "Integrando conceptos del uso del suelo y accesibilidad, y usar herramientas para la planificación estratégica para el desarrollo urbano y regional" (Objetivo 2) 98
3. "Incremento de la interacción virtual entre las personas usando la información y la tecnología de comunicaciones" (Objetivo 3) 100
C. SHIFT en el transporte de mercancías y personas a un modo más eficiente 102
1. "Promover un mayor uso de modos de transporte marítimo, de ríos, y por trenes (…), a través de inversión estratégicas (…) como también promover un manejo logístico inter-modal" (Objetivo 4) y "Promover el uso de medios de transporte interurbano de pasajeros más sustentables (…) ofreciendo alternativas al uso del coche y del transporte aéreo" (Objetivo 6) 102
2. "Promover y preservar el uso y seguridad del transporte peatonal y en bicicleta, como parte integrante de un sistema de transporte eficiente" (Objetivo 5) 106
3. "Promover medidas para desalentar el aumento de la cuota de vehículos particulares (…), a través de Gestión de la Demanda de Transporte" y "Promover cambios de comportamiento (…) a través de la información y la educación de la población" (Objetivos 8 y 9) 108
4. Efectividad de la herramienta SHIFT 109
D. IMPROVE de la tecnología y del manejo del servicio de transporte 109
1. Promover un mayor uso de vehículos y combustibles limpios, y medidas para una mayor eficiencia energética y de control de emisiones en todo tipo de transporte" (Objetivo 10) 110
2. "Trabajar para establecer o mejorar los regímenes de inspección técnica de vehículos, y para la implementación progresiva de normas de seguridad y de reducción de las emisiones a la atmosfera" (Objetivo 12) 114
3. "Promover la adopción de un Sistemas Inteligentes de Transporte como pago electrónico de peaje, centros de control de transporte e información usuario en tiempo real…" (Objetivo 13) 114
4. Efectividad de medidas IMPROVE 116
E. Análisis costo-beneficio de estrategias ASI 116
F. Resumen y recomendaciones 118

IV. Entendiendo los mecanismos del mercado para el desarrollo de mercados para la eficiencia energética en el transporte 121
A. Introducción 121
B. Conceptos claves para la introducción de nuevos productos y servicios en el mercado 122
C. Comparación del desarrollo de mercado de tecnologías limpias en economías seleccionadas usando como ejemplo los vehículos a gas natural (NGVs) 125
D. Factores que afectan la disposición de los consumidores en su demanda 127
1. Necesidades y preferencias 127

2. Desarrollo del ingreso ... 127
3. Precio de sustitutos y complementos ... 128
4. Desarrollo de precio esperado ... 128
E. Factores que afectan la disposición de los productores a crear oferta ... 129
1. Costo de los inputs ... 130
2. Productividad ... 130
3. Competencia ... 130
F. Elasticidad en la demanda y suministro ... 130
G. Fallo del Mercado ... 131
1. Fallo del Mercado Nº 1: problema del agente-principal ... 132
2. Fallo del Mercado Nº 2: fallo en la coordinación del mercado complementario ... 133
3. Fallo del Mercado Nº 3: falla de competencia ... 134
4. Fallo del Mercado Nº 4: información imperfecta ... 134
5. Fallo del Mercado Nº 5: racionalidad limitada ... 135
6. Fallo del Mercado Nº 6: externalidades negativas y desabastecimiento de bienes públicos ... 135
H. Resumen y recomendaciones ... 135

V. El motor del comercio mundial —eficiencia energética en el transporte marítimo ... 137
A. Introducción ... 137
B. Proyecto de buques para la eficiencia energética ... 139
1. Combustibles alternativos ... 140
2. Medidas operacionales ... 141
C. Efectos y barreras ... 142
1. Energía eléctrica desde la instalación portuaria *(shore side electricity)* ... 143
2. Comparación modal ... 143
D. Regulaciones e incentivos ... 146
E. Conclusiones ... 148

VI. Una perspectiva regional ... 149
A. Consumo e intensidad energética ... 149
1. Consumo energético para el transporte en América Latina ... 151
2. Intensidad energética del sector transporte en América Latina ... 155
3. Una evaluación de las perspectivas del uso de energía en el sector de transporte en el contexto latinoamericano ... 157
B. Programas e iniciativas en América Latina para la promoción de la eficiencia energética en movilidad ... 158
1. Programas de inspección y entrenamiento de conductores ... 159
2. Resumen de los programas de promoción de eficiencia en el transporte ... 169
C. Perspectivas y condicionantes de los programas para la promoción de la eficiencia energética en movilidad en América Latina ... 170
D. Potencial de impacto energético del incremento de la eficiencia energética en la movilidad ... 172

VII. Eficiencia energética en opciones de movilidad internacionales entre Buenos Aires, Argentina y Montevideo, Uruguay ... 175
A. Introducción ... 175
B. Contexto socioeconómico e información general de movilidad ... 175
C. Opciones de movilidad y análisis comparativo ... 180
1. Transporte terrestre ... 182
2. Transporte ferroviario ... 185
3. Transporte marítimo ... 185
4. Transporte aéreo ... 187
5. Transporte combinado ... 188
6. Comparación de consumo de energía y eficiencia en las opciones de movilidad ... 191
D. ¿Qué soluciones hay disponibles para mejorar la eficiencia energética? ... 192

1. Marco regulatorio ... 192
2. Soluciones técnicas ... 197
3. Información pública ... 197
4. Incentivos financieros y no financieros ... 198
5. Medidas de eficiencia energética: identificando los criterios del éxito ... 198
E. Conclusiones ... 200

VIII. Movilidad metropolitana y eficiencia energética —Medellín ... 203
A. Contexto territorial y urbano ... 203
1. Una geografía determinante ... 203
2. Una expansión urbana problemática ... 204
3. El reino del automóvil y la decadencia y renacimiento del transporte público ... 204
4. Un contexto institucional complejo ... 205
5. Contexto energético del Valle de Aburrá ... 206
B. Evaluación y comparación de las diferentes opciones de movilidad de pasajeros y carga ... 210
1. Estado actual de las diferentes opciones de la movilidad de pasajeros ... 210
2. Estado actual del transporte de carga ... 220
C. Soluciones existentes y proyectadas que contribuyan al mejoramiento de la eficiencia energética ... 222
1. En términos de gestión y regulación ... 223
2. Soluciones técnicas ... 227
3. Soluciones relativas al transporte de carga ... 232
4. Información al público ... 233
5. Incentivos financieros y no financieros ... 233
D. Identificación de las claves de éxito de las medidas de eficiencia energética ... 234
1. Lo monetario —costo de la solución ... 234
2. Factibilidad ... 235
3. Impactos en los usuarios directos ... 242
4. Impactos en los usuarios indirectos ... 246
E. Análisis de las lecciones aprendidas en el caso de Medellín en función de los factores que afectan la eficiencia energética ... 247

IX. Movilidad y eficiencia energética en economías de pequeñas islas —Jamaica y Trinidad y Tabago ... 249
A. Introducción de patrones de movilidad de personas y mercancías en el Caribe (CARICOM) ... 249
B. Jamaica ... 250
1. Análisis comparativo y opciones de movilidad ... 252
2. Recomendación de soluciones para mejorar la eficiencia energética ... 258
3. Medidas de eficiencia energética: identificando criterios de éxito ... 260
4. Lecciones aprendidas: Jamaica ... 261
C. Trinidad y Tabago ... 261
1. Opciones de movilidad y análisis comparativo ... 262
2. Soluciones recomendadas para mejorar la eficiencia energética ... 265
3. Medidas de eficiencia energética: identificando criterios de éxito ... 268
4. Lecciones aprendidas: Trinidad y Tabago ... 268

X. Soluciones de política existentes y retos futuros para aumentar la eficiencia energética en movilidad de bienes en América Latina ... 269
A. Visión general de la situación actual ... 269
B. Marco regulatorio y sus impactos en la eficiencia energética ... 273
C. Futuros desafíos hacia la eficiencia energética ... 274
D. Visión y estrategia para América Latina en el transporte urbano ... 276

XI. Conclusiones recomendaciones y perspectivas 285
A. El reto de desacoplar la movilidad y el consumo de energía 285
1. Desacoplando movilidad y energía 285
2. Tendencias actuales 286
3. Desafíos por venir 287
B. Hacia una agenda en conjunto de eficiencia energética y movilidad 288

Bibliografía 291

Cuadros

Cuadro 1 Normas para el desarrollo sustentable 49
Cuadro 2 Tasa de crecimiento del uso de energía en el transporte, 1990-2006 57
Cuadro 3 Uso de energía por tipo de camiones y transporte de carga ferroviaria 61
Cuadro 4 División a largo plazo del transporte de pasajeros, 2000-2050 63
Cuadro 5 División a largo plazo del modo de transporte de carga —transporte de tierra, 2000-2050 64
Cuadro 6 Uso de la energía en el transporte por regiones (en cuatrillones Btu), 2008-2035 65
Cuadro 7 Situación global del nivel de ahorro de combustible 66
Cuadro 8 Países de ANSEA: políticas para mejorar la eficiencia energética en el transporte 68
Cuadro 9 Políticas en curso de eficiencia energética en el transporte en Brasil 69
Cuadro 10 Situación de las políticas de eficiencia energética en el transporte en China 71
Cuadro 11 Situación de las políticas de eficiencia energética en el transporte en la India 75
Cuadro 12 Situación de las políticas de eficiencia energética en el transporte en Estados Unidos 76
Cuadro 13 Componentes del marco regulatorio de eficiencia energética en el transporte 89
Cuadro 14 Indicadores de eficiencia energética en el transporte en diferentes contextos económicos 94
Cuadro 15 Ejemplos de medidas de mejora AVOID para la eficiencia en diferentes contextos, tanto en transporte de carga como de pasajeros 101
Cuadro 16 Medidas SHIFT en el transporte urbano 104
Cuadro 17 Ejemplos de mejoras SHIFT de las medidas de eficiencia en diferentes contextos 109
Cuadro 18 Medidas IMPROVE en el transporte urbano 110
Cuadro 19 Medidas para mejorar la eficiencia energética y emisiones de GEI en vehículos motorizados 110
Cuadro 20 Ejemplos de Tecnología de la Información y de la Comunicación (TIC) basados en medidas de eficiencia energética en el transporte 115
Cuadro 21 Ejemplos de mejoras en eficiencia por las medidas IMPROVE 116
Cuadro 22 Análisis costo/beneficio para medidas seleccionadas de transporte no motorizado 117
Cuadro 23 Tasa de crecimiento (promedio anual) de la demanda energética en transporte entre 1990 y 2010 154
Cuadro 24 Medidas adoptadas e impactos energéticos esperados en el Programa Transporte Limpio 161
Cuadro 25 Programas de valorización de la eficiencia vehicular en América Latina 167
Cuadro 26 Alícuotas del Imposto de Produtos Industrializados (IPI) aplicadas sobre vehículos automotores en Brasil 168
Cuadro 27 Síntesis de los programas estudiados para promoción de la eficiencia en el transporte en América Latina 169
Cuadro 28 Características socioeconómicas, 2007 176
Cuadro 29 Carriles prioritarios, 2007 176

Cuadro 30 Transporte público ofrecido, 2007 176
Cuadro 31 Promedio de edad del transporte público, 2007 177
Cuadro 32 Tasa de motorización de transporte privado, 2007 177
Cuadro 33 Distancia entre Buenos Aires y Montevideo, usando diferentes modos de transporte 181
Cuadro 34 Distancias a los pasos limítrofes entre Buenos Aires y Montevideo 182
Cuadro 35 Consumo de energía entre Buenos Aires y Montevideo 182
Cuadro 36 Indicadores de eficiencia energética 183
Cuadro 37 Indiciadores de eficiencia de GEI 183
Cuadro 38 Compañías de transporte público 184
Cuadro 39 Indicadores de eficiencia 184
Cuadro 40 Movimientos de camiones entre Argentina y Uruguay 185
Cuadro 41 Eficiencia energética e intensidad de GEI 185
Cuadro 42 Movimiento de pasajeros entre Buenos Aires y Montevideo 186
Cuadro 43 Información operacional para Juan Patricio 186
Cuadro 44 Eficiencia energética e intensidad de GEI 186
Cuadro 45 Eficiencia energética e intensidad GEI 187
Cuadro 46 Aerolíneas 187
Cuadro 47 Pasajeros transportados entre Buenos Aires y Montevideo 187
Cuadro 48 Eficiencia energética e intensidad de GEI en el transporte aéreo 188
Cuadro 49 Toneladas de carga importadas y exportadas entre Argentina y Uruguay 188
Cuadro 50 Movimiento de pasajeros entre Buenos Aires y Colonia 189
Cuadro 51 Movimiento de vehículos entre Buenos Aires y Colonia 189
Cuadro 52 Compañías de ferris operando entre Buenos Aires y Colonia 189
Cuadro 53 Eficiencia energética e intensidad GEI en el transporte marítimo 190
Cuadro 54 Información operacional y eficiencia energética e intensidad GEI para el transporte en bus 190
Cuadro 55 Movimiento de camiones entre Buenos Aires y Juan Lacaze 190
Cuadro 56 Eficiencia energética e intensidad GEI en el transporte de carga 191
Cuadro 57 Indicadores de eficiencia energética e intensidad GEI entre Argentina y Uruguay 192
Cuadro 58 Estándar de calidad y emisiones de vehículos, diciembre 2012 195
Cuadro 59 Motocicletas en las principales áreas metropolitanas de Colombia 213
Cuadro 60 Kilómetros de infraestructura por modo 220
Cuadro 61 Rendimientos energéticos en buses articulados según tecnología 228
Cuadro 62 Consumo de combustible y emisiones de CO_2 según tecnología 228
Cuadro 63 Aforo de rutas integradas en 2012 229
Cuadro 64 Capacidad y eficiencia energética por modo de transporte 229
Cuadro 65 Aporte financiero para la construcción de infraestructura de transporte masivo 234
Cuadro 66 Capacidad de pasajeros transportados y costos de construcción por modo de transporte 235
Cuadro 67 Transferencias de EPM al municipio de Medellín, 2008-2011 237
Cuadro 68 Características socioeconómicas, 2011 251
Cuadro 69 Consumo nacional de petróleo en Jamaica por actividad 251
Cuadro 70 Movimiento total de pasajeros en los aeropuertos Sangster y Norman 253
Cuadro 71 Movimiento total de aeronaves en los aeropuertos Sangster y Norman 253
Cuadro 72 Eficiencia energética e intensidad de GEI por avión en Jamaica 253
Cuadro 73 Flota motorizada de Jamaica 255
Cuadro 74 Resumen de los kilómetros viajado de los automóviles VKMT, valores estimados con encuestas 255
Cuadro 75 Servicios de taxi desde Kingston a Montego Bay 256
Cuadro 76 Flota de Taxis 256
Cuadro 77 Flota de buses 256
Cuadro 78 Indicadores de eficiencia energética e intensidad de emisiones GEI en Jamaica 258

Cuadro 79 Demanda energética de Jamaica ... 260
Cuadro 80 Características de Trinidad y Tabago, 2011 ... 261
Cuadro 81 Movimiento total de pasajeros en aeropuertos de Piarco y Robinson ... 263
Cuadro 82 Eficiencia energética e intensidad de GEI de los aviones en Trinidad y Tabago ... 263
Cuadro 83 Eficiencia energética e intensidad de GEI en los buques ... 264
Cuadro 84 Eficiencia energética del sector transporte para Trinidad y Tabago ... 266
Cuadro 85 Consumo de combustible por tipo de transporte en Trinidad y Tabago ... 266
Cuadro 86 Distribución modal en ciudades de América Latina ... 279
Cuadro 87 Enfoque convencional de la planificación del transporte versus el enfoque de la movilidad sostenible ... 287

Gráficos

Gráfico 1 Difusión de la innovación durante el ciclo de vida de un producto, indicando cinco tipos de consumidores ... 31
Gráfico 2 Evolución del consumo energético final del sector de transporte entre 1990 y 2010 ... 33
Gráfico 3 Intensidades energéticas de diferentes países en America Latina y el Caribe ... 34
Gráfico 4 Consumo de energía mundial del transporte, 1971-2009 ... 56
Gráfico 5 Participación del petróleo como fuente de energía en el transporte, 2010 ... 56
Gráfico 6 Participación de los combustibles fósiles en el consumo de energía ... 58
Gráfico 7 Emisiones de CO_2 en el transporte ... 58
Gráfico 8 Tendencia en el transporte de mercancía ... 60
Gráfico 9 Transporte ferroviario de mercancías, 2005 ... 60
Gráfico 10 Venta de vehículos de pasajeros ... 61
Gráfico 11 Tendencias en la movilidad a largo plazo, 2000-2050 ... 63
Gráfico 12 Medidas europeas en la mejora de la eficiencia del transporte, objetivos declarados, 2008-2012 ... 73
Gráfico 13 Comparación internacional de los espacios dedicados a rutas ... 99
Gráfico 14 ¿Qué tan lejos puedo llegar con un litro de combustible en el transporte urbano? (valores dados en pasajeros/kilómetros) ... 102
Gráfico 15 Eficiencia energética en diferentes modos de transporte regional e internacional —ejemplo alemán ... 103
Gráfico 16 Costo-eficiencia del programa renovación de la flota francesa, alemana y estadounidense (iniciativa de desguace) ... 112
Gráfico 17 Registro del desarrollo de vehículos limpios en la nueva flota alemana, adaptado de BMVBS, 2013 ... 122
Gráfico 18 Difusión de la innovación durante el ciclo de vida de un producto, indicando cinco tipos de consumidores ... 123
Gráfico 19 Proyección de la transición de una penetración alta en el mercado de NGV por la superación de las fallas de coordinación en el tiempo ... 126
Gráfico 20 Resultado de los cálculos de emisiones para el transporte de 1.000 toneladas de mercancía por diferentes buques y vehículos Manaus a Buenos Aires ... 145
Gráfico 21 Resultado de los cálculos de emisiones para el transporte de 1.000 toneladas de mercancía por diferentes buques y vehículos Manaus a Santos ... 145
Gráfico 22 Proporción y densidad de caminos pavimentados en algunos países y regiones ... 150
Gráfico 23 Evolución del consumo energético final de sector de transporte entre 1990 y 2010 ... 151
Gráfico 24 Consumo energético del sector transporte, países con menor consumo ... 152
Gráfico 25 Consumo energético del sector transporte, países con mayor consumo ... 153

Gráfico 26 Evolución del consumo energético del sector transporte en relación al consumo en 1990, países con menor consumo 153
Gráfico 27 Evolución del consumo energético del sector transporte en relación al consumo en 1990, países con mayor consumo 154
Gráfico 28 Intensidad energética del transporte para países seleccionados de América Latina y el Caribe 156
Gráfico 29 Intensidad energética del transporte para países seleccionados de América Latina y el Caribe, valores relativos al año 2000 156
Gráfico 30 Estructura y demanda final de energía en el sector transporte de América Latina y el Caribe en 2030 173
Gráfico 31 Modo de distribución de viajes diarios en Buenos Aires y Montevideo, 2007 177
Gráfico 32 Consumo total de energía por sector (izquierdo) y fuentes de energía (derecho) en Argentina, 2009 178
Gráfico 33 Consumo total de energía por sector (izquierdo) y fuentes de energía (derecho) en Uruguay, 2009 178
Gráfico 34 Emisiones comparativas del transporte público y privado diario, 2007 179
Gráfico 35 Demanda de energía del sector de transporte de Colombia, 2009 207
Gráfico 36 Composición del consumo energético del Valle de Aburrá en 2010 209
Gráfico 37 Comportamiento precio promedio de los combustibles en Medellín 2007-2012 209
Gráfico 38 Repartición modal del transporte de pasajeros en el Valle de Aburrá, 2005-2012 211
Gráfico 39 Crecimiento del parque automotor en el Valle de Aburrá, 1989-2011 212
Gráfico 40 Viajes por estratos socioeconómicos, todos los motivos 212
Gráfico 41 Índice de espacio público por habitante en ciudades de Colombia 216
Gráfico 42 Repartición modal en diferentes regiones del mundo 216
Gráfico 43 Tiempo medio de duración del viaje por modo principal de desplazamiento 217
Gráfico 44 Porcentaje del consumo total de energía por transporte en el Valle de Aburrá en 1996 y 2010 218
Gráfico 45 Proporción de carga movilizada 220
Gráfico 46 Vehículos convertidos a GNV en Colombia, 2000-2010 225
Gráfico 47 Relación entre el número de vehículos circulantes y el consumo de combustible 236
Gráfico 48 Porcentaje de personas que percibe que su medio de transporte es seguro 238
Gráfico 49 Porcentaje de personas satisfechas con el medio de transporte 239
Gráfico 50 Relación entre el incremento del PIB y el crecimiento del parque automotor 242
Gráfico 51 Reducción en índice de mortandad por accidentes de tránsito 245
Gráfico 52 Tiempos de respuesta a incidentes de tránsito 246
Gráfico 53 Evolución de las emisiones de material particulado fino 248
Gráfico 54 Evolución de las emisiones de dióxido de carbono 248
Gráfico 55 Consumo total de combustible de los medios de transporte en Jamaica 256
Gráfico 56 Consumo de petróleo total en el sector 257
Gráfico 57 Contribución de emisiones de CO_2 del Transporte de Jamaica 259
Gráfico 58 Contribución de emisiones de CO_2 de Trinidad y Tabago 267
Gráfico 59 Importaciones desde países de América Latina 270
Gráfico 60 Exportaciones a países latinoamericanos 271
Gráfico 61 División de los tipos de importaciones, 2010 271
Gráfico 62 División de los tipos de exportaciones, 2010 272
Gráfico 63 Participación porcentual del sector transporte en la demanda de energía primaria por país/región 276
Gráfico 64 Porcentaje de viajes diarios realizados en bicicleta en algunas ciudades 277
Gráfico 65 Indicador longitud de ciclorutas por cada millón de habitantes 278

Gráfico 66 Indicador km de cicloruta por km^2 de área urbana 279
Gráfico 67 Índice de propiedad de automóviles en ciudades latinoamericanas por 1.000 habitantes 280
Gráfico 68 Índice de propiedad de motocicletas en ciudades latinoamericanas 281
Gráfico 69 Comparativo de concentraciones de material particulado inferior a 10 µm (PM10) a condiciones de referencia, clasificación de la OMS en distintas ciudades 282

Recuadros

Recuadro 1 Ejemplos de programas para promoción de la eficiencia energética en movilidad en América Latina 36
Recuadro 2 Estudios de caso de América Latina y el Caribe: comparación de las opciones de eficiencia energética para la movilidad 37
Recuadro 3 El reto de los subsidios al combustible 39
Recuadro 4 Ejemplos de la penetración en el mercado de combustibles alternativos 62
Recuadro 5 Nuevas tecnologías vehiculares 66
Recuadro 6 Plan de integración de la Unión Europea para el transporte de mercancías 95
Recuadro 7 Eficiencia energética versus eficiencia GEI en el transporte 96
Recuadro 8 Colaboración entre competidores en el transporte 97
Recuadro 9 Evitar el transporte mediante el uso de tecnologías de información y comunicación (ICT, en inglés) en el transporte de carga en China 97
Recuadro 10 Trabajo a distancia —*E-working*— en Escocia y Estados Unidos 101
Recuadro 11 Prácticas de automóvil compartido 105
Recuadro 12 Cambio para mejorar los medios de transporte pesado en Indonesia 106
Recuadro 13 Transformando rutas en espacios para transporte no motorizado en la ciudad de Nueva York 107
Recuadro 14 Ciclismo en la agenda global de eficiencia energética en el transporte 107
Recuadro 15 Gestión de movilidad en la práctica 108
Recuadro 16 El potencial de los combustibles alternativos para el aumento de la eficacia en la reducción de emisiones de GEI y la eficiencia energética 114
Recuadro 17 Mejoras de eficiencia energética en el manejo del tráfico aéreo 115
Recuadro 18 Potencial global de la inversión de medidas en eficiencia energética en el transporte 118
Recuadro 19 Fracaso de la introducción en el mercado de automóviles limpios 122
Recuadro 20 Contratación pública vehicular como guía de innovación en Italia 123
Recuadro 21 Tecnología “lock-in” en vehículos ligeros y mercado de combustible 124
Recuadro 22 Prácticas pobres en tasación de sustitutos 128
Recuadro 23 Factores de la demanda en la compra 129
Recuadro 24 Ejemplos de normativas que se presentaron sobre los factores de abastecimiento 130
Recuadro 25 Ejemplo de fallas en el mercado vehicular 132
Recuadro 26 Ejemplos de problemas P-A en relación al mercado de la eficiencia energética en el transporte 133
Recuadro 27 GNL como combustible en buques 197

Diagramas

Diagrama 1 Visión comprehensiva de la energía y la movilidad 25
Diagrama 2 Voluntad de demanda y oferta 31
Diagrama 3 Características de las opciones de movilidad 46
Diagrama 4 Visión comprehensiva de la energía y la movilidad 49
Diagrama 5 Clasificación de instrumentos normativos 50

Diagrama 6 Rol del gobierno e involucrados privados para la introducción de vehículos con uso de combustible alternativo 50
Diagrama 7 Clasificación de políticas públicas en diferentes categorías por área de intéres 51
Diagrama 8 Etapas básicas en eficiencia energética en el transporte 77
Diagrama 9 Instrumentos principales en el campo de eficiencia energética 81
Diagrama 10 Comparación intensidad de carbono por ton/km por los diversos tipos de transporte de mercancías 105
Diagrama 11 Instrumentos de política a lo largo de la curva S 124
Diagrama 12 Diagrama del precio sobre la cantidad de transición en el mercado de NCV a un equilibrio alto por coordinación gubernamental 126
Diagrama 13 Factores que influyen en el comportamiento de un comprador de coche 129
Diagrama 14 Impacto en el cambio de la demanda Q_D de suministro Q_S con elasticidad variada (parte izquierda); impacto del cambio de suministro en la demanda con variada elasticidad 131
Diagrama 15 Cuatro casos de agente de causa principal 132
Diagrama 16 Diagrama del ciclo causal de la infraestructura en el gas natural 134
Diagrama 17 Esquema de las diferentes autoridades de transporte 206

Mapas

Mapa 1 Evolución de la ocupación urbana en el Valle de Aburrá 204
Mapa 2 Tiempo promedio de desplazamiento al trabajo para los sectores del área urbana del Valle de Aburrá 217
Mapa 3 Esquema de transporte de carga en el Valle de Aburrá 221
Mapa 4 Expansión urbana y suburbana versus la cobertura del sistema integrado de transporte 224
Mapa 5 Aeropuertos en Jamaica 252
Mapa 6 Mapa de la autopista de Jamaica Highway 2000 254
Mapa 7 Aeropuertos en Trinidad y Tabago 262
Mapa 8 Puertos de Trinidad y Tabago 264

Imágenes

Imagen 1 Distribución de la superficie de carreteras de intensidad energética y eficiencia energética del transporte 99
Imagen 2 La cantidad de espacio para transportar el mismo número de pasajeros: automóvil, bicicletas y bus 100
Imagen 3 Sensibilización para la igualdad al acceso a la infraestructura de transporte 108
Imagen 4 Etiqueta de eficiencia energética vehicular adoptada en Brasil 164
Imagen 5 Estampilla de endoso Selo CONPET, aplicado en los mejores vehículos de cada categoría en Brasil 165
Imagen 6 Etiqueta de eficiencia energética vehicular adoptada en Chile 166

Abreviaturas

2DS	Two-Degrees Scenario (Escenario de dos grados)
4DS	Four-Degrees Scenario (Escenario de cuatro grados)
ABEIVA	Associação Brasileira de Empresas Importadoras de Veículos Automotivos
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AFE	Administración de Ferrocarriles del Estado
AFV	Alternatively Fuelled Vehicle (Vehículo Alternativamente Impulsados)
ALTA	Latin American and Caribbean Air Transport Association (Asociación de Transporte Aéreo de Latinoamericana y del Caribe)
AMVA	Área Metropolitana del Valle de Aburrá
ANFAVEA	Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation Organization (Organización de Cooperación Económica Asia-Pacífico)
APG	ASEAN Power Grid
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations (Asociación de Naciones del Sudeste Asiático)
ASI	Avoid – Shift – Improve (Evitar - Cambiar – Mejorar)
BA	Buenos Aires
BID	Banco Intermaericano de Desarrollo
BIEE	Base de Datos de Indicadores de Eficiencia Energetica

BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BRT	Bus Rapid Transport
CAF	Banco de Desarrollo de América Latina
CAFE	Corporate Average Fuel Economy (Economía de combustible promedio corporativo)
CAGR	Compound Annual Growth Rate (Tasa compuesta de crecimiento anual)
CARICOM	Caribbean Community (Comunidad del Caribe)
CARIFTA	Caribbean Free Trade Association (Asociación Caribeña de Libre Comercio)
CDM	Clean Development Mechanism (Mecanismo de Desarrollo Limpio)
CENPES	Centro de Pesquisas Petrobras
CEPAL	Comisión Económica Para América Latina y el Caribe
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CLIL	Centro Latinoamericano de Innovación en Logística
CLRTAP	Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza)
GNC/CNG	Gas Natural Compremido / Compressed Natural Gas
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CO_2	Carbon Dioxide (Dióxido de carbono)
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
COP	Colombian Peso/Peso colombiano
CSEP	China Sustainable Energy Programme (Programa de Energía Sostenible de China)
dwt	dead weight ton (toneladas de peso muerto)
e.g.	exempli gratia, for example (por ejemplo)
EC	European Commission (Comisión Europea)
ECA	Emission Control Area (Área de control de emisiones)
EEDI	Energy Efficiency Design Index (Índice del diseño de la Eficiencia Energética)
EIA	Energy Information Administration (US) (Administración de Información de Energía)
EJ	Exajoule
EMEP/EEA	European Monitoring and Evaluation Programme/European Environment Agency)
EPA	Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental)
EPE	Empresa de Pesquisa Energética

EPM	Empresas Públicas de Medellín
EPOMM	European Platform on Mobility Management (Plataforma Europea para la Gestión de la Movilidad)
ESCAP	Economic Commission for Asia and the Pacific (Comisión Económica para Asia y el Pacífico)
EU	European Union (Unión Europea)
EXCEN	Centro de Excelência em Eficiência Energética
FC	Fuel Consumption (consumo de combustible)
FFV	Flex-Fuel Vehicles (Vehículos de combustible flexible)
FTP	Federal Test Procedure (Federal Test Procedure)
PIB	Producto Interno Bruto
GFEI	Global Fuel Economy Initiative (Iniciativa Global de Economía de Combustible)
GHG	Greenhouse Gas Emissions (Emisiones de Gases de Efecto Invernadero)
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (German Development Cooperation) (Agencia de cooperación alemana)
GJ	Gigajoule (gigajulio)
GLP/LPG	Gas Liquado de Petroleo / Liquified Petroleom Gas
GNV	Gas Natural Vehicular
HDV	Heavy Duty Vehicle (Vehículo de servicio pesado)
HEV	Bus Híbrido Diésel
HFO	Heavy Fuel Oil (Aceite combustible pesado)
HSR	High-Speed-Rail (Ferroviarias de alta velocidad)
i.e.	id est, that is (como es)
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICAO	International Civil Aviation Organization (Organización de Aviación Civil Internacional)
ICCT	International Council on Clean Transportation (Consejo Internacional sobre Transporte Limpio)
ICT	Information and Communication Technology (Tecnología de la Información y Comunicación)
IEA	International Energy Agency
ILS	Intelligent Logistics Systems (Sistemas Logísticos Inteligentes)
IMF	International Monetary Fund (Fondo monetario internacional)
IMO	International Maritime Organization (Organización Marítima Internacional)
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

INN	Instituto Nacional de Normalización
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)
IPEEC	International Partnership for Energy Efficiency Cooperation (Asociación Internacional de Cooperación para la Eficiencia Energética)
IPI	Imposto de Produtos Industrializados
IRENA	International Renewable Energy Agency (Agencia Internacional de Energías Renovables)
ISIS	Institute of Studies for the Integration of Systems (Instituto de Estudios para la Integración de Sistemas)
IT	Information Technology (Tecnología de la Información)
ITDP	Institute for Transportation and Development Policy (Instituto de Transporte y Desarrollo de Políticas)
ITF	International Transport Forum (Foro Internacional del Transporte)
ITS	Intelligent Transport Systems (Sistemas de transporte inteligentes)
IVL	Swedish Environmental institute (Instituto de Medio Ambiente de Suecia)
JIT	Just-In-Time (Justo a tiempo)
Kep/koe	kilogramos de equivalente de petróleo / kilogrammes of oil equivalent
km	kilometers (kilómetros)
LAC	Latin America and the Caribbean (América Latina y el Caribe)
LANIC	Latin American Network Information Center (Centro de Información Latinoamericano)
LCA	Life Cycle Assessment (Valoración del Ciclo de Vida)
LNG	Liquified Natural Gas (Gas Natural Licuado)
MACC	Marginal Abatement Cost Curves (curvas de costos marginales de reducción)
MBOE	Million Barrel of Oil Equivalent (Millones de barriles equivalentes de petróleo)
MCTI	Ministerio del Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MDRI	Ministerio de la Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI
MJ	Megajoule (megajulio)
MM	Mobility Management (Gestión de la Movilidad)
MME	Ministério de Minas e Energia
MPCD	Miles de Pies Cúbicos Diarios
MVD	Montevideo
MW	Megawatt

NAFTA	North American Freetrade Association (Asociación Norteamericana de Libre comercio)
NCCP	National Climate Change Plan (Plan Nacional de Cambio Climático)
NEEAPS	National Energy Efficiency Action Plans (Planes de Acción para la Eficiencia Energética Nacional)
NGV	Natural Gas Vehicle (Gas Natural Vehicular)
NMT	Non-Motorized Transport (transporte no motorizado)
NO_x	Nitrogen Oxide (óxido de nitrógeno)
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development (Organización para la Cooperación y el Desarrollo)
OEM	Original Equipment Manufacturers (Fabricantes de equipos originales)
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OMS	Organización Mundial de Salud
OMU	Observatorio de Movilidad Urbana para America Latina
ONDAT	Observatorio Nacional de Datos de Transporte
ONG	Organización No Gubernamental
PDR	People's Democratic Republic (República Democrática Popular)
pkm	person-kilometers (persona-kilómetro)
PM	Particulate Matter (partículas)
POT	Planes de Ordenamiento Territorial
ppm	parts per million (partes por millón)
PRONASE	National Program for Sustainable Energy (Programa Nacional para la Energía Sostenible)
PROURE	Programa de Uso Racional y Eficiente de la energía y uso de fuentes de Energía no convencionales
RVSM	Reduced Vertical Separation Minimum (Separación Vertical Mínima Reducida)
SAME	Simulación y Análisis de la Matriz
SCR	selective catalytic reduction (reducción catalítica selectiva)
SE4ALL	Sustainable Energy For All (Energía Sostenible para Todos)
SEEMP	Ship Energy Efficiency Management Plan (Plan de gestión de la eficiencia energética del transporte marítimo)
SEMARNAT	Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México
SENAT	Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte
SEST	Servicioo Social de Transporte
SIDS	Small Island Developing States (Pequeños Estados Insulares en Desarrollo)

SIEE	Sistema de Informaciones Económicas y Energéticas
SIN	Sistema de Interconexión Nacional
SIT/ITS	Sistema Inteligente de Transporte / Intelligent Transport System
SITVA	Sistema de Transporte Integrado del Valle de Aburrá
SMM	Secretaría de Movilidad de Medellín
SO_2	Sulphur Dioxide (Dióxido de azufre)
TAGP	ASEAN Gas Pipeline (TAGP)
Tcal	Teracalorías
TERI	The Energy and Resources Institute (Instituto de Energía y Recursos)
TOD	Transit-Oriented Development (Desarrollo Orientado al Tránsito)
toe	tones of oil equivalent (toneladas de petróleo equivalente)
TPES	Total Primary Energy Supply (Abastecimiento total de Energía Primaria)
TSO	Transmission System Operators (Operadores del Sistema de Transmisión)
TTW	Tank-To-Wheel (Tanque Para Rueda)
UK	United Kingdom (Reino Unido)
UN	United Nations (Naciones Unidas)
UNASUR	Unión de Naciones Suramericanas
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo)
UNEP	United Nations Environment Programme (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente)
UPME	Unidad de Planeación Minero y Energético
URNE	Unidad de Recursos Naturales e Energía
US$/USD	United States Dollar (Dólar estaunidense)
US/USA	United States of America (Estados Unidos de Norteamérica)
USI	Unidad de Servicios de Infraestructura
VAT	Value Added Tax (Impuesto sobre valor agregado)
UCTE	Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity (Unión para la Coordinación del Transporte de Electricidad)
vkmt	Vehicle Kilometers Travelled (Vehículos-kilómetro viajado)
VTMIS	Vessel Traffic Monitoring and Information System (Monitoreo del Tráfico y Sistema de Información del buque)
WEC	World Energy Council (Consejo Mundial de la Energía)
WEF	World Economic Forum (Foro Económico Mundial)
WTT	Well-To-Tank
WTW	Well-To-Wheel

Prólogo

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

Por otro lado, la Agencia Internacional de Energía estima que existe un potencial de mejora técnica rentable en la economía de combustible en los nuevos vehículos, y que esta mejora puede alcanzar el 50% en 2030. Esto daría lugar a una reducción de cerca de 500,000 toneladas equivalentes de petróleo en el uso de combustible y casi 1 Giga Tonelada de reducción anual de emisiones de CO_2.

El logro de este objetivo será un reto enorme (aunque posible), y requiere —en todo el planeta— de fuertes políticas que maximicen la absorción de tecnología y minimicen las pérdidas en la economía de combustible debido al aumento de tamaño del vehículo, su peso y su potencia. Las políticas que ayuden a mejorar la economía de combustible de los vehículos, son una de las medidas más rentables para el logro del desafiante objetivo global: alcanzar el 50% de reducción de CO_2 en el año 2050 por debajo de los niveles de 2005, en todo el sector del transporte.

Muchos análisis y propuestas sobre políticas sostenibles de transporte se han desarrollado, en todo el mundo, tanto a nivel de gobierno como de instituciones de investigación. Está claro que ninguna medida proporcionará la solución y que es necesario actuar de forma simultánea en criterios tales como: i) la mejora de la tecnología en vehículos, que conduzca a un aumento de su eficiencia energética; ii) el cambio en el comportamiento del conductor, para utilizar menos combustible por kilómetro recorrido; iii) la reducción de las distancias recorridas por vehículo; y iv) el cambio en la tipología de los viajes, hacia modos de transporte más sostenibles.

Por lo general, las recomendaciones de la eficiencia energética en el transporte se centran principalmente en los dos primeros criterios de esta lista, mientras que las carteras de políticas —efectivamente instrumentales a las necesidades de los países— deberían utilizar enfoques de tipo trans-sectorial y multi-dimensional, como lo son la planificación del transporte público y del uso del suelo.

En CEPAL, consideramos que ha llegado el momento de proporcionar a los países latinoamericanos y caribeños una comprensión más profunda y una visión más estratégica (y adaptada a las realidades de la región) sobre estas cuestiones; en este sentido, esperamos que este documento ayude a los países a perfeccionar y ampliar aún más sus carteras de políticas de eficiencia energética en el transporte, con el fin de alcanzar los ambiciosos objetivos de la eficiencia energética, necesarios a garantizar un futuro energético sostenible.

Resumen

A. La eficiencia energética y la movilidad

El continuo aumento del consumo de energía en todo el mundo es motivo de preocupación para los gobiernos a nivel global. Con el fin de reducir el consumo de energía que existe en la actualidad, la discusión de alternativas a un sistema económico mundial basado en combustibles fósiles es actualmente tema de debate al más alto nivel en todas las regiones.

El desarrollo económico tradicionalmente viene acompañado de una transformación importante en la movilidad de personas y mercancías. En las sociedades emergentes la creciente demanda de movilidad en términos de demanda movilidad humana y de carga a medida que aumentan los niveles de ingreso, al mismo tiempo representa nuevos desafíos y costos por el aumento de la demanda de energía.

América Latina y el Caribe como región están comprometidos en un período de crecimiento económico sólido y sostenido desde la década de los 90. Lo cual naturalmente ha aumentado la demanda para movilidad y alterado sus patrones dentro de la región, y entre esta y el mercado mundial. La mayoría de la movilidad en nuestros días, a pesar de los esfuerzos, depende inherentemente del consumo de combustibles fósiles.

En la actualidad la movilidad de personas y bienes representa el 20% del total de la energía primaria consumida a nivel mundial, y es responsable por una cuarta parte de las emisiones de CO_2 relacionadas con el consumo de energía[1]. El petróleo es el principal combustible utilizado en el sector del transporte, su predominio constante en el transporte se basa en las siguientes razones: a) su alta densidad de energía, b) su competitividad en precio en comparación con otras alternativas, y c) el "lock-in" tecnológico que hace referencia a la dependencia en las tecnologías e infraestructura de transporte heredadas y las dificultades que presenta su substitución a gran escala. Dada la importancia de la movilidad como una de las principales actividades consumidoras de combustibles fósiles, y en consecuencia también como fuente de emisiones y otras externalidades, es urgente para la región

[1] International Energy Agency (IEA), 2012, Energy Technology Perspectives 2012.

revisar en detalle sus patrones de consumo de energía y lograr ganancias de eficiencia energética en de la movilidad.

Los avances tecnológicos son importantes para mejorar la eficiencia energética de la movilidad, pero son sólo una parte de la ecuación. Es muy importante trabajar en la promoción de cambios hacia modos de transporte más eficientes, apuntando a un enfoque más holístico para aumentar la eficiencia en la movilidad en todo el sistema.

Por otra parte, el manejo de la demanda para evitar la necesidad de movilidad debe formar parte intrínseca del diseño de políticas públicas. A medida que la movilidad de personas y mercancías se extiende desde un nivel local a un nivel internacional y las soluciones se hacen más costosas, la cooperación internacional y la coordinación de esfuerzos son ineludibles y de mutuo beneficio para todos los actores.

Las Naciones Unidas y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) están comprometidos en brindar apoyo y asesoramiento a los Estados Miembros en el difícil reto de implementar e impulsar la eficiencia energética en la movilidad. En 2012, el Secretario General de las Naciones Unidas Ban Ki -Moon lanzó la iniciativa "Energía Sostenible para Todos " (Sustainable Energy For All, SE4ALL). El objetivo general de SE4ALL es mejorar el acceso universal a los servicios modernos de energía para el año 2030 con tres objetivos específicos[2]:

1. Asegurar el acceso universal a servicios energéticos modernos;
2. Duplicar la cuota de energías renovables en la matriz energética mundial; y
3. Duplicar la tasa global de mejora de la eficiencia energética.

Las metas para aumentar la energía renovable y para impulsar la eficiencia energética están estrechamente interrelacionadas. La mayoría de los actuales escenarios predicen que los distintos objetivos de energías renovables sólo pueden lograrse si los países establecen medidas de eficiencia energética robustas al mismo tiempo. Los retos son tan grandes como los posibles beneficios.

Una de las áreas de acción centrales de la eficiencia energética dentro de SE4ALL es la movilidad[3]. La iniciativa estima que se puede lograr un ahorro de 70-80 Exajoule por año en la movilidad comparable a 100 veces la producción anual de energía de la central de Itaipú.

La eficiencia técnica en el transporte representa alrededor de un tercio de los ahorros potenciales que el sector puede lograr. Las mejoras en la eficiencia de combustible prometen la mayor contribución. Sólo si estas mejoras se pueden lograr sería posible que los 2,5 billones de autos proyectados en circulación para el año 2050 (la mayoría en países en desarrollo) consuman la misma cantidad de combustible que están consumiendo los 850 millones de autos que circulan actualmente. Técnicamente esto sería posible con las tecnologías disponibles hoy en día.

Dos tercios de los ahorros potenciales en el sector deben lograrse a través de cambios en la demanda existente hacia modos de transporte más eficientes, o a través de frenar efectivamente el crecimiento de la demanda de la movilidad de pasajeros y mercancías.

Para medir el progreso hacia la meta de eficiencia energética de SE4ALL, el Banco Mundial ha propuesto la "intensidad energética" como indicador de seguimiento de las mejoras en la eficiencia energética. Debido a que la intensidad energética se ve influida también por otros factores (por ejemplo, los cambios estructurales en la economía, los precios y otros) y no refleja perfectamente la eficiencia en el uso de energía, esta decisión presenta el reto de medir correctamente las mejoras efectivamente logradas en términos de eficiencia energética. Este reto es mayor en los países en desarrollo en los que "el desarrollo de indicadores de eficiencia energética (...) está limitado por la

[2] SE4ALL, 2013, http://www.sustainableenergyforall.org/.
[3] SE4ALL, 2012, Technical Report of Task Force 2.

disponibilidad y calidad de los datos y por la falta de recursos especializados para recopilar, monitorear y analizar los datos[4]".

Por lo tanto, la duplicación de la tasa de mejora en eficiencia energética va a ser definida como una tasa de mejora de la intensidad energética (medida en términos de energía primaria y el PIB en paridad de poder de compra), en vista de las restricciones impuestas por la disponibilidad de datos.

Entre los años 1990 – 2010 la tasa global de intensidad energética se redujo en un 1,3% anual. En consecuencia, SEA4ALL ha definido una meta anual de reducción promedio de 2.6% como la meta a lograr para el año 2030. Para América Latina y el Caribe esto constituye un reto especial ya que la tasa de reducción de la intensidad energética entre 1990 y 2010 en la región fue de sólo de 0,5% a 0,7% anual.

El presente documento sintetiza el análisis y propuestas del documento de posición de la CEPAL sobre Eficiencia Energética y Movilidad para formuladores de política en ALC. Al mismo tiempo proporciona argumentos y análisis sobre la problemática de desacoplar la demanda por movilidad de la demanda por energía, proponiendo nexos entre estos sectores como medio de establecer las bases de estrategias más integradas a futuro.

La eficiencia energética en este sentido se define como[5]:

$$\text{Eficiencia energética} = \left(\frac{\text{salida de energía útil}}{\text{entrada de energía}}\right) \text{de un equipo o proceso.}$$

Esta definición, sin embargo, sólo revela parte del debate subyacente sobre la eficiencia energética que en su mayoría se refiere a eficiencia energética lograda a través de mejoras en la tecnología. El ahorro de energía generado a través de la reducción del consumo, o gestión de la demanda, no es capturado por esta definición. Consecuentemente en la práctica, la mayor parte de las medidas tomadas (políticas públicas) enfocan la eficiencia energética a través de medidas tecnológicas.

Movilidad describe el movimiento espacial de materiales, personas e información, y se construye socialmente. La movilidad se realiza a través de diversos medios y elementos constitutivos, y por lo tanto, puede diferenciarse según su propósito, significado y competencias. Aspectos constitutivos de la movilidad son también la infraestructura física y características de los servicios facilitadores de la movilidad. En el contexto de este trabajo se analiza la movilidad diferenciándola primero por tipo: pasajero, material e información, en segundo lugar por el nivel de alcance y, finalmente, por el modo de transporte.

La movilidad se mide en términos de la distancia cubierta y volumen transportado. En el caso de la movilidad de personas se mide en pasajero/km, y para la movilidad de mercancía y materiales en tonelada/km. Sin embargo, en el contexto de la eficiencia energética estas medidas quedan cortas, ya que no incluyen la porción de " movilidad improductiva ", que es equivalente a la capacidad no utilizada de un servicio de transporte. Además tampoco refleja la posible sustitución entre movilidad física e intercambio de información.

La eficiencia energética y la movilidad

El enfoque más común para analizar la eficiencia energética en la gestión de la movilidad es el llamado enfoque A-S-I: A: EVITAR (avoid en inglés), S: CAMBIAR (shift en inglés) y I: MEJORAR (improve en inglés):

- *EVITAR* : Permitir que los usuarios eviten los viajes motorizados → Aumentar la eficiencia del sistema

[4] SE4ALL, 2013, Global Tracking Framework.
[5] ECLAC, 2010, Indicadores de Políticas Públicas en Materia de Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe.

- *CAMBIAR*: Cambiar la movilidad actual hacia modos de transporte más eficiente → Aumentar la eficiencia en los viajes
- *MEJORA*R: Mejorar la eficiencia de combustible en los modos de transporte → Aumentar la eficiencia de los vehículos

Sólo el ítem MEJORAR se enfoca en efectuar mejoras técnicas del proceso de transporte (capturadas por la definición tradicional de eficiencia energética antes mencionada). Sin embargo, las otras dos estrategias deben ser cubiertas si se pretende realizar un análisis integrado de la eficiencia energética para este sector.

El presente documento propone una visión más amplia sobre ASI con el fin de dar un tratamiento sistémico a la problemática de la eficiencia energética. Por lo tanto, el ítem MEJORAR se define como la meta de minimizar el consumo de cada vehículo individual dentro de la flota de un modo de transporte específico.

El ítem CAMBIAR calcula la suma de toda la energía consumida por un "volumen" similar de movilidad comparando diferentes opciones de viaje y combinaciones de medios (ej. el uso de la bicicleta en lugar de un auto). En base a las consideraciones anteriores esta definición también considera el teletrabajo (o teleworking), que tradicionalmente entraría en el segmento de medidas del tipo EVITAR. A modo de ejemplo: trabajar desde casa también requiere energía, por ejemplo para el uso de los ordenadores personales y los servidores para trabajar a distancia y, por lo tanto, la demanda de movilidad sólo se sustituye por un modo más eficiente – que podemos considerar como tráfico electrónico.

Una medida EVITAR consiste en una decisión consciente de parte del consumidor para evitar satisfacer una necesidad de movilidad en su totalidad.

Las políticas deben estar bien coordinadas a través de diferentes entidades de gobierno y contar con suficientes recursos financieros para garantizar su implementación y fiscalización. Podemos diferenciar los instrumentos de política en medidas de oferta y de demanda. Del lado de la oferta, la coordinación de diferentes proveedores de tecnología, servicios e infraestructura por parte del gobierno es de gran importancia, especialmente cuando se trata de mercados complementarios entre sí. Para ser efectivas las políticas de manejo de demanda, tienen que diseñarse según las necesidades específicas de los distintos grupos de consumidores.

El diseño de las políticas debe orientarse a ambos lados del mercado, es decir, la oferta (push) y la demanda (*pull*), de acuerdo a sus características individuales, con el fin de mantener condiciones de competencia justa entre las distintas tecnologías y proveedores de servicios de transporte, además de aumentar la conciencia de los consumidores.

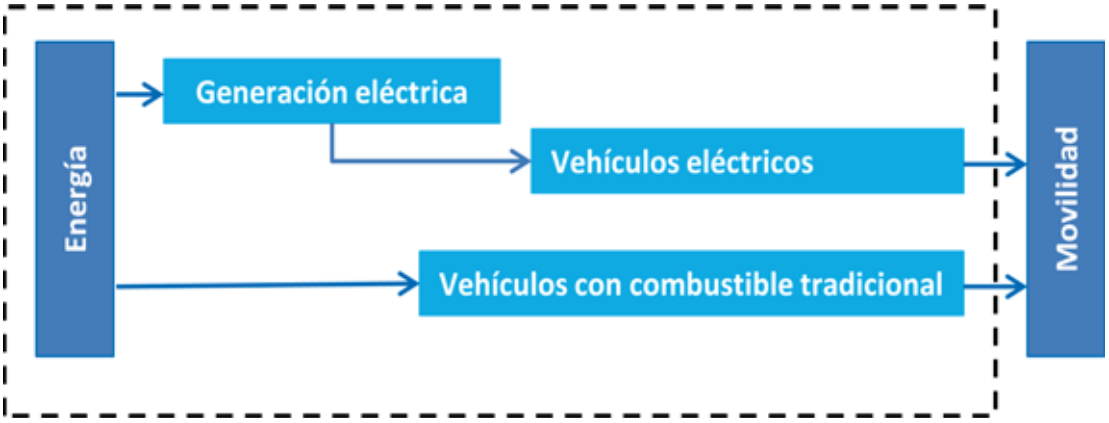
Son importantes los instrumentos de política nacionales, sub - nacionales, regionales y municipales que puedan ajustarse bien a las características del mercado local. La aplicación de medidas secuencialmente o gradualmente también puede reducir los riesgos de implementación, y su coordinación con el resto de las políticas públicas constituye otro requisito fundamental.

Toda política futura debe ser diseñada con un enfoque integrador y ser vista como la conjunción de los diversos planes de desarrollo sectoriales. En movilidad, sin embargo, en América Latina y el Caribe se observa una alta dispersión y multiplicidad de visiones del sector público sobre la materia de infraestructura y servicios de infraestructura. Con frecuencia los organismos gubernamentales a cargo del área energética, el transporte, la economía y el medio ambiente tienen puntos de vista divergentes sobre el futuro de la infraestructura y de los servicios de infraestructura, lo cual se traduce en procesos de desarrollo con políticas desarticuladas.

Por lo tanto, un análisis comprehensivo que conduzca a soluciones integrales y considere las políticas públicas como un todo, debe siempre considerar sus impactos en la totalidad de la matriz energética de un país o región. Los vehículos eléctricos son el ejemplo más destacado. Si bien la

introducción de vehículos eléctricos sin duda reduce el consumo de combustibles fósiles en el sector del transporte tradicional, podría no tener el mismo impacto positivo en el balance energético global dado que algunos países generan electricidad a partir del carbón, petróleo y gas. La formulación de políticas debe considerar estos vínculos. Este trabajo explora estos vínculos en la medida de lo posible, un análisis cuantitativo completo sin embargo es casi imposible dada la escasez de datos comprehensivos.

DIAGRAMA 1
VISIÓN COMPREHENSIVA DE LA ENERGÍA Y LA MOVILIDAD



Fuente: Elaboración propia.

En el contexto de la búsqueda del objetivo general de un desarrollo más sostenible, la implementación de medidas de eficiencia energética que logren desacoplar la relación entre el crecimiento de la movilidad y el consumo de energía, constituye un componente importante. La región debería hacer una revisión de las políticas actuales en virtud de un nuevo paradigma que incorpore una visión más integral y sostenible.

B. La perspectiva de la movilidad —el enfoque Evitar, Cambiar y Mejorar

El método más común para clasificar las medidas que incrementen la eficiencia energética y/o reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el transporte es el enfoque "Evitar - Mejorar - Cambiar" (ASI).

Las distintas dimensiones de la eficiencia en el transporte, es decir, del sistema completo, de los viajes, o la eficiencia de los vehículos, puede asociarse con la eficiencia energética, las emisiones de GEI y, en menor medida de otros contaminantes como el NOx, SOx y el material particulado; así como con la eficiencia en términos de seguridad vial o tráfico. Los niveles de eficiencia energética varían considerablemente entre las economías, y entre los contextos regionales y urbanos. Entre otras cosas, depende del nivel de urbanización, los ingresos, la intensidad del comercio, la eficiencia y utilización de las tecnologías, diseño de la ciudad y la conciencia ambiental de los consumidores.

Los indicadores de la eficiencia del sistema, la eficiencia de viajes o eficiencia de los vehículos pueden variar desde unos pocos puntos porcentuales hasta 10.

EVITAR los viajes motorizados y reducir las distancias de viaje

Evitar el transporte sin afectar negativamente el desarrollo económico se puede lograr por medio de:

a) Mejora de la planificación, de la gestión de la logística y el transporte de pasajeros,
b) Priorización estratégica de la eficiencia energética en la planificación urbana y la construcción de infraestructuras de transporte, y
c) El uso consecuente de la tecnología de la información y comunicación.

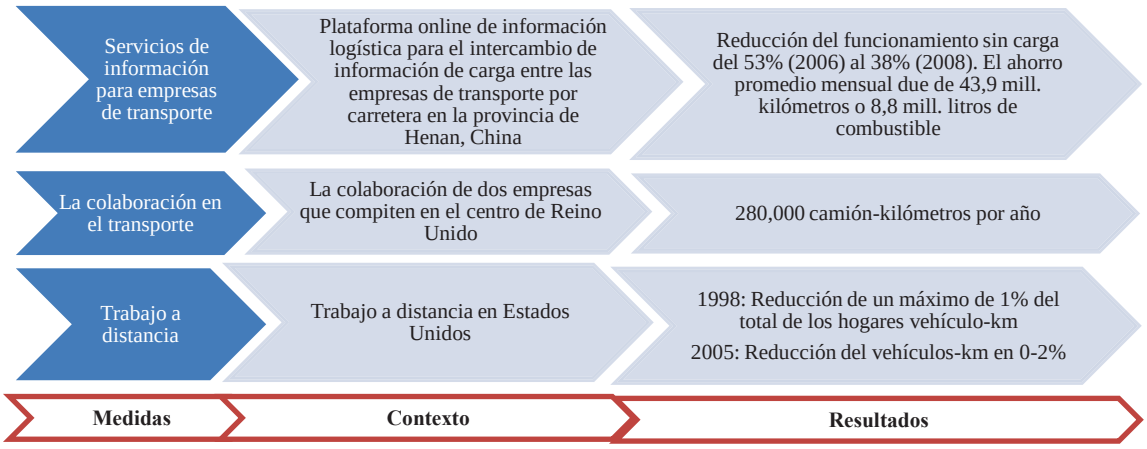
Una planificación y gestión mejorada puede reducir la cantidad de toneladas-kilómetros (tkms) en el transporte de mercancías, por ejemplo, a través de "local sourcing" y la descentralización de almacenamiento.

Sin embargo, la eficiencia energética de estas medidas requiere de mayor investigación, especialmente en lo que respecta al "trade-off" entre el consumo de energía en transporte y la descentralización. Por ejemplo el consumo de energía para la construcción y operación de almacenes adicionales debe ser también considerado —al igual que los "trade-offs" en materia de costos.

Las toneladas-kilómetros pueden evitarse mediante el aumento de la utilización vehicular, es decir, evitando viajes de camiones vacíos o semi-vacíos. El 13% de los camiones-kilómetro en el transporte internacional y el 27% en el transporte nacional de la Unión Europea se circulan vacíos, el 36% a 48% en la India y alrededor del 50% en China[6].

La cooperación bilateral o multinacional en la planificación, construcción y operación de corredores transfronterizos de transporte, sistemas de logística inteligentes (Intelligent Logistics Systems, ILS), y la infraestructura logística especializada tienen un gran potencial. Las tecnologías de la información y comunicación por ejemplo, el uso de la videoconferencia, el correo electrónico y teléfono son otras medidas para evitar tanto el transporte como los costos implicados.

Ejemplos de medidas de tipo EVITAR[7]



CAMBIAR el transporte de mercancías y personas por el modo de transporte más eficiente

La eficiencia de viaje, es decir el consumo de energía por kilómetro recorrido, puede mejorarse mediante el cambio de transporte desde modos más energo-intensivos hacia otros modos de

[6] McKinnon, 2012, Improving the Energy Efficiency of Freight Transport: A Logistical Perspective (presentation).
[7] Los ejemplos se basan en la mejor información disponible. En los casos en que los resultados finales de la evaluación no estaban disponibles, se presenta la estimación de los resultados previstos.

menor intensidad. Por ejemplo del transporte aéreo, hacia el ferrocarril; o desde el transporte individual motorizado, hacia el transporte masivo (trenes y autobuses) o el transporte no motorizado.

Cinco áreas de intervención pueden diferenciarse según la Declaración de Bogotá como parte de la estrategia de cambio de modos de transporte:

Las primeras dos consisten en la promoción de mayor uso de los modos marítimo, fluvial, ferroviario para el transporte de mercancías y personas, a través de inversiones estratégicas y la promoción de la gestión logística intermodal y el uso de modos más sostenibles de transporte interurbano de pasajeros.

El consumo de energía para la construcción de vehículos, la infraestructura correspondiente, el mantenimiento y desmantelamiento de vehículos también debe ser tomado en consideración.

El consumo de energía para la construcción de redes de Metro o redes de trenes de alta velocidad puede ser un factor dominante en esta comparación. Sin embargo, puede ser difícil encontrar datos correctos y específicos al contexto para realizar un análisis completo del consumo energético a lo largo del ciclo de vida.

Ejemplos de cambios modales eficientes en el transporte interregional o interurbano de pasajeros, son los Sistemas de Transferencia Rápida de Buses (Bus Rapid Transfer Systems, BRT) por ejemplo en las grandes ciudades Latinoamericanas o Asiáticas, o las redes de trenes de alta velocidad (por ejemplo, en Europa o Japón).

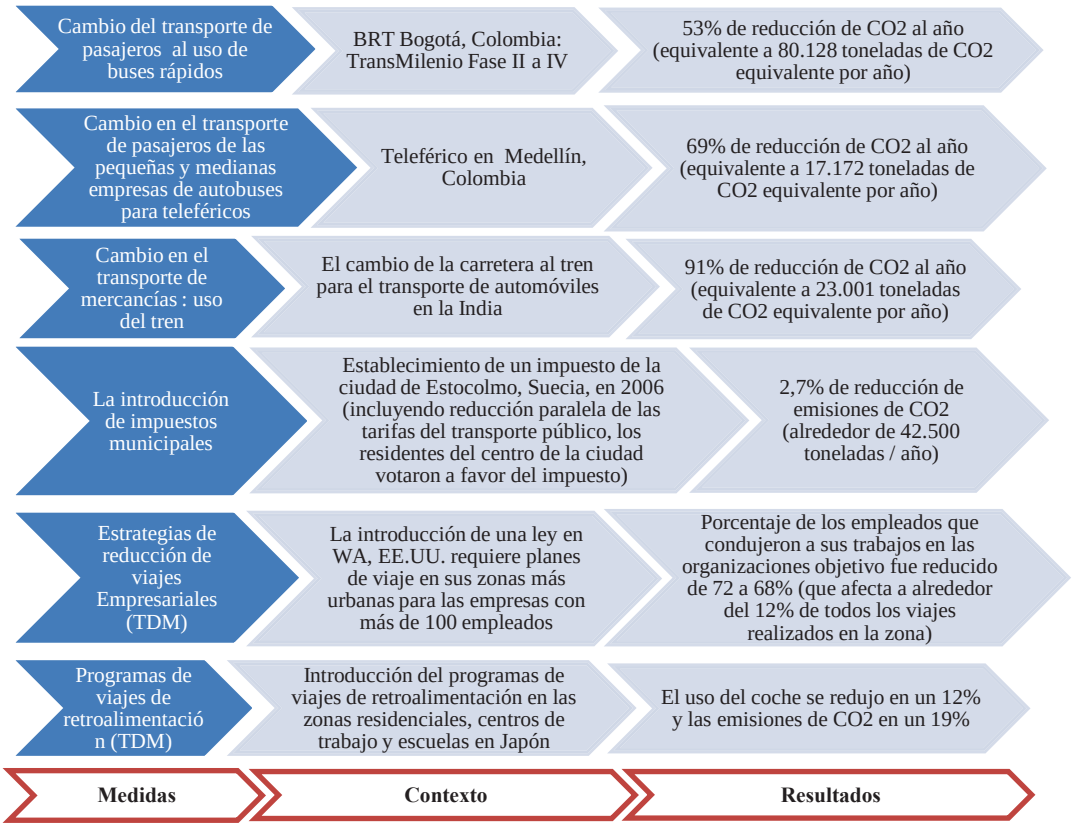
Se debe prestar especial atención a la conexión entre los sistemas complementarios de transporte masivo, una conexión eficiente reduce el tiempo total de viaje para pasajeros y mercancía, aumentando la valoración del servicio por parte de los consumidores y por lo tanto generando una mayor demanda por estos servicios.

El "*car-sharing*" puede ser considerado como movilidad eficiente desede le punto de vista energético, aún si la eficiencia de autos compartidos es esencialmente la misma que la de un auto privado/particular.

La tercera área es la promoción de modos de transporte activos como parte integral del sistema de transporte. "La eficiencia del combustible" en bicicleta o a pie puede ser alta en función de la velocidad, el peso y las condiciones meteorológicas. Las medidas para promover estos modos de tranporte son las más costo-efectivas para alcanzar un transporte urbano más eficiente. Esto contrasta con la limitada presencia que este tipo de medidas tiene en las discusiones de política o en los presupuestos públicos para el transporte urbano. Sin embargo, la seguridad de los peatones y ciclistas necesita ser priorizada primero a fin de promover estos modos.

Las áreas cuatro y cinco de las intervenciones propuestas incluyen promover la gestión de la demanda de transporte (transport demand management, TDM), y los cambios de comportamiento, hacia alternativas de movilidad sostenible a través de campanas de información y educación. A diferencia de otros objetivos de cambio, el enfoque de estas medidas es incidir por el lado de la demanda, en lugar de la oferta, del mercado de transporte.

Ejemplos de medidas de tipo CAMBIAR[8]



MEJORAR la tecnología y la gestión de los servicios de transporte

El tercer pilar del enfoque ASI es la mejora de la eficiencia energética de los vehículos, a través de la operación eficiente de la tecnología vehicular existente, el desarrollo y la comercialización de vehículos nuevos, la introducción de combustibles limpios al mercado, las inspecciones periódicas de vehículos y los servicios de información y comunicación.

Cuatro áreas de intervención pueden diferenciarse según la Declaración de Bogotá.

- Promover el uso de vehículos y combustibles más limpios: Con el fin de mejorar la eficiencia de energía y de los gases de efecto invernadero en los vehículos, existen tres estrategias principales:
  - A. Mejora de los vehículos convencionales,
  - B. Promover el uso de combustibles alternativos (por ejemplo, etanol , biodiesel, GLP, etc.),
  - C. Introducción de vehículos de combustible alternativo al mercado (Altenative Fuel Vehicle, AFV).

Estas medidas se aplican a todos los vehículos de pasajeros y de carga, incluidos los buques.

[8] Los ejemplos se basan en la mejor información disponible. En los casos en que los resultados finales de la evaluación no estaban disponibles, se presenta la estimación de los resultados previstos.

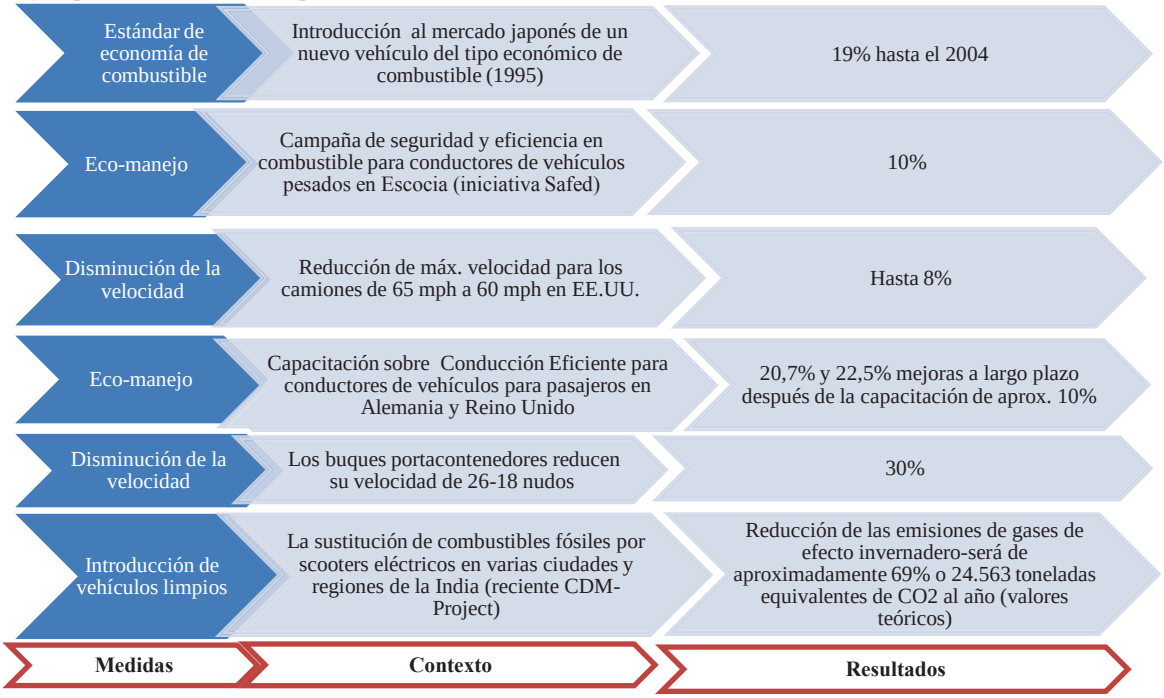
Ejemplos:

- Los sistemas de propulsión híbridos en los autobuses son capaces de reducir el consumo de combustible hasta en un 30%, dependiendo del tipo de viaje, pero su costo todavía representa alrededor de un 25% a 30% adicional a las alternativas convencionales.
- Los servicios de transporte marítimo pueden implementar "slow steaming", diseño mejorado, mejoras en la eficiencia del motor y sustitución de combustibles.
- En la aviación los materiales ligeros, mejoras en los motores, la aerodinámica y la construcción son centrales para mejorar la eficiencia energética.

La eficiencia de los vehículos en todos los modos puede mejorarse aún más mediante:

- Eco-conducción, la capacitación a los conductores para operar los vehículos de forma más energéticamente eficiente. Investigaciones sobre los entrenamientos a conductores en Alemania y el Reino Unido señalan mejoras de largo plazo en la economía de uso de combustible de aproximadamente 10%[9]. Los llamados vehículos de combustible alternativo (celdas de combustible de hidrógeno, o los vehículos eléctricos) han tenido alta atención mediática en el pasado, pero todavía no logran alcanzar una participación relevante del mercado automotor.
- El establecimiento de la inspección técnica de vehículos. La eficacia de las inspecciones de vehículos se puede aumentar aún más mediante la inclusión de los servicios de asesoría a clientes sobre la conducción ecológica, la compra de neumáticos más eficiences o mantenimiento de vehículos (incluyendo uso de aceite de motor de baja viscosidad y revisiones regulares de presión de los neumáticos).
- Promover la adopción de sistemas de transporte inteligentes, como los peajes electrónicos, centros de control de transporte e información ofrecida al usuario en tiempo real.

Ejemplos de medidas de tipo MEJORAR[10]:



[9] IE Europe, 2009, ECODRIVEN Campaign Catalogue for European Ecodriving & Traffic Safety Campaigns.

[10] Los ejemplos se basan en la mejor información disponible. En los casos en que los resultados finales de la evaluación no estaban disponibles, se presenta la estimación de los resultados previstos.

A menudo y a pesar de su importancia, la costo-efectividad de las medidas de eficiencia en el transporte gozan de menor prioridad en la discusión pública. Se dispone de poca información sobre la relación costo- beneficio de las mismas. Además, es difícil conseguir relaciones costo-beneficio general para las medidas ASI, ya que estas dependen fuertemente del contexto económico, geográfico y político.

Sin embargo, las medidas de MEJORAR, como la introducción de vehículos limpios en el mercado, que generalmente gozan de gran popularidad entre los gobiernos y los medios de comunicación, a menudo implican un costo mayor para los presupuestos públicos que las medidas del tipo CAMBIAR o EVITAR.

Algunos instrumentos económicos, como las políticas de precio de la energía, incluso pueden pagarse a sí mismas desde el momento de su ejecución. Dependiendo del contexto, es conveniente prestar atención a los costos políticos. Éstos pueden llegar a pesar más que los costos financieros, por ejemplo en el caso de medidas de tipo EVITAR impopulares como el aumento de las tarifas de estacionamiento, o la reducción de espacio de estacionamiento público, la introducción de peajes, o la eliminación de subsidios a los precios de los combustibles.

Los costos políticos pueden reducirse mediante el diseño de instrumentos de política de manera tal que los votantes entiendan que sus beneficios superan sus costos. Ejemplos: sondeos de opinión positivos sobre la introducción de un peaje urbano para el centro de la ciudad de Estocolmo, o la reasignación del espacio vial a zonas peatonales y ciclovías en la ciudad de Nueva York.

Los formuladores de política deben ser conscientes de la brecha entre lo que es tecnológicamente posible y lo que es económicamente viable, es decir, entre lo que luce atractivo y lo que es verdaderamente costo-eficiente para los consumidores.

La comprensión racional de: a) las necesidades y la situación económica de los grupos de consumidores específicos (demanda), y b) la competencia de los servicios de transporte ya establecidos (oferta) es clave.

Existe un desbalance entre a) la evaluación del potencial de eficiencia teórico, y b) la evaluación de su capacidad de penetración del mercado y su competitividad frente a las opciones de transporte establecidas, siendo esta última mucho menos reconocida. Como consecuencia, la introducción en el mercado de muchas tecnologías eficientes falla, o no puede ser competitiva sin contar con subsidios continuados.

Dependiendo del grupo de consumidores específicos, la disposición-a-pagar por el transporte energéticamente eficiente varía y, como consecuencia lo es también la velocidad con la que una innovación se difunde.

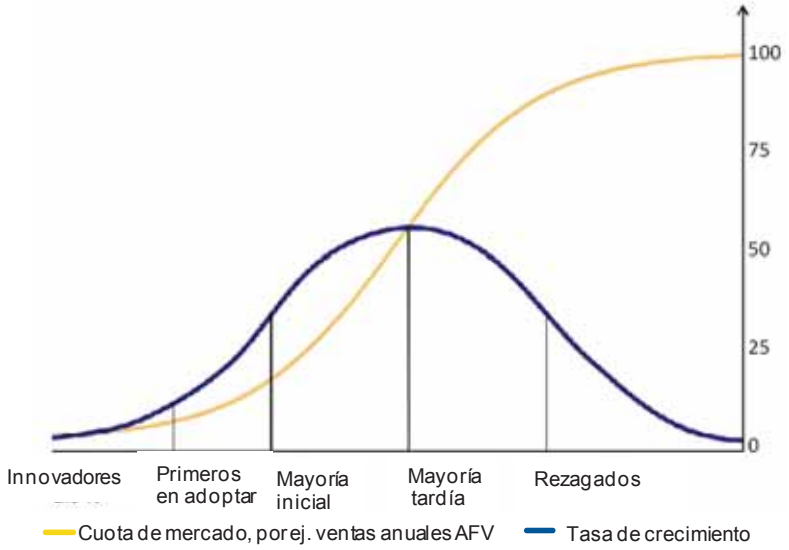
La disposición-a-pagar es mayor para el grupo de los "innovadores" y disminuye gradualmente hacia el grupo de los "rezagados"[11]. La introducción en el mercado de los que inicialmente eran productos más "caros" o servicios debe por lo tanto apuntar en primer lugar a los innovadores (innovación y desarrollo y la fase de demostración), a continuación a los primeros usuarios (nuevos mercados y nichos) y, finalmente, a la mayoría de los consumidores (mercado masivo). Es, por lo tanto, crucial identificar a los "innovadores" para el mercado del transporte o segmento del mercado para ser capaz de diseñar instrumentos de política eficaces.

El lanzamiento, tipo y la duración de los instrumentos de política deben planificarse cuidadosamente de acuerdo a las preferencias y necesidades de estos grupos meta. De esta manera, los formuladores de política pueden evaluar el progreso logrado en la introducción al mercado antes de comenzar con nuevas inversiones.

Difusión de la innovación durante el ciclo de vida del producto, indicando cinco tipos de consumidores.

[11] La evaluación de la disposición a pagar de los consumidores también incluye los costos de conveniencia.

GRÁFICO 1
DIFUSIÓN DE LA INNOVACIÓN DURANTE EL CICLO DE VIDA DE UN PRODUCTO, INDICANDO CINCO TIPOS DE CONSUMIDORES



Fuente: Koen, 2011, Lecture Notes « Innovation Management ».

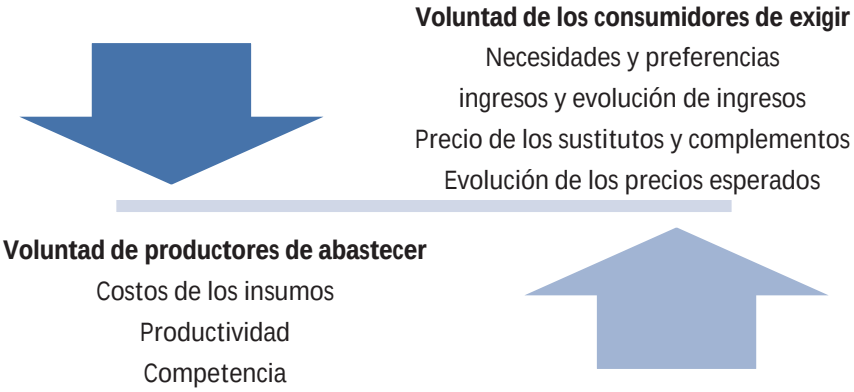
Nota: AFV = Alternative Fuel Vehicle = Vehículo de combustible alternative.

La incertidumbre y la interdependencia son inherentes al proceso de cambio tecnológico en el transporte, y necesitan tenerse en cuenta durante el diseño de políticas. Estas características, junto con los ciclos de retroalimentación positiva, pueden contribuir a la aparición del "lock-in tecnológico", lo que impide la adopción de nueva tecnología en un mercado.

Sin embargo, los gobiernos pueden superar tales "lock-in tecnológicos" por medio de instrumentos de política diseñados específicamente. Las diferencias en la coordinación del gobierno son, por ejemplo, una de las principales razones de las diferencias en la absorción de Gas Natural Vehicular (GNV) en Japón, Alemania y Argentina.

Para desarrollar con eficacia el mercado del transporte eficiente de la energía es, por lo tanto, esencial comprender los factores que afectan a la voluntad de la demanda y la voluntad de la oferta.

DIAGRAMA 2
VOLUNTAD DE DEMANDA Y OFERTA



Fuente: Elaboración propia.

Las "fallas de mercado" son un concepto que la teoría económica utiliza para indicar los casos en que la que la asignación de bienes y servicios por un mercado libre no es eficiente. La existencia de fallas del mercado puede utilizarse como justificación para la intervención gubernamental en los mercados, por ejemplo, en los mercados de transporte[12]. Las fallas del mercado se producen como:

a) Falta de competencia, o competencia imperfecta
b) Insuficiencia de oferta de bienes públicos
c) Externalidades

d) Mercados incompletos, y dentro de estos predominan las fallas de coordinación entre los mercados complementarios

e) Las fallas de información (información imperfecta, falta de inversión en I+D, los problemas de agente-principal y racionalidad limitada de los consumidores).

En ALC el transporte marítimo es responsable de más del 90% de todos los movimientos internacionales de mercancías en términos de volumen, y por lo tanto constituye el facilitador más importante para la participación de la región en el mercado mundial.

A pesar del hecho del que el sector ha recibido poca atención de los gobiernos de la región, la búsqueda de la competitividad de la región y el aumento de los costos de los combustibles marinos han puesto presión sobre la industria para buscar mayor eficiencia en su uso de combustible.

En el transporte marítimo existe una "brecha de eficiencia energética" entre las posibles medidas y, aquellas que de hecho son aplicadas en materia de eficacia energética.

Algunas de las opciones más prometedoras para lograr mayor eficiencia energética incluyen un el diseño mejorado de barcos (estimado en 10% a 50%), combustibles alternativos y medidas operacionales (por ejemplo, marcha mas lenta, reducción del tiempo de rotacion en los puertos, etc.).

En la actualidad, el Gas Natural Licuado (GNL) se percibe como una posibilidad[13]. El GNL es también un combustible fósil que contribuye a aumentar las emisiones de CO_2, pero al mismo tiempo reduce las emisiones de SOX y NOX. Por lo tanto, los barcos impulsados por GNL son una opción para las áreas de control de emisiones donde el "fuel oil" o combustóleo marino es el único combustible alternativo disponible hoy en día, a menos que se instale tecnología de control de emisiones. Esto presenta dos desafíos: 1) la conversión a gas de los motores existentes son costosas, por lo cual el GNL es una opción sólo para las nuevas generaciones de buques, y 2) los requisitos de espacio adicional que se requieren para el almacenamiento de gas natural licuado. La falta de infraestructura de GNL en muchos puertos afecta también el uso más amplio de este combustible.

Numerosas de estas medidas de eficiencia energética en el transporte marítimo son rentables y costo eficientes. Pero las barreras institucionales impiden el aprovechamiento de este potencial y un cambio requerirá del trabajo conjunto de una variedad de actores. Por otra parte, también se requiere la preparación y aprovisionamiento de infraestructura adecuada que conecte los puertos con su "*hinterland*".

La comparación entre distintos modos de transporte revela que el transporte marítimo de carga a gran escala sigue siendo el modo más eficiente (debido al mayor tamaño, menor velocidad y una mayor fracción de peso útil). La eficiencia del combustible es más baja para los camiones de carga. Las emisiones de CO_2 son directamente proporcionales a la eficiencia del combustible en estos ejemplos. Las emisiones de NOX son más altas para los barcos de contenedores. El nivel de eficiencia del combustible es significativamente influenciado por el factor de carga. El cambio modal del transporte terrestre hacia el acuático aumentará la eficiencia en el uso del combustible, pero puede también traer aparejado un aumento de las emisiones de sustancias nocivas si no se mitigan a través de un planteamiento coherente.

[12] Arrow, 1969, Analysis and Evaluation of Public Expenditures: The PPP System & Gravelle and Rees, 2004, Microeconomics & Stiglitz, 2000, Economics of the Public Sector.

[13] Tradicionalemnte le uso principal del GNL dentro al matriz energética ha sido para la generación eléctrica, producción industrial y calefacción, más que en el sector del transporte.

C. La eficiencia energética y patrones de movilidad en América Latina y el Caribe

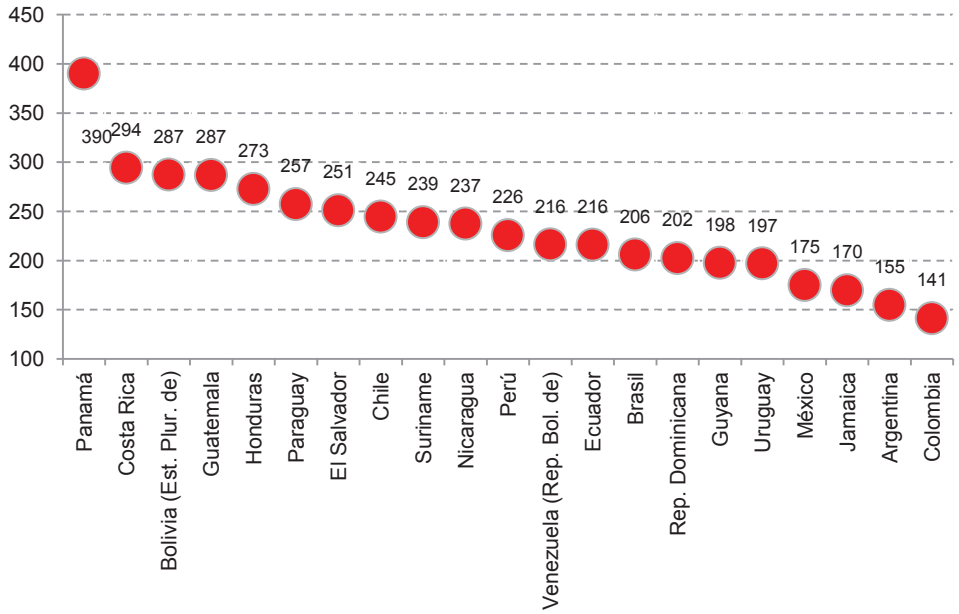
Por un lado, y no obstante la importancia económica del transporte para América Latina, el actual stock de infraestructura para transporte no alcanza niveles similares a las economías de otras partes del mundo. La densidad o cobertura territorial de la red de caminos pavimentados es significativamente baja (44 m/km2) en comparación con los países desarrollados (944 m/km2, promedio en Europa occidental y 390 m/km2 para los Estados Unidos)[14].

De la misma manera se ha ampliado la brecha entre la calidad y disponibilidad de la infraestructura de transporte entre la región latinoamericana y otras regiones en desarrollo, especialmente en Asia.

Por otro lado, en los últimos años el consumo final de energía en el transporte en América Latina sumó más de 1.500 millones de barriles equivalentes de petróleo (Mbep), representando un 35% del total en 2011[15].

En muchos países el sector transporte constituye el sector más importante del consumo de energía. Tal importancia relativa depende por un lado de las configuraciones de la demanda propia del sector de transporte, nivel de actividad, modos utilizados, dimensión de la flota vehicular, etc.; y por otro lado, de la importancia relativa de otros sectores, principalmente los sectores industrial, servicios y residencial en el consumo de energía.

GRÁFICO 2
EVOLUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO FINAL DEL SECTOR DE TRANSPORTE ENTRE 1990 Y 2010
(Porcentajes)



Fuente: Elaboración propia, basado en OLADE, 2013, Simulación de Medidas de Eficiencia Energética en los Sectores Industrial y Transporte de América Latina y el Caribe al Año 2030.

[14] CEPAL, 2011, Infraestructura para la Integración Regional.
[15] OLADE, 2013, Simulación de Medidas de Eficiencia Energética en los Sectores Industrial y Transporte de América Latina y el Caribe al Año 2030.

Todos los países de la región más que duplicaron su consumo energético en el sector transporte entre 1990 y 2010.

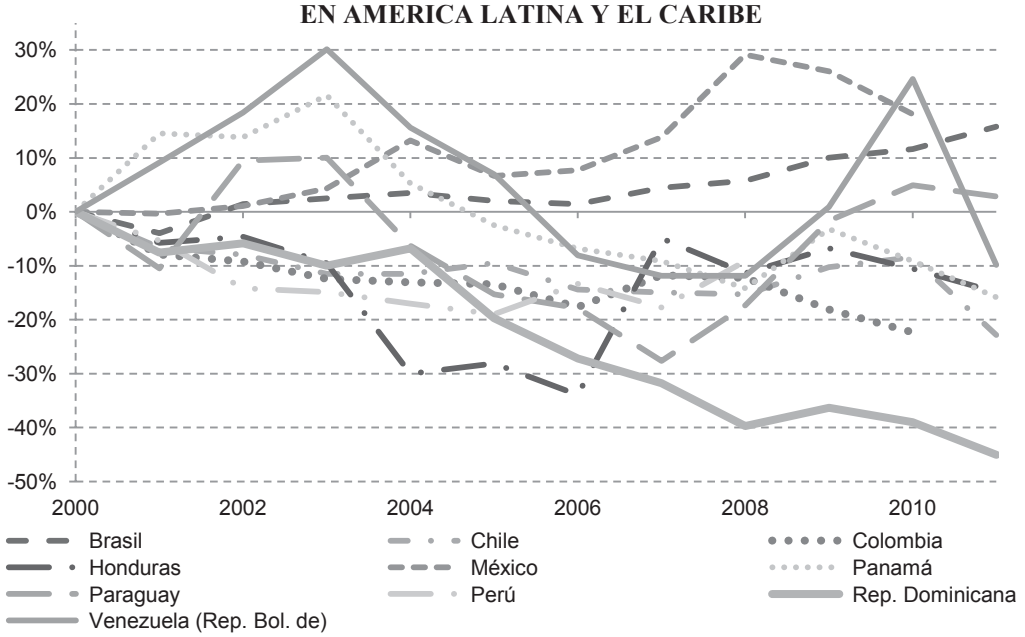
Es interesante constatar que los países latinoamericanos pueden ser subdivididos en tres grupos en términos del consumo energético total en el transporte:

a) Países con un menor consumo energético presentan un comportamiento heterogéneo, que con excepción de la República Dominicana, expandieron de modo importante su consumo sectorial;

b) Países con un consumo más elevado (entre 2.000 y 20.000 ktep en 2010) que también incrementaron su consumo sectorial, pero de forma más modesta (Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, Perú y La República Bolivariana de Venezuela); y

c) Países con mayor consumo sectorial, que igualmente expandieron su consumo sectorial de forma elevada (Brasil y México).

GRÁFICO 3
INTENSIDADES ENERGÉTICAS DE DIFERENTES PAÍSES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE



Fuente: Elaboración propia, sobre datos de CEPAL, 2012, Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe and OLADE, 2013, Simulación de Medidas de Eficiencia Energética en los Sectores Industrial y Transporte de América Latina y el Caribe al Año 2030.

Nota: El valor para Perú en 2005 ha sido corregido dado un error en los datos.

A pesar de esfuerzos hacia la producción de estadísticas para el sector transporte en algunos países, lamentablemente ciertos indicadores físicos de actividad en transporte de personas y bienes todavía no están disponibles de manera sistemática y consolidada para los países latinoamericanos.

Se propone, en una primera instancia, utilizar como indicador el consumo de energía total del sector transporte por unidad de PIB, ya que la demanda de transporte se correlaciona en alta medida con la actividad económica. Así, el indicador posible es la intensidad energética del transporte, definida como el cociente entre el consumo de energía del sector transporte dividido por el valor

económico agregado en esa actividad o el PIB sectorial y también es el indicador recomendado por la Iniciativa SE4ALL[16].

Para el periodo analizado (2000 hasta 2010), siete de los diez países estudiados presentaran una reducción en la intensidad energética del transporte, mientras en otros países se constata un incremento en ese indicador:

Ejemplos: Brasil (+ 5%), República Dominicana (+12%) y La República Bolivariana de Venezuela (+18%).

La significativa expansión de la flota vehicular, particularmente para transporte individual, es un aspecto relevante. El crecimiento del número de automóviles por habitante, en una red vial sin correspondiente expansión, ha convertido la movilidad en un desafío y un tema de alta prioridad para la administración de muchas ciudades. Especialmente en las metrópolis de América Latina la congestion representa altos costos económicos e impactos negativos sobre la calidad de vida de sus habitantes, en comfort y tiempo necesario para moverse, y también en lo referente a la contaminación atmosférica.

Con respecto a los programas para la promoción de la eficiencia energética en movilidad es necesario considerar la especificidad de los usuarios en los programas, pues siempre se puede promover la racionalidad energética a través de dos elementos, tecnología y forma de uso. Además de ampliar las acciones existentes, es interesante buscar en la región latinoamericana una mejor articulación entre los programas de estímulo a la eficiencia y otros objetivos naturalmente alineados, como la reducción de emisiones (con valoración local y global de los beneficios), el desarrollo y la competitividad industrial, la seguridad del suministro energético, el desarrollo urbano, transporte público y la infraestructura vial. Seguramente no será de una manera espontánea que la eficiencia energética del sector de transporte deberá incrementarse, siendo decisivo el rol del gobierno como ente formulador de estrategias e inductor de cambios.

Tres principales barreras para la promoción de eficiencia energética en ALC aplicables en el sector transporte[17].

a) La incertidumbre generalizada sobre el contexto regulatorio en la que se desarrollan las acciones;

b) El hecho de que muchos de los países de la región son exportadores de energía y/o controlan el mercado de los servicios energéticos, reduce en muchos casos, los incentivos a la reducción del consumo energético;

c) La interesante mezcla de energía limpia que consumen varios países de la región (gracias a la hidroelectricidad y a los biocombustibles) hace que las consideraciones referidas al impacto ambiental se sientan con menor intensidad en la agenda sobre eficiencia energética.

Marco institucional: Aunque existe un marco en diversos países de la región agencias o divisiones ministeriales encargadas de promover la eficiencia energética, su acción está casi siempre enfocada sobre los usos finales de energía eléctrica, con reducida cobertura del sector de transporte.

Además, la mera existencia de leyes o regulaciones que hagan obligatorio el uso eficiente de la energía no garantiza el éxito de un programa nacional de eficiencia energética. El contexto de este sector, diversificado en términos modales y de equipos, con varios tipos de usuarios y finalidades hace aún más desafiante la promoción de la eficiencia energética.

[16] Cabe observar que la intensidad energética medida como consumo de energía por unidad de PIB, presenta algunas limitaciones para reflejar el uso eficiente de la energía.

[17] CEPAL, 2009, Situación y perspectivas de la eficiencia energética en América Latina y El Caribe.

RECUADRO 1
EJEMPLOS DE PROGRAMAS PARA PROMOCIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN MOVILIDAD EN AMÉRICA LATINA

Programas de inspección y entrenamiento de conductores

Esos programas, generalmente orientados a conductores de vehículos comerciales, como buses y camiones, buscan evaluar las condiciones de operación de los motores (generalmente motores diesel, verificando las condiciones de mezcla aire/combustible y emisión de contaminantes en diferentes regímenes de carga). Además de informar a los conductores sobre cómo manejar con seguridad y eficiencia, destacando las economías asociadas de energía y su implicación económica.

Ejemplos (dado que los programas están en implementación los resultados a continuación son estimaciones que deben ser verificadas después del fin de los programas):

Brasil: Programa entrenamiento e información de conductores (SEST/SENAT), aprox. 14% de ahorro energético por conductor entrenado

Programas para el ahorro de combustibles en transportistas (CONPET), ahorro anual de 252 millones de litros de diesel (2012)

Evaluación de los impactos del entrenamiento de conductores (COMLURB), ahorro hasta 13% de combustible

México: Proyecto Transporte Limpio (SEMARNAT), ahorro de 26,4% en el consumo de combustible

Programas de promoción de tecnologías vehiculares eficientes

Los programas de promoción de las tecnologías vehiculares más eficientes pueden alcanzar resultados aún con bajo involucramiento de los conductores. Por otro lado, estos programas típicamente son más costosos, sea para desarrollar las tecnologías más eficientes, sea para introducirlas, lo que puede requerir mecanismos de promoción y mercadeo, inclusive mediante la definición de alícuotas de tributos sobre los vehículos que tengan en cuenta tales aspectos.

Un ejemplo son programas de etiquetado vehicular y normas de desempeño. La experiencia latinoamericana es todavía limitada, pero en algunos países existen iniciativas en esa dirección (Brasil, Chile y México).

El modo de implementación es importante con vista al alcance del programa. En Brasil el etiquetado alcanza 55% de las ventas de la industria automotriz en el mercado nacional. De acuerdo a la legislación vigente en los próximos cinco años todos los vehículos y modelos deben ser etiquetados – una característica que el programa chileno tiene también desde el inicio.

El etiquetado mexicano sigue de cerca el ejemplo de los EE.UU., la norma regulatoria Corporate Average Fuel Economy (CAFE).

El incremento de la eficiencia vehicular tiene su costo. En el caso del programa mexicano, se estima que el precio promedio de los vehículos podrá incrementarse para 2014 en 4,7% por la entrada en vigor de la Norma 163 de eficiencia energética y rendimiento de combustible. Debido a la implementación de esta norma el precio de los autos subcompactos se elevaría 6,30%; los compactos, 3,80%; los de lujo, 2,58% y los deportivos, 2,66%, mientras las camionetas de uso múltiple elevarían su precio 3.6%, y las ligeras, 5,23% (Reforma [diario], 2013, Autos subirán de precio con norma de eficiencia energética).

La tributación en función de la adopción de tecnologías eficientes. La carga tributaria en general es más elevada para los vehículos de gran potencia y por lo tanto generalmente menos eficientes. Más allá es posible promover la eficiencia estableciendo una estructura tributaria con descuentos en función del cumplimento de metas de desempeño. Ejemplo: Programa Innovar Auto, implementado en Brasil en mayo de 2013. Las metas definidas por el Inovar Auto son compatibles con las metas europeas para 2015 (130g de CO_2/km), adaptadas por Brasil tomando en cuenta las diferencias en la ciclo de conducción, combustible, y especificaciones de la carretera.

Finalmente, también existen programas particulares como la evaluación del uso de carenados y faldones (spoilers) en camiones.

Ejemplos (dado que los programas están en implementación los resultados están estimados y deben ser verificados después del fin de los programas):

Brasil, Chile, México: Programas de etiquetado vehicular y normas de desempeño. Para México se estima un ahorro de 35 millones de litros combustible por año, no hay evaluaciones para Brasil y Chile

Brasil: Tributación en función de la adopción de tecnologías eficientes (MDIC y MCTI) entre 19 y 34% de ahorro de combustible

Chile: Evaluación del uso de carenados y faldones (spoilers) en camiones (CLIL) ahorros potenciales entre 12 a 16% del consumo de combustible

Fuente: Elaboración propia.

Igualmente la carencia de sistemas nacionales de laboratorios para la evaluación de vehículos automotores y de expertos, no facilitan una pronta resolución de estos desafíos – también es relevante la participación que todavía tiene la importación de vehículos usados dentro de la flota de algunos países de la región latinoamericana.

Aunque no es ni posible ni conveniente copiar simplemente regulaciones de otros países y las iniciativas deben ser diseñadas "a medida" para cada país. La situación del sector transporte en América Latina crea condiciones especialmente propicias para que se promueva la cooperación en temas de eficiencia energética, ya que en la región conviven países vecinos con estructuras de consumo y problemáticas similares.

RECUADRO 2
ESTUDIOS DE CASO DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: COMPARACIÓN DE LAS OPCIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LA MOVILIDAD

A fin de proporcionar una visión más detallada de transporte en América Latina y el Caribe, se seleccionaron tres estudios de casos a evaluar. Los estudios de caso fueron seleccionados cuidadosamente para reflejar las diferentes realidades - un ejemplo internacional de América Latina, un ejemplo de la movilidad urbana en América Latina y un ejemplo de la movilidad interna en el Caribe. Todos los estudios de casos se enfocaron en la movilidad de los pasajeros y de carga, aunque a veces se colocó mayor énfasis en sólo uno de los dos.

Movilidad internacional en América Latina: Buenos Aires – Montevideo

Este estudio de caso compara las opciones de movilidad por aire, mar y carretera. El transporte en trenes fue incluido como una opción potencial, aunque actualmente no está en funcionamiento. Además se investigó como una opción la movilidad combinada/multimodal (combinando carretera/ferrocarril/ferry y transporte público). Se encontró que en ambas ciudades eran predominantes las emisiones del sector transporte a través del transporte motorizado individual (con la excepción de NOX emitido principalmente por el transporte público).

El análisis revela que la opción multimodal transbordador – carretera (en transporte público) es la más eficiente energéticamente para el transporte de pasajeros en el corredor MVD-BA. Esta opción es también competitiva en cuanto al precio (excepto para el caso de comparación con un vehículo privado con la máxima ocupación de 4 pasajeros). Los modos menos eficientes energéticamente son el transporte individual por carretera y aire. El transporte de mercancías tiene su máximo potencial de disminuir el consumo de energía a través del transporte marítimo entre las dos ciudades. También se obtuvieron buenos valores de rendimiento para la opción de transporte multimodal ferry – carretera, que de acuerdo a los valores estimados de eficiencia energética puede ser considerada la tercera opción más eficiente (la hipotética opción ferroviaria, no operativa aún estaría en segundo lugar).

Movilidad urbana en América Latina: Medellín

En Medellín se investigó la movilidad de pasajeros y carga, enfatizando el transporte público de pasajeros. Se encontró que la ciudad cuenta con un buen apoyo institucional para soluciones sostenibles de transporte (en términos de apoyo financiero crucial para el desarrollo e implementación de proyectos). En consecuencia la tendencia en ganancias de eficiencia energética (y también de las emisiones) está avanzando en el sentido correcto. Las autoridades locales cuentan con la capacidad de desarrollar, implementar y fiscalizar el cumplimiento de políticas adaptadas al contexto local.

Sin embargo, aún se requieren mayores esfuerzos, a pesar de la visión de intentar movilizar mayor número de personas en el transporte público, la movilidad individual de pasajeros continúa creciendo (relacionado con el crecimiento del nivel de ingresos). Además, es importante integrar la movilidad de mercancías dentro de la visión de transporte urbano (con el desafío que muchas veces la carga transportada ni siquiera se entrega en la ciudad sino que va solo en tránsito a través de la misma), no obstante que en la actualidad el enfoque se centra en la movilidad urbana de pasajeros. Las soluciones urbanas integradas en este sentido se encuentran influenciadas por muchas variables como el precio, la seguridad, etc .

Movilidad a nivel nacional en el Caribe: Jamaica y Trinidad y Tabago

En el Caribe, los viajes intra e inter insulares son catalogados como viajes domésticos, dada la importancia de esta forma de movilidad para los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (Small Island Developing States, SIDS).

En Jamaica, los viajes intra-insulares entre Montego Bay y Kingston utilizan 0.54 l/pasajero en un autobús, 0,98 l/pasajero en un taxi y 13,86 l/pasajero en un avión. Esto indica que las medidas a tomar deben incluir en primer lugar el transporte por carretera individual (considerando que la proporción de viajes aéreos es bastante pequeña, aunque su eficiencia energética por pasajero sería la peor entre las tres opciones). Las medidas de política deben incluir un enfoque integrado que conecte las políticas de transporte y energía.

El transporte entre las dos islas de Trinidad y Tabago fue el segundo caso de estudio. Las opciones de movilidad inter insular son de 0.48 l/pasajero en taxi de agua, 0,89 l/pasajero en Ferri y 11.25 l/pasajero por avión. Es evidente que esto favorece a los medios de transporte por agua. Sin embargo, la eficiencia energética es un desafío para Trinidad y Tabago, dado que el país es un importante productor de petróleo de la región y mantiene una política de subsidiar el combustible, al igual que la mayoría de las naciones productoras de petróleo. Un aspecto importante para aumentar el atractivo de las opciones de movilidad por agua es contar con infraestructura necesaria en los "hinterland" de los puertos que conecte los viajes por vía marítima con alimentadores para proseguir el viaje por tierra.

Fuente: Elaboración propia.

Esta cooperación puede ser en aspectos relacionados con el desarrollo de esquemas regulatorios, implementación y evaluación de programas e intercambio y capacitación de personal gestor de los programas. El monitoreo de resultados y evaluación de impactos de las medidas de fomento a la eficiencia en sistemas de transporte es un área adonde la cooperación puede ser particularmente efectiva, por la necesidad de desarrollar y probar metodologías, definir indicadores y establecer comparaciones.

La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) desarrolló una evaluación del potencial regional para promover la eficiencia energética en el sector de transporte, simulando la adopción de medidas de fomento a la eficiencia energética en el sector de transporte al año 2030[18].

La simulación parte en 2011 (en donde el transporte en América Latina presentó un consumo final de 211 millones de tep, el 35% del consumo final total de energía en la región).

Para la proyección del consumo energético regional se adoptó una tasa promedio de crecimiento anual de 3.3% a partir de 2011, correspondiente a un incremento de los flujos del balance energético en un 85% durante el periodo 2011-2030, lo que coincide con la estimación presentada por la Agencia Internacional de Energía (AIE) que prevé que la demanda de energía en la región latinoamericana podrá a duplicarse al 2030.

La introducción de tecnologías eficientes y el incremento del uso de vectores energéticos innovadores, como los biocombustibles y la electricidad, en el transporte podrá inducir a una alteración relevante de la matriz energética y reducir el consumo energético en 102 Mtep por año, dentro de este escenario alternativo simulado demandando cerca de 26% menos energía que en el escenario base proyectado.

D. Conclusiones y recomendaciones: hacia una agenda conjunta de eficiencia energética y movilidad en América Latina y el Caribe

La importancia del consumo de energía para la movilidad a nivel mundial, y en América Latina en particular, no debe subestimarse. Tomando en cuenta los desarrollos históricos y actuales, los beneficios potenciales del aumento de la eficiencia energética en el transporte son enormes.

La iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4ALL) de las Naciones Unidas ofrece una oportunidad para que los gobiernos de la región estudien más a fondo su situación actual en materia de eficiencia energética en el sector del transporte, identifiquen las mejores opciones disponibles, y desarrollen medidas específicas para lograr mejores.

Con el fin de desarrollar e implementar políticas complementarias e integradas, CEPAL propone una visión comprehensiva de la eficiencia energética y la movilidad basada en el llamado enfoque ASI.

A: EVITAR viajes y aumentar la eficiencia del sistema;

S: CAMBIAR hacia modos de transporte más eficientes para aumentar la eficiencia del viaje;

I: MEJORAR la eficiencia de combustible para aumentar la eficiencia vehicular.

Sólo si pensamos la problemática de movilidad de manera sistémica, encontraremos soluciones sostenibles de eficiencia energética para el transporte. El diseño de políticas debe ser integrado entre las autoridades de transporte y las autoridades especializadas de energía, con el fin de

[18] OLADE, 2013, Simulación de Medidas de Eficiencia Energética en los Sectores Industrial y Transporte de América Latina y el Caribe al Año 2030.

incorporar en la formulación de políticas otras consideraciones no-energéticas que sean específicas a la problemática de movilidad.

El diseño de políticas apropiadas, focalizadas y sostenibles debe basarse en una adecuada comprensión y colaboración con los mercados y el desarrollo de los mismos.

La capacidad institucional es una condición previa importante, lo cual constituye un elemento débil en la mayoría de los países de ALC. La administración pública juega un papel clave en la conformación de los mercados de transporte en general y, en particular, del marco para promover mejoras de la eficiencia energética, en particular a través de la fiscalización del cumplimiento y aplicación de la regulación existente.

El establecimiento de medidas fiscales como un nivel apropiado de impuestos a los combustibles, la eliminación de subsidios a los combustibles, y la priorización de fondos e incentivos de I+D, puede estimular a los mercados a buscar soluciones de eficiencia energética.

RECUADRO 3
EL RETO DE LOS SUBSIDIOS AL COMBUSTIBLE

El caso de los subsidios a los combustibles merece especial atención entre las estrategias para la mejora de la eficiencia energética. La Agencia Internacional de Energía (2012, Energy Technology Perspectives 2012) estimó que la eliminación de subsidios ineficientes que estimulan el consumo derrochador de energía y combustibles fósiles podría reducir el crecimiento de la demanda de energía en un 4%, hasta el año 2020.

El subsidio a los combustibles puede servir una variedad de propósitos: Desde políticas industriales y búsqueda de soluciones a problemas sociales (por ejemplo, mantener bajas tasas de inflación); hasta la promoción de fuentes de energía locales en la mitigación del cambio climático.

Los subsidios de combustibles fósiles (gasolina y diesel) y de combustible no-fósiles (por ejemplo, biocombustibles subvencionados, subsidios al gas natural licuado, etc.) deben tratarse por separado, debido a los diferentes impactos y las implicaciones en materia de política energética.

Los subsidios a los combustibles fósiles generalmente impiden avanzar en materia de eficiencia energética. El caso de los subsidios a los combustibles no fósiles, sin embargo, todavía no está claro y falta mayor investigación. Los estudios de caso indican que las subvenciones pueden contribuir al aumento de la participación de los combustibles alternativos en el mercado, si es limitada en el tiempo.

Fuente:Elaboración propia.

Sin embargo, los objetivos de las políticas y estrategias de implementación de mediano y largo plazo deben ser muy claros e integrales

Aunque los objetivos pueden ser complementarios, a veces los formuladores de política deben decidir entre enfocarse en: a) lograr mayor eficiencia energética en la movilidad, b) la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, o c) movilidad con bajo consumo de combustibles derivados del petróleo crudo.

Pueden encontrarse diferentes ejemplos de los buenas (y malas) prácticas a nivel internacional y en América Latina.

En la región ALC un desafío clave es obtener la información apropiada para ser capaces de comprender y analizar el contexto local. La disponibilidad y calidad de datos, es crucial para lograr tomar decisiones informadas que efectivamente correspondan con el contexto Latinoamericano.

Las sendas actuales en el consumo de energía para movilidad en los países de la región, requieren diferentes enfoques y soluciones. Pero cada país, independientemente de su tamaño y nivel de desarrollo económico enfrenta una eminente presión para reducir el consumo energético en la movilidad sin poner en peligro el bienestar y el desarrollo social y económico.

Los servicios de transporte y la infraestructura relacionada son la clave para la integración de la región en el mercado global. Sin embargo, escasean las políticas efectivas dirigidas a reducir y gestionar el consumo de energía y las emisiones en la región. Siendo el transporte marítimo una de las alternativas con mayor eficiencia energética, debe darse mayor importancia a los esfuerzos para hacerlo más competitivo frente a otros modos de transporte, mejorar su eficiencia y su desempeño medio ambiental.

En la región tampoco se ha desarrollado adecuadamente la infraestructura necesaria para el transporte multi-modal y otras alternativas basadas en la combinación de varios modos de transporte. A menudo, la decisión de optar por un modo de transporte más eficiente se ve obstaculizada por aumentos significativos del tiempo de viaje, costos más altos, o la falta de calidad y seguridad. Este es el caso del transporte urbano – donde el enfoque actual en el transporte de pasajeros no debería distraer la vista del transporte de mercancías urbanas que viene creciendo en cantidad e importancia.

En consecuencia, es necesaria una estrecha cooperación entre los expertos en energía y transporte en la identificación de las mejores prácticas internacionales dirigidas a aumentar la eficiencia en movilidad, y proponer soluciones adaptadas a nivel local que logren desacoplar el consumo de energía y la movilidad.

Para ello serán necesarias no sólo soluciones técnicas, sino también un cambio (shift) en la estrategia y enfoque (evitar - avoid) de los tomadores de decisiones y de la población en su conjunto. Sólo de esta forma integrada, es posible promover el cambio hacia modos de transporte más sostenibles, y en última instancia evitar parte de la demanda por movilidad en el futuro.

I. Fundamentos de la eficiencia energética y movilidad

A. Introducción

El continuo aumento del consumo de energía a nivel mundial es una de las preocupaciones de muchos de los gobiernos y las alternativas a los actuales sistemas de combustibles fósiles están en discusión. En este contexto, se considera la eficiencia energética como uno de los factores de alto potencial y que debería ser implementada de forma rápida. Esto sería particularmente importante para la movilidad, definida como el traslado de personas, mercancías e información. El desarrollo económico tradicionalmente está unido a una transformación en la movilidad, la cual constituye un absoluto ontológico para las sociedades emergentes. Sin embargo, la creciente demanda en movilidad de bienes y personas tiene sus costos y en muchos casos implica también un aumento en la demanda de energía. Latinoamérica y el Caribe poseen desde la década de los 90 un constante y sostenido crecimiento económico. Este constante crecimiento económico ha alterado e incrementado los patrones de demanda energética debida a la movilidad dentro de la región misma y también de las interacciones con el mercado global. Inherentemente la movilidad hasta hoy, y a pesar de grandes esfuerzos, se basa en el consumo de combustibles fósiles.

En la actualidad, la movilidad global de personas y mercancías es responsable del 20% del uso total de energía primaria y del 25% de las emisiones de CO_2 relacionadas con la energía (Agencia Internacional de la Energía, AIE, 2012ª). El petróleo es el combustible más usado en el transporte del sector, con Norteamérica y Australia como los principales consumidores per cápita con un equivalente entre el 1.2 al 1.5 ton/cap. Sin embargo, las economías emergentes muestran el mayor incremento de consumo de petróleo por habitante. Por ejemplo, India y China consumen entre un 0.05 a 0.015 ton/cap. (AIE,2012ª).

Las razones por una continua demanda de petróleo son, entre otras: a) su alta densidad de energía, b) su competitividad en precio comparado con alternativas, y c) la dependencia tecnológica. Dada la importancia de la movilidad no sólo como usuario principal de combustibles fósiles, sino también como fuente importante de emisiones y otros efectos externos, existe la necesidad urgente de

revisar las modalidades del consumo de energía en América Latina y el Caribe para generar propuestas que mejoren la eficiencia energética en la movilidad.

Teniendo en cuenta el paradigma actual de crecimiento, las preguntas deben ser discutidas lejos de las vías y patrones de movilidad tradicionales, pueden ser transformados en otros más sostenibles. Estas nuevas vías deben romper la dependencia de los combustibles fósiles, frenar los impactos ambientales de la movilidad, pero al mismo tiempo, no poner en peligro el acceso ya establecido para la movilidad.

B. Contexto

Con el objetivo de entregar una visión de 360º en la materia, CEPAL, en un enfoque multidisciplinario con la División de Recursos Naturales e Infraestructura (DRNI), ha desarrollado extensivamente un análisis de los vínculos y dependencias del consumo de energía y movilidad[19]. Este trabajo fue solicitado por los miembros principales de los estados miembros de CEPAL en el III. Diálogo de políticas de Eficiencia Energética en la Ciudad de Panamá, 2012. La serie de estos diálogos de políticas de Eficiencia Energética es el principal foro de CEPAL sobre este tema dirigido a los altos oficiales de los gobiernos y se realiza una vez al año, siempre con diferentes temas claves. El sumario de este documento fue presentado en el "IV Diálogo sobre Eficiencia Energética y Movilidad" en la Ciudad de México, 2013.

Este estudio entrega una visión general de la situación actual de la discusión de eficiencia energética y movilidad a nivel global y regional, entregando entendimiento de los patrones de movilidad actual y de consumo energético para casos seleccionados de América Latina y el Caribe. Además presenta las mejores prácticas, políticas estratégicas y soluciones técnicas con potencial para desacoplar la movilidad con el consumo energético. Movilidad, en este trabajo, se refiere a transporte de pasajeros, de productos (flete) y de la información considerando todos los posibles niveles geográficos: urbano, regional e internacional. El enfoque multidisciplinario permite combinar las perspectivas de los sectores de energía y transporte en la búsqueda de crear una visión y perspectiva macro e integral, independientemente de los puntos de vista sectoriales o de las modalidad de transporte.

En esta primera etapa, el estudio es visto como la base para dirigir los debates a nivel regional, sub-regional y nacional en como políticas efectivas y eficientes, y medidas técnicas, pueden ser introducidas y que evolucionen en el futuro.

Innovación y soluciones técnicas son medidas importantes en la búsqueda de mejorar la eficiencia energética de la movilidad y muchas de ellas ya están disponibles y son económicamente viables. De acuerdo a la AIE (2012b) mejoras hasta un 30-50% en ahorro de combustible podría ser alcanzado para el año 2030, en comparación con el 2005, como consecuencia de la implementación de tecnologías existentes. Para obtener los beneficios de estas soluciones, la conciencia, la voluntad política y el acceso a los recursos financieros es lo que se requiere en América Latina y el Caribe (LAC). Los avances tecnológicos, todavía, son sólo una parte del marco general. Al mismo tiempo, será importante trabajar en promover el cambio en la movilidad a modos de transporte más eficientes energéticamente – con el fin de obtener una mejoría más holística de la eficiencia del sistema de transporte considerado en su unidad. Por otra parte, evitar la necesidad de movilidad-transporte debería ser parte intrínseca del diseño de políticas. A medida que el transporte de personas y mercancías se extiende de escala nacional a internacional, y debido a que las soluciones son costosas, la cooperación y coordinación internacional de esfuerzos son indispensables y de mutuo beneficios para todos los actores. La Comisión Europea (2011), en su último estudio, concluye que "los viejos desafíos (para mejorar la sustentabilidad del transporte) remanen, pero nuevos ya aparecieron", los cuales pueden ser abordados internacionalmente. Además, la CE entregó propuestas de un área común

[19] En el contexto de la información del trabajo de movilidad no se aborda en detalle, pero es una parte importante del patrón de la movilidad actual.

europea de transporte para todos los tipos: fluvial-marítimo, por tierra, y por aire con un Single European Sky (cielo único europeo), Single European Railway Area (área ferroviaria única europea), y el "Blue belt" (cinturón azul), respectivamente.

Las Naciones Unidas, NU, y especialmente la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, están comprometidas a apoyar y asesorar a los Estados Miembros en el desafío de hacer frente a la tarea de implementar e impulsar la eficiencia energética en la movilidad. En 2012 el Secretario General de las UN, Ban Ki-Moon creó "Energía Sustentable para Todos" (iniciativa conocida como SE4ALL, "Sustainable Energy for all") acompañada por "El Año Internacional de Energía Sustentable para Todos", siguiendo la declaración de la Asamblea General (A/RES/65/151). El objetivo principal de SE4ALL es mejorar el acceso global a los servicios energéticos modernos para el 2030. Los objetivos específicos para lograr al 2030 son 3 (SE4ALL, 2013):

1. Garantizar el acceso universal a los servicios modernos de energía;
2. Duplicar la cuota de las energías renovables en la matriz energética mundial;
3. Duplicar la tasa global de mejoras en eficiencia energética.

Es relevante destacar que las metas de energías renovables y eficiencia energética están fuertemente interconectadas. La mayoría de los escenarios corrientes predicen que los objetivos de energía renovable, que varios países se han prefijado, sólo pueden lograrse si ellos introducen fuertes medidas de eficiencia energética al mismo tiempo. El desafío es tan importante como su posible ganancia (o El desafío vale la pena considerando la ganancia). La Task Force 2 (equipo de trabajo 2) de SE4ALL estima que el logro de los dos últimos objetivos reduciría la demanda global de energía en un 30% y los gases del Efecto Invernadero (GEI) en aproximadamente un 60% (SE4ALL 2012). Una de las principales áreas donde aplicar estas reducciones, de acuerdo a la Agenda de Acción Global del SE4ALL (2012), es en la movilidad. El reporte estima que los cambios en movilidad deberían contribuir entre un 70-80 EJ (Exajoule) del total del objetivo principal, equivalente a 100 veces la producción de la hidroeléctrica Itaipú en Brasil.

De acuerdo a este mismo estudio, la eficiencia técnica en el transporte es responsable de alrededor de un tercio que el sector potencialmente puede alcanzar. Mejoras en la eficiencia de combustible o un cambio a vehículos eléctricos prometen ser los mayores contribuyentes. Sólo logrando estas mejoras es posible que los 2,5 billones de autos que se proyecta estarán en circulación para el 2050 (la mayoría en países en vías de desarrollo) consumen lo mismo en combustible que los 850 millones de vehículos que actualmente existen en circulación. Técnicamente esto podría ser posible hoy. Los dos tercios restantes de los ahorros potenciales del sector deben provenir reorientando la demanda actual a formas de transporte con mayor eficiencia energética o limitando la demanda creciente de transporte de pasajeros y carga.

La sed de petróleo, para satisfacer las necesidades del transporte, hace que la eficiencia energética sea crucial, ya que los recursos de energía renovable son limitados o sólo asequibles en larga escala, a alto costo y/o ulterior investigación. La Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA 2013), institución que creó una hoja de ruta para duplicar la cuota de energías renovables, muestra que el mayor potencial para la energía renovable en movilidad proviene de los combustibles alternativos en el transporte por carretera. Pero la implementación de combustibles alternativos podría implicar también costos sociales y medioambientales.

Con el fin de medir los progresos para lograr las metas de eficiencia energética del SE4ALL, se ha lanzado un marco de trabajo para definir la tasa de mejoramiento en la intensidad energética (indicador que se calcula como la relación entre el consumo energético (E) y el producto interno bruto (PIB) de un país como el indicador con el cual seguir la evolución del objetivo de duplicación de la tasa de mejora de eficiencia energética.

Este marco de trabajo establece que la tasa global histórica de intensidad de energía desde 1990 – 2010 decreció anualmente en un 1,3%. Por consiguiente, en el tentativo de doblar esta disminución, SE4ALL definió un 2,6% anual promedio como meta fijada actual y hasta el 2030. Para

Latinoamérica y el Caribe (LAC) esta tasa anual será particularmente difícil pues su tasa anual de reducción de intensidad energética entre 1990 – 2010 ha sido sólo entre el 0,5 y 0,7% (comparado con el global de 1,3%). En consecuencia para alcanzar la meta de SE4ALL se requerirá en dicha región un promedio de 2,6 – 3,0% anual hasta el 2030. Sin embargo, los países de América Latina y el Caribe no forman parte del grupo de los países con alta intensidad de energía durante el período de tiempo considerado; excepto Trinidad y Tabago fue por el número cuarto en el mundo en intensidad energética. Perú estuvo entre los países con menos intensidad energética. La reducción de intensidad energética en LAC puede considerarse también como una consecuencia de los modestos niveles de desarrollo económico entre 1990 – 2010, más que el resultado de modernas medidas para la eficiencia energética. En base a la información histórica, SE4ALL incluye a México y Argentina entre los países con más rápido avance – países con el ahorro de energía más alto como resultado de la reducción de intensidad energética durante el período 1990 – 2010, correspondiente a 14EJ y 11EJ de intensidad energética evitada respectivamente.

El tema de la medición del progreso también apunta a otro desafío, el de la generación y obtención de datos en su origen. O como el Marco de Seguimiento Global detalla (SE4ALL, 2013ª, p.143): "El desarrollo de indicadores de eficiencia energética en muchos países desarrollados es limitado por la disponibilidad y calidad de los datos y por la falta de recursos específicos y experiencia para recopilar, hacer el seguimiento y analizar la información". Un enfoque especial se debe poner aquí a los sectores residenciales y de transporte. Esta es una de las razones del porque la Unidad de Recursos Naturales y Energía (NREI, sigla en inglés) está implementando un proyecto llamado "Base de Indicadores de Eficiencia Energética", BIEE, con el objetivo de proveer las bases para un mejor acceso a los datos en el futuro. En cuanto esté terminado, el BIEE para LAC podría también ser de ayuda a los países miembros en la preparación de la agenda del desarrollo Post 2015 . Este proyecto complementa otros esfuerzos de la Unidad de Recursos Naturales y Energía, tales como redes inteligentes (Nigris y Coviello, 2012), Asociaciones privadas y públicas para soluciones innovadoras (Coviello, Gollán y Pérez, 2012) y la integración regional (Ruchansky, 2013) en el contexto de que la energía es un valioso recurso natural (Altomonte y otros, 2013, Kozulj, 2012, Acquatella, 2008, Altomonte y Coviello, 2004).

La movilidad, refiriéndose al transporte de personas y mercancías, no sólo es el resultado del desarrollo económico, sino también uno de los factores clave que facilitan la integración de la región en una economía global. La unidad de Servicios de Infraestructura (ISU, sigla en inglés) ha trabajado en las últimas décadas muy cerca de los gobiernos regionales analizando la evolución de la movilidad y de las infraestructuras fijas y de las integradas. Considerando que la infraestructura moldea la movilidad, ISU ha trabajado para apoyar el desarrollo de redes adecuadas e integradas y de los servicios y políticas necesarias para utilizarlas. En general, las inversiones en infraestructura de transporte tienen efectos positivos en el crecimiento económico, con creación de riqueza y puestos de trabajo; y en mejorar el comercio, la accesibilidad geográfica y la movilidad de personas y mercancías. De este modo, el desarrollo de infraestructuras y servicios es un prerrequisito para el desarrollo económico y social de la región, creando accesibilidad a varios niveles, pero al mismo tiempo se necesita que los efectos externos relacionados al crecimiento de la movilidad sean mitigados.

Al respecto ISU identificó los problemas y desafíos claves de la sustentabilidad futura, que van desde la brecha en infraestructura (Sánchez y Wilmsmeier, 2005; Sánchez y Perotti, 2011), la necesidad de integración logística (Wilmsmeier y Monios, 2012, Pérez y Salas, 2013); la necesidad de estrategias avanzadas en los costos de infraestructura (Wilmsmeier, 2012), mejoras en eficiencia energética (Fridell y otros, 2013), mejor accesibilidad (Grieco, 2012), a la necesidad de políticas integradas y sustentables de infraestructura, logística y movilidad con una visión co-modal (Cipoletta, 2011). Consumo de energía y eficiencia energética están intrínsecamente conectados con este método integrado y representan un prerrequisito en un marco de desarrollo sostenible.

C. Objetivo

Este documento propone el análisis y también propuestas para mejorar la eficiencia energética del transporte en América Latina dirigido a quienes son los encargados de definir políticas y tomar decisiones, así como todas las demás partes interesadas del sector privado y público.

¿Cuáles son las actuales tendencias mundiales en el consumo de energía? ¿Cuál es la cuota de la movilidad? ¿Cuáles son las soluciones técnicas disponibles para mejorar la eficiencia energética del transporte? ¿Qué estrategias se han implementado? ¿Cuáles han sido exitosas y cuáles no?

¿Cuál es el estado actual de la movilidad, del consumo de energía y de la eficiencia energética en ALC? ¿Cuál es el resultado energético en áreas seleccionadas o en las regiones? ¿Cuáles son las lecciones aprendidas?

Basándose en el conocimiento y la experiencia de los profesionales de los sectores de energía y transporte, este documento de posicionamiento proporciona argumentos y análisis para la búsqueda del desacoplo de la demanda de movilidad con la de energía y crea un nexo entre estos sectores para establecer las bases para las futuras estrategias de integración en este campo.

D. Conceptos claves

Esta parte presenta los conceptos claves para la comprensión de la eficiencia energética y la movilidad y elabora el marco de la discusión. La comprensión de estos conceptos es esencial para comunicarse en un idioma común, formular respuestas específicas y conectar eficiencia energética y movilidad.

Definiendo Eficiencia Energética

La eficiencia energética recientemente ha ganado popularidad como una solución rápida para llegar a un sistema energético más sostenible. En 2010, el Departamento de Recursos Naturales y Energía, publicó su informe insignia: "La eficiencia energética en América Latina y el Caribe: situación y perspectivas" que revisa la situación actual y las políticas en materia de eficiencia energética en 26 países de la región (CEPAL 2010, cf. Carpio y Coviello, 2014.). El informe identificó que una de las faltas principales es la medición de los avances en la eficiencia energética en América Latina y el Caribe. En una publicación posterior, CEPAL examina los indicadores comunes para medir la eficiencia energética y propone un conjunto de indicadores para América Latina (Horta, 2010) y define la eficiencia energética de la siguiente manera:

$$Eficiencia\ energética = \left(\frac{Efecto\ energético\ útil\ desedado}{Consumo\ energético}\right) \text{Equipo o proceso}$$

Equivalente a

$$Eficiencia\ energética = \left(\frac{Energía\ aprovechada}{Energía\ consumida}\right) \text{Equipo o proceso}$$

Pero esta definición sólo muestra parte del debate de fondo sobre la eficiencia energética. Como señala el documento[20] (y que puede ser profundizado por ejemplo en Moriarty y Honnery, 2012) también existe la noción de conservación de la energía. Aunque existen diferentes puntos de vista sobre la distinción exacta entre la eficiencia energética y la conservación de energía, a menudo se infiere que la primera se refiere a la reducción de consumo de energía en base a los avances técnicos y la segunda a una decisión consciente de los consumidores para reducir su consumo. En el rubro energético, la mayor parte de las medidas, en consecuencia, se han inclinado a la eficiencia energética (y, por lo tanto, a las medidas tecnológicas).

[20] En el documento también se exponen más detalladamente la diferencia entre la eficiencia y la eficacia, así como la energía y exergía).

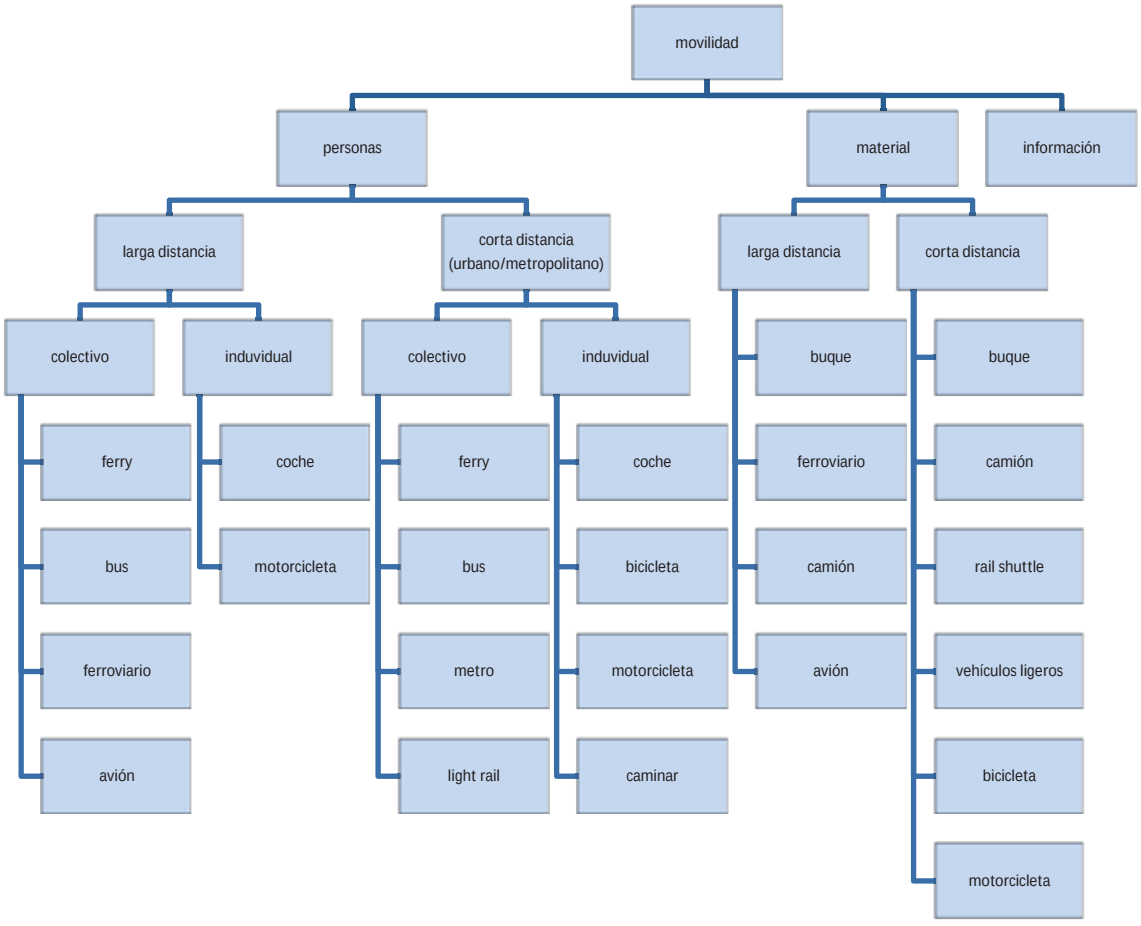
Esto en parte puede tener su causa en el hecho de que la demanda de energía y la movilidad son exigencias derivadas. Usualmente los servicios que provee la energía son requeridos (calor, movimiento, etc.) En el caso de la movilidad, esto incluso se vuelve más complicado. El servicio de movilidad que se desea es obtener un producto o desplazarse. Por lo tanto, el transporte es una demanda derivada y así la energía necesaria para prestar este servicio es una demanda derivada de segundo orden. En consecuencia, el presente documento tratará de integrar las perspectivas y métodos de ambos sectores: de energía y de transporte.

Definiendo Movilidad

Movilidad describe el movimiento entre lugares de mercancías, bienes, personas o información y es inherente a la sociedad. La movilidad se realiza por diversos medios y elementos constitutivos; y por lo tanto, se pueden diferenciar, según su propósito, significado y competencias. Aspectos constitutivos de la movilidad son también la infraestructura física y las características de los servicios que son los facilitadores de la misma.

En el contexto de este análisis, la movilidad se caracteriza y diferencia, en primer lugar, por tipos: pasajeros, mercancías e información; en segundo lugar por el nivel de alcance y, por último, por el modo.

DIAGRAMA 3
CARACTERÍSTICAS DE LAS OPCIONES DE MOVILIDAD



Fuente: Elaboración propia.

La cuestión central de la movilidad en el contexto de la sostenibilidad y también de la eficiencia energética es cómo encontrar un equilibrio entre, "muy poco movimiento o demasiado, o del tipo equivocado o en el momento equivocado" (Sheller y Urry, 2006, p. 208). Un equilibrio de estos también daría lugar a menos consumo de energía y, potencialmente, la mejora de la eficiencia energética. Además, es necesario diferenciar entre movilidad productiva e improductiva. A modo de ejemplo, el reposicionamiento de contenedores vacíos en el transporte marítimo puede ser clasificado como movilidad improductiva.

La movilidad se mide en términos de distancia recorrida y volumen transportado. En el caso del transporte humano hablamos de pasajeros/km; por mercancía de tonelada/km; por la información (datos) de bit/segundo. Sin embargo, en el contexto de la eficiencia energética estas medidas no incluyen la porción de "movilidad improductiva", que es equivalente a la capacidad no utilizada de un servicio de transporte, por ejemplo, los asientos vacíos en un autobús en una ruta específica sería la parte de movilidad improductiva y constituiría un potencial para mejorar la eficiencia, ya sea por ajuste de capacidad (el despliegue de un vehículo más pequeño) o mediante el aumento de su capacidad utilizada.

En la búsqueda de desacoplar la movilidad y el crecimiento económico hay que diferenciar entre la movilidad potencial y la que se realiza en concreto. Movilidad Potencial describe el conjunto de posibles movimientos ya sea de un punto a otro o dentro de un determinado radio de acción. La movilidad potencial se ve influenciada por la densidad y la variedad de los movimientos posibles que a su vez se incrementan por los diferentes modos de transporte. Movilidad realizada describe el movimiento real entre un punto y el otro o dentro de un radio dado de la acción y responde a la influencia de los mismos factores que la movilidad potencial, pero tomando en cuenta el ritmo de los transportes (Agencia Federal del Medio Ambiente, German Federal Environment Agency, 2011). Esta diferencia es importante en la aplicación de la metodología de AVOID, SHIFT e IMPROVE (Evita, Cambia, y Mejora), como se detalla en la siguiente sección.

E. Eficiencia energética y movilidad

El enfoque más común para analizar la eficiencia energética de la movilidad es el llamado enfoque A-S-I a la gestión del transporte: A: AVOID (evitar), S: SHIFT (cambio) e I: IMPROVE (mejorar) (introducido por Dalkmann y Brannigan, 2007).

AVOID, EVITAR: Capacitar a los usuarios para evitar viajes motorizados →Aumentar la eficiencia del sistema.

SHIFT, CAMBIAR: cambiar la movilidad al modo de transporte más eficiente → Aumentar la eficiencia de los viajes.

IMPROVE, MEJORAR: mejorar la eficiencia del combustible en el modo de transporte → Incremento de vehículos y/o eficiencia de la infraestructura.

Sólo el último, IMPROVE, apunta a las mejoras técnicas del proceso (y es descrito por la anteriormente mencionada definición tradicional de eficiencia energética). Sin embargo, también las otras dos estrategias deberían estar consideradas en un análisis integrado de la eficiencia energética. Además el enfoque de A-S-I ha sido recientemente modificado por algunos autores (por ejemplo, Sakamoto, Dalkmann y Palmer, 2010), a veces añadiendo componentes financieros o de investigación a las medidas necesarias

Este estudio, sin embargo, propone una visión mucho más comprensiva de ASI con el fin de considerar la eficiencia energética de manera sistémica. Eso tiene que considerar no sólo el consumo de un coche o una flota de coches, pero también el cambio a todos los otros modos posibles o hasta considerar de no satisfacer a la necesidad de la movilidad en absoluto.

El autor propone la siguiente definición (es):

Improve/Mejorar	Shift/Cambiar	Avoid/Evitar
$E_{1,m^*} < E_{1,m}$ $E_{2,m^*} < E_{2,m}$ $E_{3,m^*} < E_{3,m}$ ... $E_{n,m^*} < E_{n,m}$ Con $E_{n*,m}$ siendo la energía consumida después de la implementación de un cambio technologico para cada vehículo individual n* del modo m y $E_{n,m}$ siendo la enegía consumida antes del cambio technologico del vehículo n del modo m en una área específica. E_{n^*} y E_n pueden ser definidos en términos de las equaciones (1) y (2)	$\sum_1^n E_{n,1(t)}{}^* + \sum_1^n E_{n,2(t)}{}^* + \sum_1^n E_{n,3(t)}{}^* + \cdots + \sum_1^n E_{n,m(t)}{}^* > \sum_1^n E_{n,1(t+1)}{}^* + \sum_1^n E_{n,2(t+1)}{}^* + \sum_1^n E_{n,3(t+1)}{}^* + \cdots + \sum_1^n E_{n,m(t+1)}{}^*$ En donde un cambio entre los modos m de una flota de vehículos eficientes n* resulta en una reducción de la energía total consumida en comparación de t y t+1 para un volumen fijo de movilidad en una área específica.	En,m * = 0 Esto solo puede resultar de una decisión consciente de no satisfacer la necesidad para movilidad en un punto de tiempo y, por consequencia, conscientemente evitar el uso de un vehículo con un máximo de eficiencia n* de un modo en particular m.

Fuente: Elaboración propia.

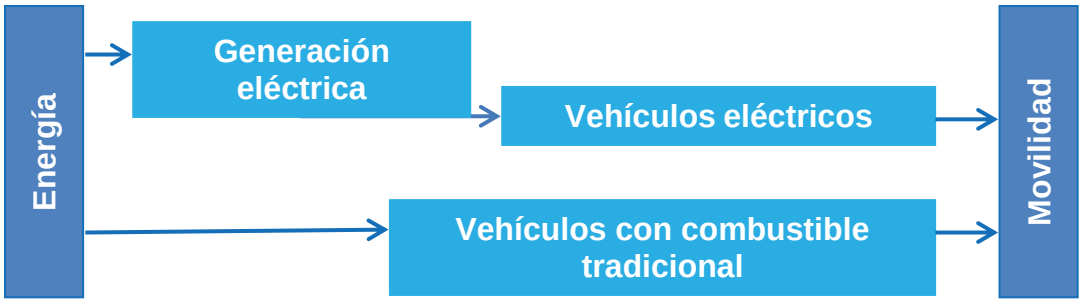
En consecuencia, el segmento IMPROVE es definido como para minimizar el consumo de cada vehículo individual en la flota de un modo de transporte específico. Esto puede incluir la optimización de los neumáticos de un coche, remplazar motores de los transbordadores o una construcción más ligera de aviones.

En el segmento SHIFT, la suma de toda la energía consumida por un "volumen" similar de movilidad comparada entre dos puntos en el tiempo, debería ser reducido debido a un cambio en el uso de los modos de transporte. Por ejemplo, esto incluye el uso de bicicletas y metro para ir a trabajar en lugar de coger el vehículo, maximizando así la eficiencia del tramo del viaje. Otro ejemplo podría ser la construcción de una nueva infraestructura ferroviaria, lo que facilitaría el cambio a este tipo de transporte. Considerando lo anterior, e incluyendo también el home-office o trabajo a distancia o trabajo remoto, está el segmento AVOID.

La propuesta de una nueva definición se basa en los siguientes argumentos: trabajar desde casa también requiere de energía, por ejemplo, para el uso de los computadores u ordenadores personales y los servidores necesarios para poder trabajar en forma remota y, por lo tanto, la demanda de movilidad sólo se cambia a un modo más eficiente como el tráfico electrónico. Una medida correspondiente al segmento AVOID sólo puede ser una que derive de la decisión consciente de evitar de satisfacer la necesidad de movilidad en absoluto. Un ejemplo de este tipo de comportamiento sería la decisión consciente sólo de consumir verduras regionales de temporada.

Por lo tanto, ahora queda claro del porque la definición de A-S-I, que hemos detallado arriba, entra de manera particularmente apropiada en el tratar profesionalmente el rubro energético. Esa definición permite de ser aplicada a otros campos de la eficiencia energética. El primer paso sería siempre mejorar la eficiencia energética del sistema que se utiliza para proveer el servicio de energía. Pero en una visión sistémica, también se podría tratar de cambiar a "modos" más eficientes para proveer el servicio energético requerido. En última instancia, el consumo de servicios energéticos podría evitarse por completo.

DIAGRAMA 4
VISIÓN COMPREHENSIVA DE LA ENERGÍA Y LA MOVILIDAD



Fuente: Elaboración propia.

Como tal, la definición anterior permitiría tratar también la minimización del consumo de energía en su conjunto, como por ejemplo, incluir casos como el de los vehículos eléctricos. Estos se citan a menudo como muy energéticamente eficientes y, sobre todo, fuente limpia de transporte. Pero, fundamentalmente, estos dependen de la fuente de generación de la cual viene la electricidad usada para cargar los vehículos. La definición presentada de eficiencia energética ya incluye este factor.

F. Regulación, incentivos y políticas de coordinación

La Agencia Internacional de Energía, AIE (IEA, siglas en inglés) (2012ª), por ejemplo, estima que un aumento del 10% en la densidad urbana reduce los desplazamientos en vehículo kilómetro per cápita entre un 1% - 3% y concluye, además, la importancia de una estrategia en la intervención para los vehículos híbridos eléctricos. Las políticas de intervención, sin embargo, tienen que estar bien coordinadas a través de diferentes entidades del gobierno e incluir también el importante aspecto de los recursos financieros.

En las economías modernas, los creadores de estas políticas poseen una gran variedad de instrumentos, los cuales pueden ser usados para incrementar la eficiencia energética en el transporte. El Banco Mundial (1997) contempla por lo menos 18 instrumentos en cuatro categorías [21].

CUADRO 1
NORMAS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE

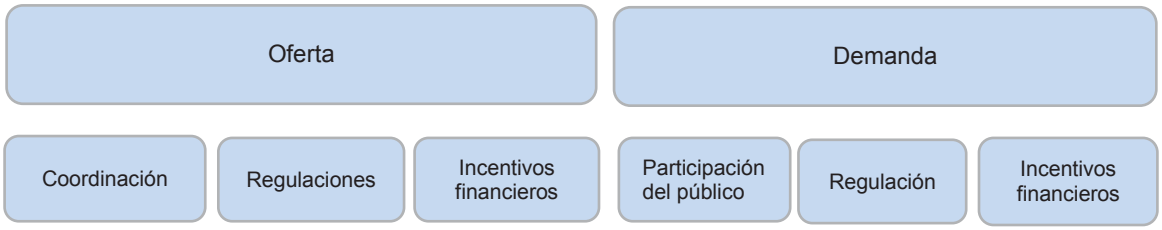
Operar Mercados	Crear Mercados	Regulaciones medioambientales	Participación del Público
Reducción de subvenciones	Derecho de Propiedad/ descentralización	Normas	Participación pública
Cargos medioambientales	Permisos/derechos de Transacción	Prohibiciones	Revelación de Información
Cargos a los usuarios	Sistema de Compensación Internacionales	Permisos/cuotas	Auditoría
Sistema de Reembolso de Depósito		Zonificación	Etiquetado
Subsidios focalizados		Acuerdos voluntarios	Certificación

Fuente: Elaboración propia, adaptado del Banco Mundial, 1997.

[21] En este reporte las normas son evaluadas mayormente resguardando sus efectos en el consumo de energía. Su uso para mitigar otros efectos externos como ruidos, accidentes y congestión no serán tratados.

Con el fin de aumentar la eficacia en la definición de políticas, el uso de una clasificación de los instrumentos reguladores que diferencien entre proveedor y consumidor es recomendable.

DIAGRAMA 5
CLASIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS NORMATIVOS

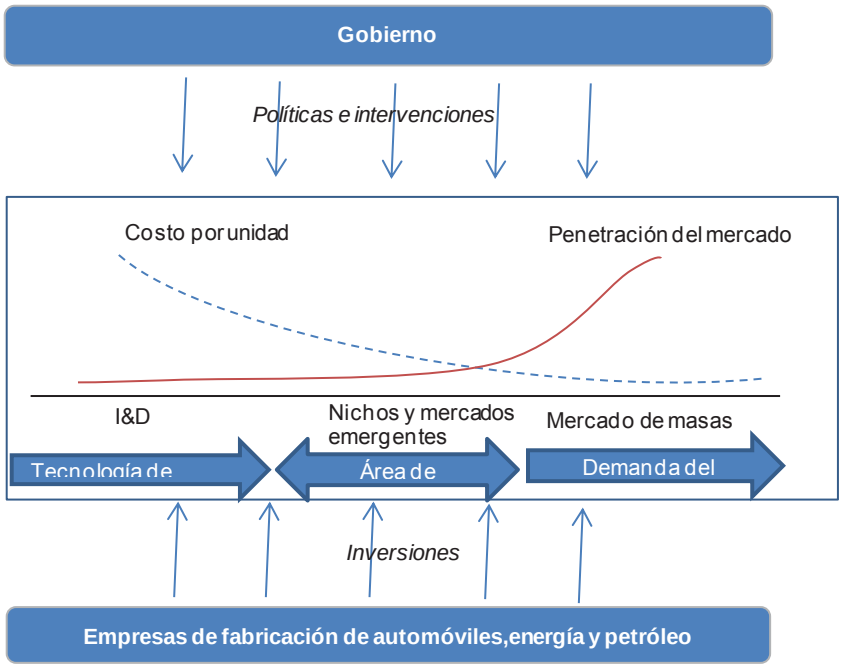


Fuente: Peters, 2011.

En el lado de los proveedores, la coordinación a nivel gubernamental de los diferentes proveedores, especialmente en los mercados complementarios, es cada vez más importante. Con el fin de aumentar la equidad de la competencia entre las diferentes tecnologías o proveedores y/o de incrementar la conciencia de los consumidores, ambos lados del mercado, es decir, oferta (push) y demanda (pull), tienen que ser considerados en el diseño de políticas y de acuerdo a sus características individuales.

Grubb (2004) observa la necesidad de la intervención gubernamental, especialmente, durante la fase inicial de los mercados. En este momento no hay ninguna de las fuerzas de demanda tecnológica ("technology push") como tampoco demanda del mercado ("market pull"). En esa zona, denominada de dificultad ("zone of difficulty" o "valle de la muerte"), el costo adicional por piezas (ejem., un vehículo) sobre los productos existentes es usualmente alto, debido a los bajos niveles de economía de escala y los consumidores son reticentes a pagar esta diferencia.

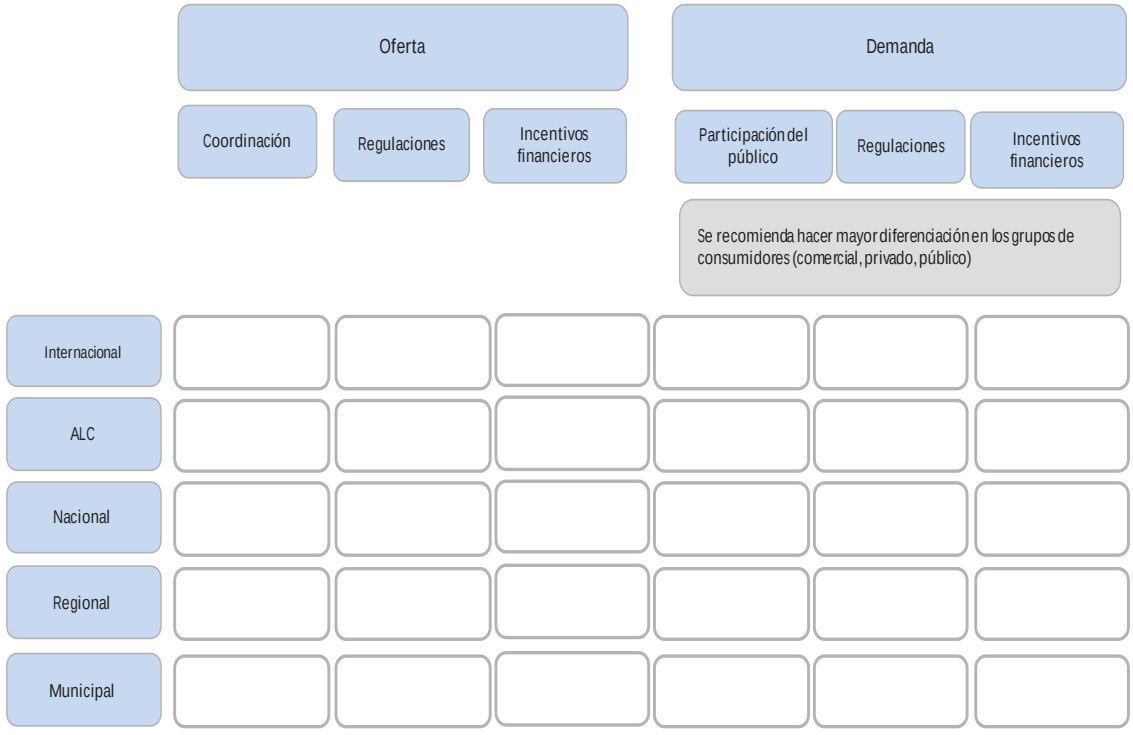
DIAGRAMA 6
ROL DEL GOBIERNO E INVOLUCRADOS PRIVADOS PARA LA INTRODUCCIÓN DE VEHÍCULOS CON USO DE COMBUSTIBLE ALTERNATIVO



Fuente: Peters, 2011.

Para que las políticas relativas a la demanda sean efectivas, deben ser diseñadas en base a las necesidades específicas de los distintos grupos de consumidores. Estos grupos se pueden distinguir como consumidores privados, públicos y comerciales. Se recomienda crear instrumentos de política no sólo a nivel internacional o nacional. Instrumentos a bases regionales y municipales son muy importantes para su capacidad de ajustarse a las características del mercado local. Este ajuste específico es especialmente recomendable por la "información al consumidor" o "coordinación del gobierno" entre diferentes proveedores y consumidores.

DIAGRAMA 7
CLASIFICACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS EN DIFERENTES CATEGORÍAS POR ÁREA DE INTÉRES



Fuente: Elaboración propia, basado en Peters, 2011.

Algunos instrumentos de política que afectan a la provisión de un modo, pueden incidir en la demanda de un otro. Un ejemplo: restricción en el uso de la carretera (ej.: permitir los lunes sólo vehículos o coches con las placas de matrícula que comienzan con la letra "a") reduce la disposición a la necesidad de autos y viajes en automóvil. Sin embargo, esta medida aumentará la demanda del uso del autobús, debido a que los usuarios de automóviles afectados los lunes tengan que tener una alternativa para sus necesidades de transporte.

Los legisladores en materia de transporte a menudo se enfrentan al compromiso entre la eficacia y la aceptación de estas normas. Entre otros factores, se muestra que el análisis del "si" y "como" donde el gobierno debería intervenir, tiene que incluir diversos factores y el involucramiento de todas las partes interesadas. La falta de apoyo público para algunos instrumentos de política efectivos a menudo influirán en el análisis: el aumento de los impuestos a los combustibles convencionales por lo general es un ejemplo de medidas poco populares. De este modo, el análisis puede dar lugar a un conjunto diferente de normativas, tanto para el aumento de la demanda y la oferta, como en lugar de una única intervención.

Una vez que las normativas eficaces sean elegidas y adaptadas a los grupos objetivos, el calendario de realización y duración deben ser cuidadosamente planificados. Los incentivos no

deberían aplicarse en paralelo sino paulatinamente y en orden. Esta estrategia es la opción menos arriesgada, especialmente, para los incentivos financieros o, en el caso de regulaciones onerosas, ya que "las inversiones" se hacen en etapas y no de una vez. De esta manera, los legisladores y responsables de la normativa o política pueden comprobar el progreso en la introducción al mercado antes de comenzar con nuevas inversiones. Una posible estrategia que alinea los diferentes instrumentos de introducción en el mercado de tecnologías limpias en el transporte, por ejemplo, se puede encontrar en Bunzeck y otros. (2010).

También la duración de los instrumentos políticos o normativas temporales o el máximo costo para el presupuesto público, deben ser cuidadosamente planeados de antemano. Los proveedores de soluciones de transporte eficientes en energía, al igual que cualquier otro actor, quieren tener una planificación de largo plazo para su negocio y esto requiere de normativas de largo alcance o permanentes. Es arriesgado y, a veces muy caro, establecer incentivos financieros para tecnologías de eficiencia energética cuando los efectos esperados no son suficientes para hacerlos competitivos en uno o dos períodos legislativos. En este caso, los instrumentos no financieros permanentes, por ejemplo, reglamentos, se deberían considerar (aunque no es posible dentro de este estudio comparar en detalle las políticas a base temporales o permanentes).

Otro requerimiento crucial para políticas públicas es una buena coordinación. Un ejemplo emblemático sería el clásico dilema del huevo y la gallina como ocurre entre estaciones de servicio y vehículos de combustible alternativo.

Este dilema se mitigada óptimamente coordinando las acciones de todas las partes interesadas por un consejo estratégico liderado a nivel de gobierno, donde se tiene que alcanzar una mejor coordinación entre a) las compañías de gas y de los fabricantes de vehículos como también b) entre las empresas de gas y las estaciones de servicio.

G. La convocatoria de políticas sustentables e integradas de movilidad

Como se mencionó anteriormente, la política nacional debe ser diseñada con un enfoque integrado y entendida como la compilación de planes de desarrollo sectorial. Por lo tanto , la planificación y ejecución de las políticas deberían llevarse a cabo con la debida consideración por la competitividad y la productividad de los bienes o servicios producidos, consumidos, exportados o importados por el país, así como el patrón de movilidad de las personas, pero no en la base de los medios de transporte utilizados. Por último, la movilidad (pasajeros y mercancías) debe ser puesta al servicio del desarrollo productivo y social, y estar diseñada para sostener los centros existentes o futuros de producción e interacción social. En consecuencia, la política nacional debe fomentar un proceso de mejora continua que requiere modificaciones regulares según lo necesite el entorno interno y externo, donde los servicios de infraestructura se vayan a instalar.

El trabajo previo identificó un papel debilitado del Estado en ALC (Cipoletta, 2011), especialmente desde la década de 1990, que no sólo dio lugar a una reducción de la inversión pública, sino también de la utilización de instrumentos y herramientas para la planificación estratégica. Esto se ha traducido en importantes desafíos, que no sólo afectan al sector del transporte, sino también a temas interrelacionados como la eficiencia energética y la movilidad. Estos desafíos incluyen: a) la ausencia de visiones políticas que integren el transporte, la infraestructura, la logística y la movilidad, y b) la falta de la aplicación de criterios de sostenibilidad en la implementación de políticas.

Lo anterior es el resultado de una alta dispersión y multiplicidad en las visiones del sector público de las infraestructuras y sus servicios, lo que se traduce en procesos de desarrollo de políticas desarticulados. En consecuencia, las políticas actuales en la región, con muy pocas excepciones, enfrentan los retos de manera segmentada, no están contemplando visiones a largo plazo y también no derivan desde un marco institucional adecuado.

En el contexto de alcanzar el objetivo general de un desarrollo más sostenible, de lo cual la aplicación de la eficiencia energética y la contención de la relación entre el crecimiento de la movilidad y el consumo de energía, es un constituyente importante, la región requiere de una revisión de las políticas actuales en virtud de un nuevo paradigma que incorpore una visión integrada y sostenible.

Además, por la razón que las infraestructuras condicionan profundamente la movilidad y los patrones de consumo de usuario, elegir cuales se hacen y cómo serán diseñadas, tendrá un efecto significativo en el consumo de energía y por lo tanto en el potencial de eficiencia energética por ejemplo, a través de una estrategia tipo SHIFT (de cambio). Desarrollar infraestructura de energía baja en carbono contribuirá así a preparar el terreno para una baja emisión de GEI, gases de efecto invernadero, y economías energéticamente más eficientes (Gobierno de Escocia, 2010).

Adoptando una visión extensa de la movilidad, una movilidad energéticamente eficiente minimiza también las emisiones de carbono asociadas. Desde esta perspectiva el análisis de la eficiencia energética y la movilidad también contribuye en la dirección de una estrategia de desarrollo de una infraestructura baja en carbono, cuyas emisiones sean inferiores a la infraestructura alternativa existente por un servicio de transporte específico (Claro, 2010).

H. Estructura del documento

El resto del documento está estructurado de la siguiente manera. En primer lugar, se da una visión general sobre el consumo global de energía, la movilidad y la eficiencia energética; seguida de una discusión sobre la estrategia AVOID - SHIFT - IMPROVE y medidas relacionadas.

En segundo lugar, se analiza la situación actual de la movilidad y el consumo de energía en ALC e incluyendo una selección de las medidas existentes sobre la mejora de la eficiencia energética de la movilidad en la región.

En tercer lugar, la visión en América Latina se complementa con estudios de caso de varias sub-regiones para proporcionar un análisis más profundo, con enfoque práctico y ejemplos.

En la última sección se formulan recomendaciones y una agenda de investigación para impulsar no sólo la eficiencia energética de la movilidad, sino también un trabajo práctico sobre la desvinculación de la movilidad y la demanda de energía en el futuro.

II. Perspectiva energética —situación actual y retos globales

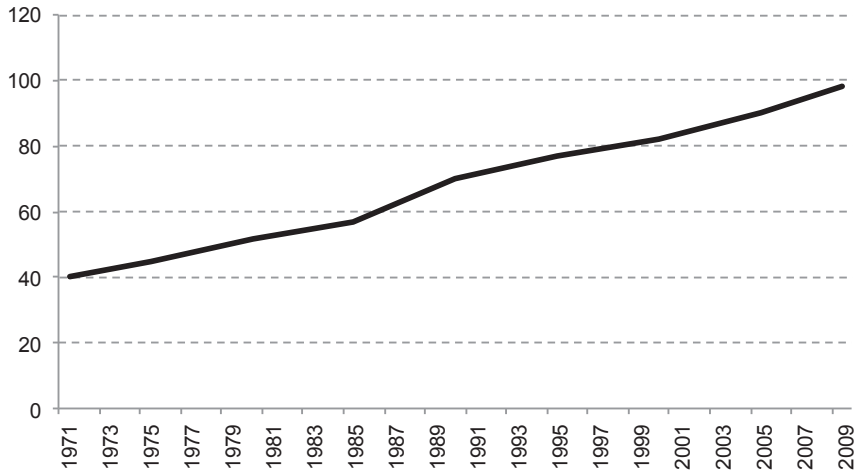
A. Introducción

En este capítulo se ofrece una visión general sobre las tendencias mundiales de la energía y los desarrollos de consumo de ésta en la movilidad en el pasado reciente, comparando las evoluciones en diferentes regiones y contextos económicos. El capítulo se desarrolló teniendo la perspectiva del sector energético, que se complementa con el siguiente capítulo sobre la perspectiva del sector del transporte.

B. Tendencias del consumo de energía en el transporte

Medido sobre una base a largo plazo (1971-2009), el consumo de energía mundial en el sector del transporte aumentó entre 2% y 2,5% anual, lo cual demuestra el desarrollo comparable a la tasa media anual de crecimiento económico mundial (AIE/ OCDE, 2009).

GRÁFICO 4
CONSUMO DE ENERGÍA MUNDIAL DEL TRANSPORTE, 1971-2009
(En exajoule)

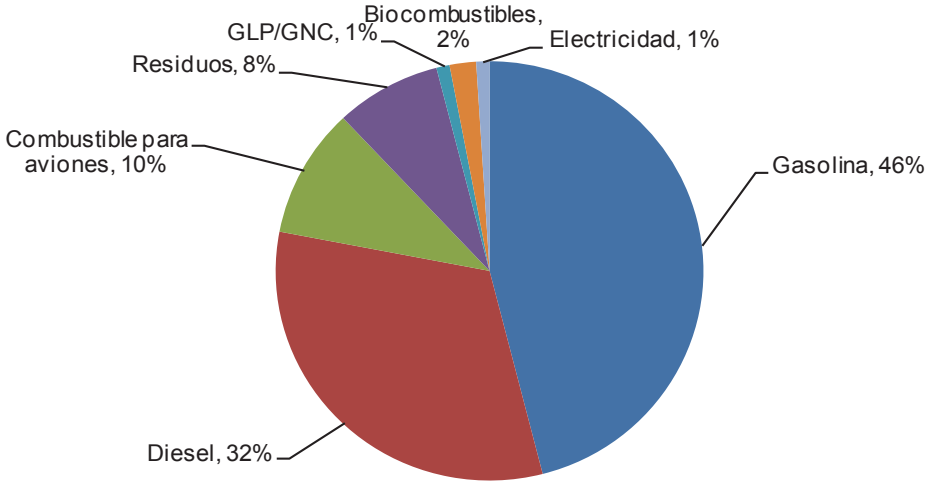


Fuente: Elaboración propia, basado in IEA/OECD, 2009.

Una característica clave de este desarrollo, y también un problema desde el punto de vista medioambiental (seguridad energética) y político, es el papel dominante del petróleo como fuente de energía.

La incidencia del consumo de petróleo en el transporte a nivel mundial ha crecido en promedio un 1,4% anual entre 1971 y 2009 (AIE, 2012). En 2010, los derivados de petróleo corresponden alrededor del 96% de las fuentes de energía utilizadas en el transporte (WEC, 2011).

GRÁFICO 5
PARTICIPACIÓN DEL PETRÓLEO COMO FUENTE DE ENERGÍA EN EL TRANSPORTE, 2010



Fuente: Elaboración propia, basado en WEC, 2011.

En 2010, más del 60% del petróleo que se consumó en todo el mundo (alrededor de 51 millones de barriles por día) se relaciona al sector del transporte. En particular, los medios de transporte por carreteras (coches, camiones y autobuses), son responsable del 73% del petróleo

consumido en este medio (respectivamente, 52% automóviles, 17% camiones y 4% buses), frente al 10% en la aviación, 10% en el transporte marítimo, 3% ferroviario y un remanente del 3% de otros medios (WEC, 2011).

En el contexto general de estas tendencias pasadas en el consumo de petróleo y energía, hace poco tiempo atrás, aproximadamente desde 2000, ha marcado cambios importantes, con diferencias relevantes en el patrón de desarrollo, tanto en países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, OCDE[22], como también en países no pertenecientes a este grupo (WEC, 2011).

La siguiente tabla muestra la evolución del uso de la energía en países OCDE y no miembros en dos períodos distintos: 1990-2000 y después de 2000.

Se puede observar que el consumo de energía del transporte mundial creció con una tasa compuesta de crecimiento anual (CAGR) de alrededor de 1,8% en los países de la OCDE, y alrededor de 2,8% en los países fuera de la OCDE. Entre 1990 y 2000, las tasas de crecimiento del consumo de energía del transporte en los países de la OCDE fueron particularmente altas debido al aumento en la aviación internacional.

Sin embargo, mirando el consumo de energía del transporte en los últimos años, por ejemplo, para el período 2000-2006, las tendencias han cambiado de manera significativa. El crecimiento anual promedio para dicho período fue de alrededor de 1,2% para los países de la OCDE y un 4,3% para los países fuera de la OCDE. El uso de energía en los países no OCDE aumentó más rápidamente debido al transporte aéreo nacional, la navegación internacional y el transporte por carretera.

CUADRO 2
TASA DE CRECIMIENTO DEL USO DE ENERGÍA EN EL TRANSPORTE, 1990-2006

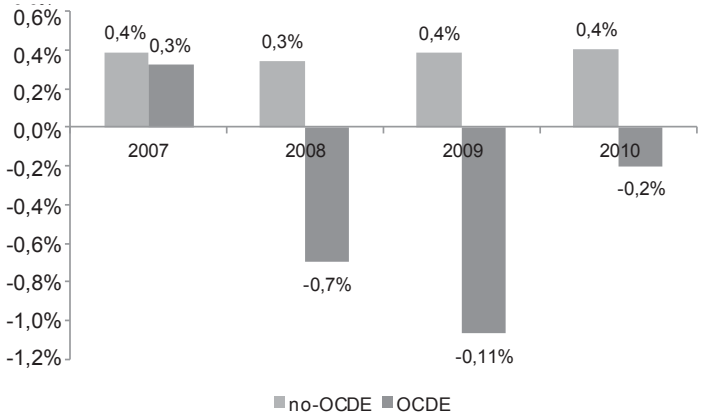
	Países OCDE				Países no-OCDE			
	1990-2000		2000-2006		1990-2000		2000-2006	
	90-95	95-00	00-06	90-06	90-95	95-00	00-06	90-06
Aviación internacional	4,40%	5,00%	1,20%	3,40%	-0,60%	1,70%	4,70%	2,10%
Aviación domestica	-0,20%	2,50%	-0,30%	0,60%	-0,50%	4,90%	3,0%	2,50%
Carretera	2,30%	2,10%	1,40%	1,90%	2,50%	2,90%	4,2%	3,30%
Ferroviarios	-0,10%	-0,30%	2,3%	0,70%	-4,40%	2,9%	2,3%	0,30%
Bunkers	1,1%	2,30%	2,5%	2,00%	4,6%	3,90%	5,40%	4,70%
Fluvial, domestico	0,8%	0,50%	-1,00%	0,00%	-2,60%	6,50%	4,00%	0,00%
Total sector transporte	2,1%	2,1%	1,20%	1,80%	1,10%	2,60%	4,30%	2,80%

Fuente: Elaboración propia, basado en WEC, 2011.

Las diferentes tendencias en los consumos de energía de los países de la OCDE y los no miembros se confirman para el período 2006-2010, en el cual los datos anuales de variación del consumo de combustibles fósiles muestra una tendencia a bajar en los países del OECD; mientras que en los no miembros la tendencia es de un aumento.

[22] OCDE incluye a todos los miembros de la organización desde 1 de septiembre de 2010, en este reporte. Israel es miembro a partir del 7 de septiembre de 2010; y Estonia a partir del 9 de diciembre de 2010, por lo tanto, no están reflejados en este informe.

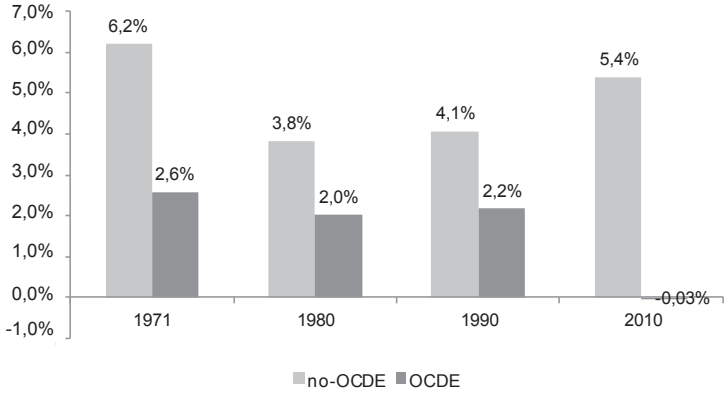
GRÁFICO 6
PARTICIPACIÓN DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES EN EL CONSUMO DE ENERGÍA
(Variación anual)



Fuente: Elaboración propia, basado en World Bank World Development Indicators, 2013.
Nota: Incluye Chile como país OECD, pero no Eslovenia.

Las tendencias mundiales de las tasas de crecimiento de consumo de energía para el transporte en la OCDE y los países no miembros también han dado forma a la dinámica de las emisiones de CO_2 (figura siguiente). En la última década, los países no pertenecientes a la OCDE superaron el crecimiento de los países de la OCDE en sus emisiones de CO_2 de transporte, lo que refleja la influencia de tasas de desarrollo económico más altas y de crecimiento demográfico.

GRÁFICO 7
EMISIONES DE CO_2 EN EL TRANSPORTE
(Variación anual)



Fuente: Elaboración propia, basado en World Bank World Development Indicators, 2013.
Nota: Incluye a Chile como país OECD, pero no Eslovenia.

Es importante destacar que la evolución media de los países OCDE y no miembros muestran diferentes tasas de crecimiento de consumo de energía por tipo de transporte y patrones variables en términos de uso de energía per cápita, del tipo de combustible utilizado y del uso de modos de transporte. Por ejemplo (datos de 2007):

- El uso de energía del transporte en América del Norte alcanzó en promedio más de 2.300 toneladas equivalentes de petróleo (tep) por cada 1.000 personas; el mismo indicador en Chile fue de 200.
- Países miembros de la OCDE de América del Norte, del Pacífico y de Medio Oriente dependen en gran medida de la gasolina como combustible para el transporte.
- El resto de la OCDE de Europa, China y América Latina dependen en gran medida del diésel.
- Los países no OCDE muestran porcentajes más elevados para los autobuses, ferrocarriles, y medios de transporte de dos o tres ruedas.
- Los países de la OCDE se basan principalmente en LDVs (vehículos ligeros) para pasajeros (automóviles, camiones ligeros y microbuses)
- Las personas en países de la OCDE utilizan más el transporte aéreo por habitante que en los países no miembros.
- Las diferencias y similitudes de una perspectiva macro del transporte de pasajeros, mercancías, tecnología vehicular y ventas, son discutidas en las siguientes secciones.

1. Transporte de pasajeros

Entre los años 2000 y 2010 el transporte global de pasajeros se incrementó alrededor de un 4% anual. (AIE, 2013).

Dentro de la OCDE, en promedio, los viajes en automóvil representan entre el 60% y el 80% de los viajes de pasajeros motorizados (basado en pasajero-kilómetro al año), una proporción que se ha mantenido constante en los últimos años. En cuanto al uso de los tipos de vehículos, América del Norte tiene una gran parte de camiones ligeros, lo que incluye vehículos utilitarios deportivos; mientras que Europa tiene vehículos pequeños de pasajeros y pocos camiones/camionetas ligeros.

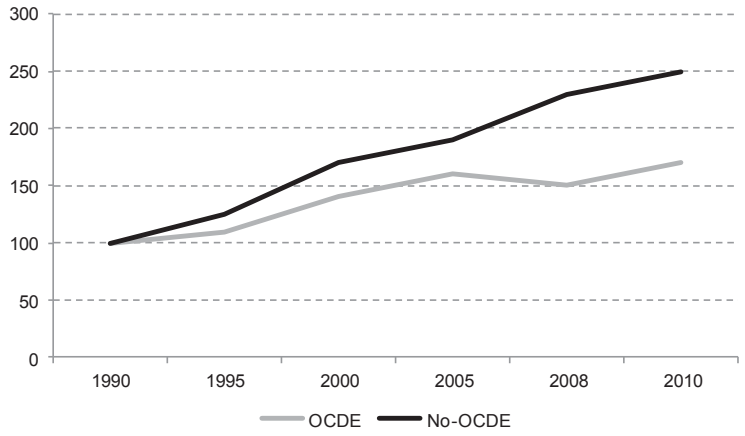
Países no miembros de la OCDE, en general, muestran un patrón diversificado de los modos de transporte de pasajeros motorizados. El traslado en vehículos de pasajeros ha crecido rápidamente durante las últimas décadas, y continúa expandiéndose. En 2009, en promedio, automóviles, autobuses y minibuses representaron el 60% de los pasajero-kilómetros totales, con un 20% adicional para el ferrocarril y autobuses y el 10% de vehículo de 2 y 3 ruedas (AIE, 2012).

Los modos de transporte no motorizados (por ejemplo a pie y en bicicleta) son de significativa relevancia en el patrón de movilidad de las personas, pero debido a que la distancia promedio de viaje es corta, no representan una cuota relevante en términos de pasajero-kilómetros.

2. Transporte de carga

El transporte de carga está directamente vinculado al crecimiento económico. La siguiente figura muestra la tendencia en el período 1990-2010 del transporte por carretera de mercancías en países OCDE y fuera de ésta. Se puede observar un patrón de crecimiento continuo, pero con diferentes tendencias: a) una lenta reducción en el período 2007-2008 debido a la recesión económica de los países de la OCDE, y b) un crecimiento rápido y continuo a los países no miembros.

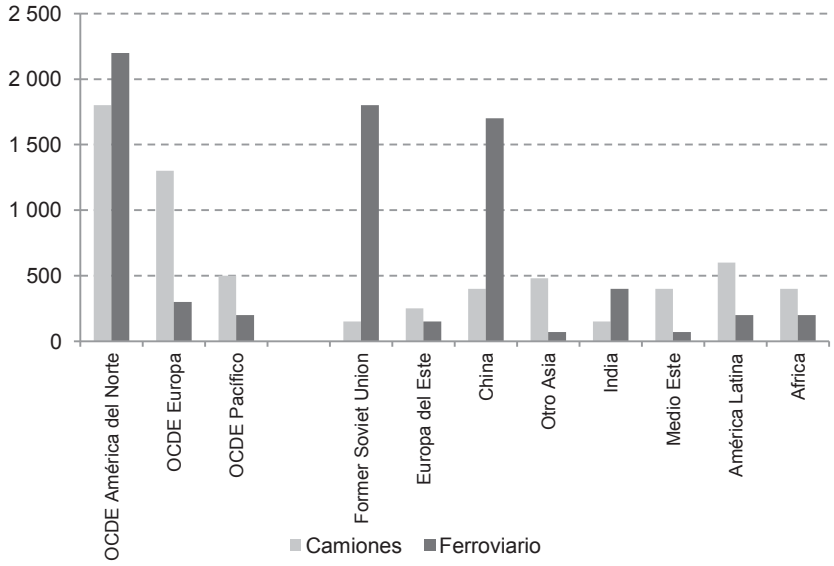
GRÁFICO 8
TENDENCIA EN EL TRANSPORTE DE MERCANCÍA
(vkm, 1990=100)



Fuente: Elaboración propia, basado en AIE, 2012.

En términos de volumen, el ferrocarril sigue siendo la forma de transporte de mercancías dominante (el 53% de tkm por tierra) a nivel global, pero con diferencias regionales significativas (véase el siguiente gráfico).

GRÁFICO 9
TRANSPORTE FERROVIARIO DE MERCANCÍAS, 2005



Fuente: Elaboración propia, basado en AIE/OCDE, 2009.

El transporte ferroviario de mercancías es relevante en países de mayor tamaño (China, USA, India y Rusia), moviendo cuotas relevantes de sus recursos naturales. Comparando la eficiencia energética (intensidad energética por tkm) de los dos modos de transporte, el transporte por ferrocarril consume menos energía que aquel por carretera. En términos al consumo absoluto de energía (Mtep), el transporte carretero domina en la tabla siguiente.

CUADRO 3
USO DE ENERGÍA POR TIPO DE CAMIONES Y TRANSPORTE DE CARGA FERROVIARIA

(Mtep)

	OCDE		NO-OCDE	
	2000	2005	2000	2005
Ferroviarios	10	20	15	25
Camiones pesados	200	190	120	160
Camiones medianos	30	20	40	40
Camiones livianos comerciales	60	70	30	40

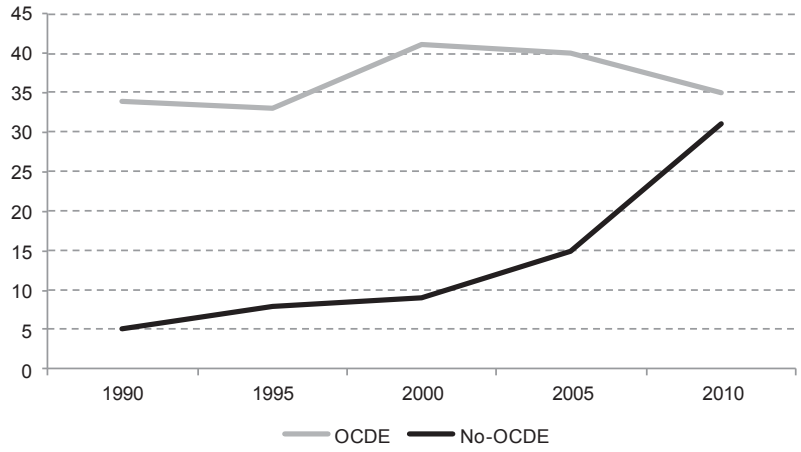
Fuente: Elaboración propia, basado en AIE/OCDE, 2009.

La tendencia sostenida del aumento en el consumo de energía en los países fuera de la OCDE (en particular debido a los camiones) hace que en un futuro cercano el consumo de energía en estos países será más alto que en los estados miembros de OCDE, asumiendo que estas tendencias no se detengan o sean revertidas.

3. Tecnología de los vehículos y venta

En los últimos años, una de las tendencias más notables en la venta de vehículos es la saturación del mercado de vehículos de pasajeros en los países de la OCDE, que es contrastada por el fuerte aumento en los países no pertenecientes a la OCDE.

GRÁFICO 10
VENTA DE VEHÍCULOS DE PASAJEROS
(Millones)



Fuente: Elaboración propia, basado en AIE, 2012.

Entre los años 2000 y 2010 la venta de vehículos en China aumentó 20 veces. De medio millón de unidades a 4 millones el 2005 y a 12 el 2010.

En término del tipo de combustible, en 2010 los motores bencineros todavía eran la parte más relevantes en el mercado mundial de vehículos de pasajeros, seguido por los motores diesel, con un 40% del mercado europeo e indio (las cuotas de venta pasaron de un 23% en el 2000 a un 43% en el 2010 y se estabilizaron en ese número en 2010, AIE, 2012).

A pesar del dominio de los vehículos con motor de gasolina, combustibles alternativos y nuevas tecnologías han ganado su espacio en el mercado en los últimos años. Las razones subyacentes van desde los incentivos gubernamentales, la disponibilidad natural de recursos locales hasta los factores de desarrollo tecnológico.

RECUADRO 4
EJEMPLOS DE LA PENETRACIÓN EN EL MERCADO DE COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS

Alrededor del 30% y más de Vehículos a Gas Natural (GNV) en Argentina y Bangladesh (año 2010) debido a la disponibilidad natural de los recursos energéticos locales;

Alrededor del 30% de automóviles alimentados por combustible flexible (flex-fuel) en Brasil (año 2010) debido a la disponibilidad natural de las zonas agrícolas (etanol);

Alrededor del 20% de los automóviles que utilizan gas licuado de petróleo (GLP) en Corea del Sur y Turquía (año 2010) debido a la disponibilidad natural de los recursos energéticos locales;

Alrededor del 10% de los vehículos híbridos en Japón, debido a políticas específicas dedicadas a incentivar la compra de híbridos.

Fuente: Elaboración propia basado en AIE, 2012.

La experiencia en los vehículos de pasajeros híbridos confirma que una tecnología disponible en el mercado puede necesitar mucho tiempo para ganar cuotas de mercado significativas (AIE, 2012). Vehículos de pasajeros híbridos, disponible desde 1997, necesitaron 13 años para alcanzar el 1% de las de ventas totales en el mundo. Por lo tanto, la entrada al mercado de nuevas tecnologías (por ejemplo, vehículos eléctricos de batería) en un futuro próximo podría ser una tarea difícil, sin el apoyo decisivo de política del gobierno como, por ejemplo, estándar de economía de combustibles, inversión en infraestructura e incentivos.

Por otra parte, en los países en desarrollo no miembros de OCDE, los precios probablemente altos de vehículos a combustible no convencional, por ejemplo, híbridos o eléctricos, la carga insostenible de subsidios y la falta de infraestructura podrían limitar su uso generalizado. En estos países, opciones más económicas de reducción de energía en el corto plazo, pueden provenir de la mejora de las operaciones, de las políticas de uso del suelo y de las opciones de transporte alternativo mediante el uso de los recursos de transporte ya disponibles de manera más efectiva (Banco Mundial, 2013).

C. Tendencias futuras y escenarios de eficiencia energética en el transporte

La evolución a largo plazo de los sistemas de transporte, por ejemplo, la demanda, el consumo de energía, y la distribución espacial, etc., ha sido objeto de estudios y evaluaciones de impacto en la UE y a nivel internacional[23], con el objetivo principal de anticipar las tendencias futuras con el fin de diseñar políticas de transporte eficientes y sostenibles.

Recientemente, 2050 es la nueva referencia temporal en el marco del compromiso a largo plazo hacia la descarbonización del sistema de transporte, en coherencia con el objetivo internacional de reducción de los gases de efecto invernadero (GEI)[24].

Según la predicción del Foro Internacional del Transporte (FIT) (OECD/ITF, 2011) las tendencias globales a largo plazo en la movilidad se caracterizarán por continuar con las mismas

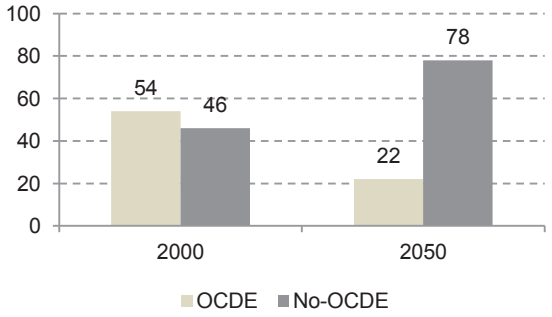
[23] Por ejemplo , el transporte en la UE GHG: mailto:http://www.eutransportghg2050.eu/.

[24] En Europa, financiado por la Comisión Europea (DG MOVE) 7 º Programa Marco de Investigación, deben mencionarse los siguientes proyectos y estudios: TRANS-TOOLS (2012), ESCENARIOS TRANS (2013) y TRANSVISIONS (2009). A nivel internacional, las referencias importantes, entre otros, son los informes y estudios de la OCDE / ITF (2011) y AIE (2012).

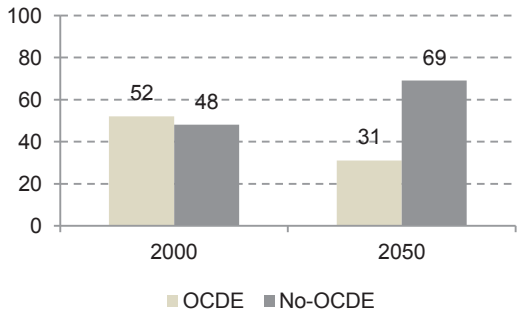
tendencias que en el pasado. Los volúmenes transportados de pasajeros y carga en los países de la OCDE en 2050 son previstos, en promedio, más bajos que en los países fuera de la OCDE, invirtiendo la situación registrada en 2000.

GRÁFICO 11
TENDENCIAS EN LA MOVILIDAD A LARGO PLAZO, 2000-2050

A. Cuota de traslado de pasajeros (pkm)



B. Cuota de traslado de mercancía (tkm)



Fuente: Elaboración propia basado en OECD/ITF, 2011.
Nota: No incluye los países OECD de América Latina, solo los miembros europeos, América del Norte y el Pacífico.

El siguiente cuadro muestra el tema de la distribución del transporte de pasajeros en los diferentes modos de transporte, ejemplifica la tendencia prevista de un fuerte incremento en el uso de vehículos y aviones para el transporte de pasajeros en China y América Latina en comparación con los países de la OCDE en diferentes regiones del mundo hasta el año 2050.

CUADRO 4
DIVISIÓN A LARGO PLAZO DEL TRANSPORTE DE PASAJEROS, 2000-2050

	2005					
	Automóvil	Aviones	Ferroviarios	Buses	Otros	Total
OCDE Europa del norte	81	14	1	4	0	100
OCDE Europa	63	16	5	13	3	100
OCDE Pacífico	56	13	9	16	6	100
China	7	9	15	43	26	100
América Latina	41	12	1	42	4	100

	2050					
	Automóvil	Aviones	Ferroviarios	Buses	Otros	Total
OCDE Europa del norte	68	28	1	3	0	100
OCDE Europa	50	30	6	11	2	100
OCDE Pacífico	44	28	11	13	4	100
China	55	14	10	11	10	100
América Latina	70	12	1	14	3	100

Fuente: Elaboración propia, basado en OCDE/ITF, 2011.
Nota: No incluye países OCDE de América Latina, solo miembros OECD europeos, Norte América y el Pacífico.

En el contexto del transporte terrestre de mercancías, la mayoría del crecimiento del consumo de energía debido al transporte mismo, se pronostica en las naciones en desarrollo no miembros de la OCDE, mientras que el consumo a mediano y largo plazo entre los países desarrollados de OCDE remanará relativamente igual o en declive.

CUADRO 5
DIVISIÓN A LARGO PLAZO DEL MODO DE TRANSPORTE DE CARGA —TRANSPORTE DE TIERRA, 2000-2050

	2005		2050	
	Camiones	Ferroviarios	Camiones	Ferroviarios
OCDE Europa del norte	40	60	54	46
OCDE Europa	86	14	90	10
OCDE Pacífico	72	28	81	19
China	25	75	56	44
América Latina	84	16	92	8

Fuente: OECD/ITF, 2011
Nota: No incluye países OCDE de América Latina, solo miembros OCDE europeos, Norte América y el Pacífico.

Cabe mencionar que este escenario se limita al transporte terrestre y, por lo tanto, no incluye el transporte marítimo y aéreo nacional e internacional. Sin embargo, el transporte internacional, tanto aéreo que marítimo, representa una parte cada vez mayor del consumo energético del sector del transporte.

El debate sobre la forma de cómo abordar la eficiencia energética y la reducción de emisiones en los sectores del transporte aéreo y marítimo ha sido principalmente impulsado por dos organizaciones internacionales: la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y la Organización Marítima Internacional (OMI), en que los países nacionales contribuyen individualmente.

El tráfico aéreo sigue creciendo, y se prevé que se triplique para el año 2050 (AIE, 2012). Las principales medidas que se consideren para mejorar la eficiencia energética en el futuro se basan en mejorar la aerodinámica, materiales ligeros y motores más eficientes (ICCT, 2012).

La demanda del sector de transporte marítimo de combustibles (bunker fuel) es impulsado por la globalización de la producción y la geografía del comercio y se prevé que crezca en el mediano-largo plazo (2030) en un promedio del 2,5% anual (Purvin y Gertz, 2010). Las medidas más prometedoras para mejorar la eficiencia energética son tecnológicas (por ejemplo, modernizaciones y reacondicionamientos) que podrían reducir la intensidad energética de los buques en un 50% para la mayoría de los tipos de embarcaciones de gran tamaño (AIE, 2012).

Fuera de la OCDE se prevé un incremento del consumo de energía del transporte de un 3,7% anual entre 2008 y 2035, en comparación con el 0,3% proyectado para los países de la OCDE. Es probable que la desaceleración del crecimiento de las economías nacionales y de las poblaciones de los países de la OCDE contribuya a reducir la demanda promedio de energía para el transporte.

CUADRO 6
USO DE LA ENERGÍA EN EL TRANSPORTE POR REGIONES (EN CUATRILLONES BTU), 2008-2035

	2008	2035	Crecimiento promedio estimado 2008-2035
OCDE	59,3	64,8	0,3
América	33,2	38	0,5
Europa	18,8	18,9	0
Asia	7,4	7,9	0,3
No-OCDE	38,9	77,3	3,7
Europa y Euroasia	7,2	9,5	1,2
Asia	16,3	42,2	5,9
Medio oeste	5,4	9,5	2,8
África	3,6	5,3	1,7
América Central y del Sur	6,4	10,7	2,5
Total en el mundo	98,2	142,1	1,7

Fuente: Elaboración propia, basado en DOE/AIE, 2011.

Nota: OECD América incluye Chile.

En el futuro, el crecimiento de la población mundial no se distribuirá de manera uniforme, con la mayor parte del crecimiento a producirse en África, China, India y partes de América Latina (WEC, 2011).

En cuanto a las tendencias de urbanización, la mayoría de las mega ciudades se han desarrollado y siguen creciendo en Asia, África y América Latina. Esto tiene y tendrá amplias implicancias para el transporte, especialmente, en las ciudades de rápido crecimiento, en los que el aumento en la adquisición de automóviles dará lugar a cambios considerables, alejándose de los medios no motorizados y del transporte público.

Además de la demografía, de las tendencias de urbanización y del crecimiento económico, otros factores importantes detrás de las tendencias de consumo de energía en el transporte, pueden ser identificados a través de las tendencias en el ahorro de combustible y en vehículos con nuevas tecnologías, que se describen brevemente en las siguientes secciones.

1. Ahorro de combustible

La reducción del consumo de combustible promedio (a nivel mundial) y de las emisiones de CO_2 de los vehículos nuevos alimentados convencionalmente, representa un indicador importante para medir la eficiencia energética del transporte carretero en las próximas décadas. La Agencia Internacional de Energía (AIE), en colaboración con la Iniciativa Global de Ahorro de Combustible (GFEI, 2011), están llevado a cabo un programa de investigación para monitorear el consumo de combustible de los vehículos nuevos de todo el mundo[25].

[25] El estado de avance en la mejora de ahorro de combustible se puede evaluar a nivel mundial en el índice de consumo de combustible preparado por AIE, lanzado en 2012 (AIE, 2013).

En el escenario global de energía, para que el sistema de transporte sea sostenible[26], el objetivo es reducir a la mitad el consumo de combustible de los vehículos nuevos entre 2005 y 2030.

RECUADRO 5
NUEVAS TECNOLOGÍAS VEHICULARES

Las nuevas tecnologías de vehículos, por ejemplo, vehículos híbridos eléctricos, vehículos híbridos eléctricos conectable a la red, vehículos eléctricos con batería, etc., representan una importante tecnología. En 2012 la proporción de vehículos híbridos-eléctricos no conectables se duplicó en todo el mundo (AIE, 2012), impulsado por las ventas en Japón y Estados Unidos. India ha anunciado políticas para llegar a un plan de mediano plazo (2020) para vender seis millones de vehículos y China, va a invertir hasta US$ 15 billones en vehículos de energía alternativa en los próximos 10 años (EIA-US Energy Information Administration, 2011). Programas como estos contribuyen a la reducción de costos de producción de baterías.

Fuente: Elaboración propia.

La situación actual muestra que son necesarios más esfuerzos, en particular en los países no pertenecientes a la OCDE. El ahorro de combustible durante el período 2008-2011, expresado en (leg/100km, litros equivalentes de gasolina por cada 100 kilómetros) mejoró a una tasa promedio de -1,8% a nivel mundial, lo que corresponde a -2,7% en los países de la OCDE y de -0,6% en países no pertenecientes a la OCDE. El promedio de antigüedad del parque vehicular y las condiciones de la carretera son los factores principales que mantienen el ahorro de combustible promedio en los países fuera de la OCDE a niveles inferiores (AIE/OCDE, 2012). A pesar de algunas mejoras en el último período (2008-2011) en países no OCDE, es decir, -0,6%, frente al 0,4% entre 2005 y 2008, la tasa anual global de mejoría es muy inferior al -3,0% requerido para cumplir con la meta mundial.

CUADRO 7
SITUACIÓN GLOBAL DEL NIVEL DE AHORRO DE COMBUSTIBLE

	leg/100 km					Variación anual		
	2005	2008	2010	2011	2030 objetivo	2005-2008	2008-2011	Target 2011-2030
OCDE	8,1	7,6	7	7		-2,20%	-2,70%	
No-OCDE	7,5	7,6	7,5	7,5		0,40%	-0,60%	
Mundo	8	7,6	7,2	7,2	4	-1,70%	-1,80%	-3,00%

Fuente: Elaboración propia, basado en AIE, 2013.
Nota: OCDE incluye Chile.

En el futuro una combinación adecuada de estándares de ahorro de combustible, impuestos en el combustible y programas de certificación e identificación, deben ser adquiridas con el fin de invertir las tendencias.

2. Conclusiones

Dadas las últimas tendencias y los escenarios futuros, el potencial para mejorar la eficiencia energética en las próximas décadas vendrá principalmente del sector de carreteras y vehículos convencionales (motores de combustión interna con combustibles derivados a base de petróleo), particularmente en los países no pertenecientes a la OCDE, tanto en el sector de pasajeros como de mercancías.

El aumento de la actividad de transporte en los países no OCDE, son impulsados por el más alto crecimiento de la población proyectado y por las tendencias en la economía y en la urbanización. El hecho de un mercado casi saturado (en términos de la propiedad de automóviles y la distancia de

[26] 8 La AIE (2012) ha definido un escenario integral de energía, el escenario 2DS, que presenta una visión de un sistema energético sostenible en consonancia con el objetivo a largo plazo para mantener el aumento de la temperatura mundial a 2°C para el año 2050.

viaje) en los países de la OCDE lleva a la conclusión de que es el desarrollo tecnológico lo que ofrece es un mayor potencial para mejorar significativamente la eficiencia energética en estos países.

La dependencia del petróleo no va a cambiar en las próximas décadas, por lo tanto, las principales incertidumbres (suministro de petróleo, alza en los precios), son destinados a aumentar los desafíos para aquellos países que tengan proyección de mayor crecimiento en el transporte.

Las políticas gubernamentales podrían cambiar la situación, promoviendo combustibles alternativos, nuevas tecnologías y políticas de transporte sustentables.

D. Políticas de eficiencia energética en el transporte

1. Introducción

La siguiente sección entregará una visión y ejemplos de medidas y políticas en eficiencia energética en algunas regiones y países.

2. Visión de políticas y medidas para la mejora de eficiencia energética en el transporte

a) Países de ANSEA

La Asociación de Naciones del Sudeste Asiático, ANSEA (ASEAN, sigla en inglés) es una asociación compuesta por los diez estados de Brunei, Camboya, Indonesia, República Democrática Popular Lao, Malasia, Myanmar, Las Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam. Estos países pertenecen a una de las regiones con el mayor crecimiento en el mundo y su demanda por energía crece debido al propio crecimiento económico y demográfico.

En cuanto a la dotación de energía, los países de la ANSEA tienen la ventaja de los recursos naturales, son ricos en reservas de combustibles fósiles y tienen un importante potencial en energías renovables, especialmente eólica, hidroeléctrica y geotérmica.

Se estima un crecimiento rápido en la demanda del sector transporte, impulsado por el aumento de la renta per cápita y las tasas de aumento de vehículos motorizados por hogar.

Las políticas de eficiencia energética en el transporte, están determinadas por los siguientes factores de impulso:

- El incremento de la población urbana y la actividad económica de los países de la ANSEA, que han llevado al aumento constante de la demanda de viajes dentro de la ciudad, provocando congestión en tránsito, como resultado del crecimiento del tráfico, sobrepasando la tasa de mejoramiento de las infraestructuras de transporte y de la aplicación de medidas eficaces de gestión de tránsito.
- El Plan de Acción de la ANSEA para la Cooperación Energética (APAEC en inglés) 2010-15, que tiene el fin de asegurar un suministro de energía limpia y sostenible a través de la fijación de metas para la eficiencia energética y el uso de combustibles alternativos, es decir, la eliminación de los subsidios a los combustibles fósiles y la cooperación para ampliar la diversificación en materia de combustibles a través de la interconexión de la red eléctrica de la región (ASEAN Power Grid, APG) y el Trans ANSEA Gaseoducto (Trans Asean Gas Pipeline, TAGP).

La siguiente tabla muestra las interrelaciones entre las metas y acciones específicas a lo largo del mediano y largo plazo.

CUADRO 8
PAÍSES DE ANSEA: POLÍTICAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE

	2011	2012	2013	2014	2015	A futuro
Intercambio de experiencias, proyectos y conocimientos relacionados con "Sistemas de Transporte, Vehículos y Combustibles amigables con el medio ambiente"	x	x	x	x	x	x
Adopción e implementación de proyectos pilotos exitosos basados en las experiencias y proyectos relacionados con el "Sistema de Transporte, Vehículos y Combustibles" amigables con el medio ambiente	x	x	x	x	x	x
Llevar a cabo estudios sobre la promoción de la red de transporte público verde para mejorar y establecer un transporte público eficiente con la energía verde (bus rápido de transporte) en las ciudades capitales de las MGA según el requisito de 2013.	x	x	x			
Poner en práctica las sugerencias / proyectos del estudio anterior sobre "Promoción del Sistema de Transporte Colectivo Verde"				x	x	x

Fuente: Elaboración propia, basado en el Plan estratégico de transporte de ANSEA, 2010.

El Plan Estratégico de Transporte de la ANSEA (2010) establece la importancia de implementar programas de transporte sostenible al fin de aumentar la eficiencia energética y reducir el consumo y las emisiones en este sector. En este sentido, los ministros de la ANSEA acordaron aplicar medidas para mitigar el cambio climático, especialmente, en el sector del transporte terrestre y la promoción de la eficiencia energética y el transporte urbano sostenible en las ciudades de su región.

Con el fin de mejorar la cuota de transporte público en las capitales seleccionadas y que, actualmente cuentan con un deficiente sistema de transporte público, un estudio sobre Transporte Público Ecológico – Verde (Bus Rapid Transport), está previsto. Posteriormente, y en base a las recomendaciones de este estudio, el programa sugerido debe ser implementado. Sin embargo, considerando el gran alcance de los trabajos, los proyectos que se propongan requerirán un número adicional de años para su implementación y se prolongará más allá de 2015.

b) Brasil

Brasil dispone de una cuota muy grande de energía renovable en término de disponibilidad de energía primaria (Total Primary Energy Supply, TPES); 45% en comparación con el promedio de 8% de los países de la OCDE (AIE, 2011). Como consecuencia de ello, los sectores de energía y transporte se caracterizan por fuentes de baja emisión de carbono. La energía hidroeléctrica representa cuatro quintos (80%) de la capacidad eléctrica instalada, mientras que el etanol representa casi una quinta parte de la demanda de energía en el transporte.

Las implicaciones para el consumo del transporte son importantes. Brasil es uno de los líderes mundiales en la producción y uso de etanol derivado de la caña de azúcar, el segundo productor mundial de etanol y el uso de caña de azúcar, y el segundo mayor exportador del mundo, después de Estados Unidos. En términos de volumen, el etanol representa casi la mitad del combustible para automóviles en Brasil.

En cuanto a las políticas de energía, se prevé un aumento en el uso de combustibles alternativos. Los biocombustibles representarán la mitad de las necesidades de energía en el sector transporte del país. La mayoría se utiliza en el transporte terrestre, una parte en el transporte marítimo, y una cantidad limitada de combustible para el aéreo.

Las medidas para mejorar la eficiencia energética en el transporte están relacionadas a la disponibilidad de combustibles alternativos a los productos base del petróleo. Brasil comenzó a reemplazar la gasolina por etanol en 1975 gracias al Programa Nacional del Alcohol -Etanol (Proalcool), que estableció las mezclas obligatorias de etanol en la gasolina (incrementado progresivamente hasta el 25%).

Como resultado del programa en 1985 más del 85% de los coches nuevos en Brasil utilizan alcohol, y 2 millones del total de 10 millones de vehículos usan sólo etanol. Posteriormente, en la década de 1990, la combinación de alto precio del azúcar y bajos del petróleo, dio lugar a una crisis de suministro y revirtió los avances del programa volviendo al uso de la gasolina y culminando con la desregulación del sector a finales de 1990.

En 2003, el lanzamiento de vehículos de combustible mixto (flex-fuel vehicle, FFV siglas en inglés) volvió a cambiar las tendencias de la oferta de energía. El flex-fuel es una tecnología que permite que los vehículos funcionen con gasolina, etanol o una mezcla en cualquier proporción en el mismo tanque, por lo que el consumo de etanol en el mercado interno comenzó a aumentar de nuevo de manera significativa. En la actualidad (2010) la flota de este tipo de vehículos (FFV) alcanzó los 10 millones, aproximadamente el 42% del total de coches ligeros en el país.

Se ha reconocido (IPEEC, 2012), sin embargo, que Brasil debería considerar vincular el precio de la gasolina al del mercado internacional, reduciendo los subsidios a la gasolina y el diésel, con el fin de controlar la inflación. Medidas adicionales para promover un precio atractivo del etanol con respecto al de la gasolina, podrían incluir reducir la tasa al etanol (actualmente más caro que el diésel).

Mientras el desarrollo ulterior de la función de las fuentes alternativas de energía (etanol y renovables) es parte de la estrategia general para mejorar la eficiencia energética[27], las políticas de eficiencia energética en el transporte también se enfocan en lo siguiente:

CUADRO 9
POLÍTICAS EN CURSO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE EN BRASIL

Título	Descripción	Año	Tipo de política
Plan Nacional de Cambio Climático de Brasil	Mejora de la eficiencia energética en la industria, el transporte y edificios	Desde 2008	Políticas de apoyo, planificación estratégica, Instrumentos Regulatorios
Programa Nacional para el Uso Eficiente de Energía de Petróleo y Derivados Gas Natural - CONPET	Programa para mejorar la gestión de los combustibles en su fase de uso final, por ejemplo, motores de inspecciones para autobuses y camiones	Desde 2008	Políticas de apoyo, planificación estratégica, Instrumentos Regulatorios
Programa DESPOLUIR	Programa creado para abarcar una serie de medidas que aborden las flotas limpias, mantenimiento de vehículos (camiones), en asociación con los operadores de transporte, la gestión medioambiental de las empresas operadoras de transporte (evaluación del ciclo de vida)	Desde 2007	Políticas de apoyo, planificación estratégica, Instrumentos Regulatorios
PBE-V	Programa de etiquetado del motor de coche	Desde 2006	Instrumentos Regulatorios, Información y Educación

Fuente: Elaboración propia, basado en información de la AIE.

Además, el sistema de transporte de Brasil ha diseñado medidas de infraestructura para reducir la dependencia del transporte de mercancía por carretera, uno de los retos más importantes (IPEEC, 2012). Ellos responden a la necesidad de mejorar la infraestructura para la logística y la inter-modalidad, así como buses de tránsito rápido (Bus Rapid Transit, BRT) y las líneas de metro en las zonas urbanas.

c) China

La importancia de China en el contexto de la descarbonización del sector del transporte es muy alta. China ha sido la economía de más rápido crecimiento entre los países fuera de la OCDE y el consumidor de combustible para el transporte de mayor crecimiento (EIA, 2011). Algunos datos y proyecciones recientes justifican la importancia del mercado chino.

[27] El Ministro de Minería y Energía, Plan Nacional de Eficiencia Energética-Suposiciones y Directrices básica, Brasilia, DF, 2011.

- Gran parte del crecimiento en el consumo de energía chino ha sido el transporte carretero. El número de vehículos ligeros en China creció en un promedio del 24% anual desde 2000 a 2008, y el número total de vehículos casi se cuadruplicó, de 22,3 millones en 2000 a 86 millones en 2008 (AIE, 2011).
- El nivel de motorización de China se estima en 32 vehículos por cada 1.000 habitantes el 2007, en comparación con 820 en los Estados Unidos, 552 en Europa, 595 en Japón y 338 en Corea del Sur. Por lo tanto es muy probable que la motorización de China aumentará fuertemente hasta el año 2035, aunque no hasta los niveles observados en muchos países de la OCDE (AIE, 2011).
- En relación a la infraestructura de transporte, de 1998 a 2008, la longitud combinada de todas las autopistas de China aumentó en un promedio del 11,3% anual, mientras que el crecimiento promedio en las rutas principales fue de 21,4% anual. Durante el mismo período, en las autopistas los viajes de pasajeros(medido en pasajeros-milla) y los viajes de carga (medido en toneladas-milla) aumentaron en un promedio anual de 7,7 y 19,6%, respectivamente.

En dicho contexto, las políticas de eficiencia energética pueden ser clasificadas en dos categorías:

- En muchos sectores, los planes detallados tienen un enfoque tecnológico. De hecho, el Ministerio de Transportes, por ejemplo, ha desarrollado el 12º Plan Quinquenal para el ahorro de energía y la reducción de las emisiones con un fuerte énfasis en las mejoras tecnológicas del ahorro de combustible para vehículos de todo tipo, y el desarrollo y difusión en el uso de los vehículos eléctricos y otros. El Plan requiere un desarrollo paralelo, con el sector de empresas de servicios públicos, de redes inteligentes y aplicaciones de sistemas de transporte inteligentes, como los sistemas de información avanzados y controles de tráfico (AIE, 2012);
- Mejorar el equipamiento de la infraestructura. China está de hecho empujando planes a gran escala para la expansión del tren de alta velocidad y de las redes de transporte público. Los gastos de las vías férreas fue el componente individual más grande del paquete de estímulo económico del Gobierno, adoptado en 2008. De 2009 a 2012, el gobierno planeó invertir US$303.7 billones en la construcción del sistema ferroviario, con planes para ampliar la red ferroviaria de 24.900 millas a un total de 74.600 millas en 2020. El gobierno espera tener unas 8.100 millas de ferrocarril de alta velocidad instalados y 42 líneas en operación para el año 2012 y 10.000 millas instalados en 2020 (AIE, 2011).

En lo global, el Programa de Energía Sostenible de China (China Sustainable Energy Programme, CSEP, 2013, sigla en inglés):

- Apoya un sistema de normas de uso eficiente de combustible que cubra todos los tipos de vehículos en China, aproximándose gradualmente a los niveles europeos y japoneses, que lideran a nivel internacional;
- Apoya el desarrollo de normas cada vez más estrictas de estándares de emisión para los vehículos nuevos y por el uso de combustibles limpios, y por la aplicación oportuna y eficaz de dicha normas;
- Promueve el rápido desarrollo y comercialización de vehículos que utilizan combustibles alternativos, ayudándolo así a superar rápido a lo basado en la tecnología y producción de combustibles fósiles; y
- Promueve la integración de carreteras, ferrocarril y otros modos de transporte, y el cambio hacia opciones más eficientes en el transporte de mercancías a larga distancia.

La tabla siguiente (Medidas y Políticas de la Agencia Internacional de Eficiencia Energética) resume las medidas dirigidas a la eficiencia energética en el transporte en curso de acción en China.

CUADRO 10
SITUACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE EN CHINA

Título	Descripción	Año	Tipo de política
Plan de desarrollo de la industria automotriz con nueva energía de ahorro 2012-2020	Para apoyar el desarrollo de la industria automotriz que produce vehículos de energía eficiente	Desde 2012	Políticas de apoyo, planificación estratégica, Instrumentos Regulatorios
Reducción del impuesto de vehículos de ahorro energético y nuevos coches de energía	Desde el 1 ene 2012, para reducir el impuesto de vehículos de bajo consumo a la mitad, mientras que los vehículos de nueva energía están exentos del impuesto	Desde 2012	Instrumentos Económicos
Incentivos fiscales para los vehículos comerciales respetuosos del medio ambiente - Hong Kong	Plan de incentivos para fomentar la inversión en vehículos comerciales ecológicos que cumplen las normas de emisiones Euro V para servicio pesado y vehículos diesel	Desde 2008	Instrumentos Económicos
Tasas de impuestos sobre consumos específicos de vehículo	Tasas de impuestos para los vehículos han sido proporcional al tamaño de los motores de coche	Desde 2006	Instrumentos Económicos
Cambio de combustible para reducir Petróleo Uso	Desarrollo de combustibles alternativos	Desde 2006	Políticas de apoyo, planificación estratégica, Instrumentos Económicos
Conservación de la Energía en el gobierno	La compra de vehículos del gobierno deben centrarse en los vehículos con bajo consumo de petróleo.	Desde 2006	Instrumentos de regulación, información y educación, Asesoramiento / ayuda en la ejecución, los instrumentos económicos
Normas Económicas de Combustible para Vehículos	Las normas obligatorias de eficiencia de combustible para los vehículos de pasajeros desde 2005.	Desde 2005	Instrumentos de regulación, códigos y normas

Fuente: Elaboración propia, basado en información de la AIE.

d) Unión Europea

El contexto general y las tendencias clave del sector del transporte europeo (2000-2010) se pueden resumir de la siguiente manera (ENERDATA, 2012). En general, a pesar de la mejora en la eficiencia energética (reducción del consumo y de las emisiones de vehículos), las emisiones globales de CO_2 se prevé que aumenten, la cuota del transporte público tiende a disminuir y el papel del transporte por carretera sigue siendo dominante.

- La crisis económica mundial a finales de la década de 2000 tuvo un impacto significativo en el sector del transporte, especialmente el de mercancías, que se redujo en un 12% en 2009.
- A pesar de un deterioro en la eficiencia del transporte de mercancías en el año 2009 vinculado a la crisis económica, el total de este sector en general fue un 9% más eficiente energéticamente en 2010 que en 2000. El consumo de energía no siguió la reducción del tráfico y sólo se redujo en un 5% .
- La eficiencia energética de los automóviles está mejorando de forma regular (a 1%/año desde 2000); en 2010, a nivel de UE, los coches consumen en promedio 0,8 litros cada 100 km menos que en 2000, es decir, 7,1 litros cada 100 km.
- La emisión de CO_2 de los coches nuevos se ha reducido en una media del 20% (o 2,2% / año) en la UE desde 2000. A pesar que el objetivo de 140 g de CO_2/km previsto en el

acuerdo entre la Comisión Europea y las asociaciones de fabricantes de automóviles, ésta sólo se alcanzó en el año 2010, en lugar de 2008.

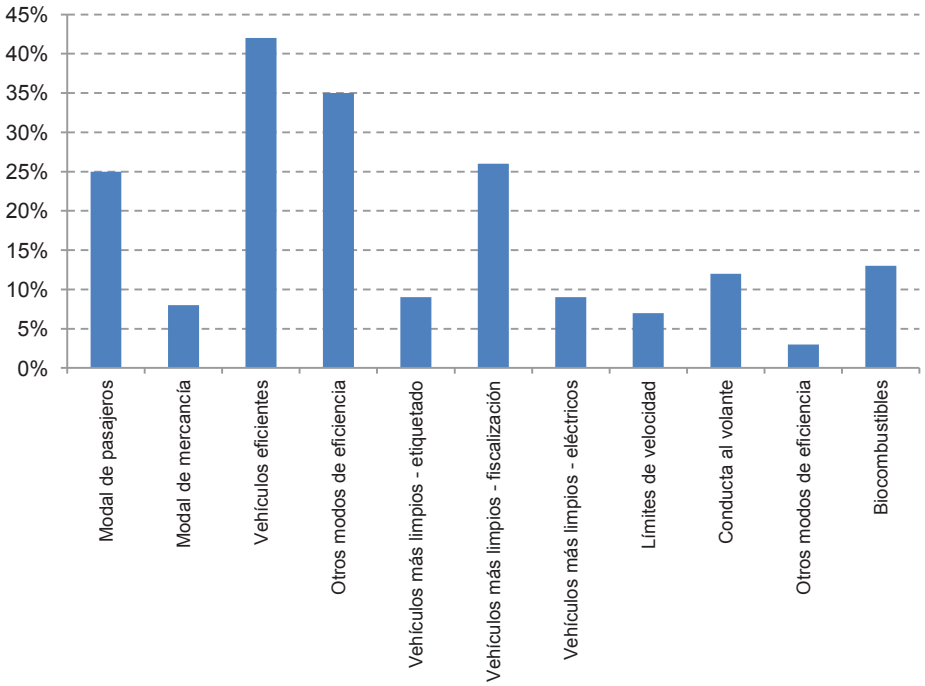
- La distancia anual recorrida por los coches ha disminuido constantemente desde 2000, lo que contribuyó a reducir el consumo de energía. Sin embargo, esta tendencia va acompañada de un aumento considerable del transporte de pasajeros (42% más alto en 25 años) y los cambios en los tipos de transporte hacia el uso de medios más rápidos, tales como trenes de alta velocidad y aviones (DG TREN, 2008). Por ejemplo, el volumen total de la energía consumida por la aviación se prevé que se triplicará en 2030 respecto a 1990, a pesar de las mejoras en la intensidad energética por unidad de transporte.
- La participación del transporte público en el traslado de pasajeros está disminuyendo en casi todas partes, a pesar de las políticas para revertir esa tendencia; sólo unos pocos países lograron aumentar la cuota del transporte público.
- En la UE, el crecimiento del traslado de pasajeros entre los años 2000 y 2010 contribuyó a aumentar el consumo de energía del transporte de pasajeros en un 15,5 Mtep. (Megatonelada equivalente en petróleo, Mega ton oil equivalent. Mtoe en inglés). El ahorro de energía ha compensado parcialmente este efecto (7,5 Mtep). La proporción decreciente del transporte público ha contribuido a un incremento marginal del consumo de 1 Mtep. Como resultado de estas tendencias opuestas, el consumo de energía del transporte de pasajeros se ha incrementado en 9 Mtep del 2000 al 2010.
- El aumento en el transporte de mercancías fue el responsable de un aumento del consumo de 12,5 Mtep entre 2000 y 2010. El ahorro energético ascendió a 3 Mtep y ha sido totalmente compensado por el cambio desde el transporte ferroviario y marítimo a carretera, el cual ha contribuido a aumentar el consumo alrededor de un 3,5 Mtep en la UE. Como resultado, el consumo aumentó en 13 Mtep entre 2000 y 2010.
- El sector transporte es el único sector de consumo en el que las emisiones de CO_2 siguen aumentando: las emisiones en 2010 fueron un 21% por encima de sus niveles de 1990, y un 2,5% por encima de 2000.

En términos de políticas de eficiencia energética y medidas en materia de transporte, las tendencias y características de las más importantes medidas y mediciones europeas son supervisadas periódicamente por el proyecto ODYSSEE-MURE coordinado por ADEME[28]. El proyecto está financiado en el marco del Programa Intelligent Energy Europe con el apoyo de 29 instituciones nacionales desde los 25 Estados miembros de la UE, Noruega y Croacia, en general, con la co-financiación de sus propios gobiernos.

La visión europea que el proyecto provee (IEA, 2012) indica que se utilizan una amplia gama de instrumentos de política; el más común es el uso de medidas fiscales, que representan el 28% de todas las medidas, y se utilizan en casi todos los Estados miembros. En los últimos años (desde 2008) se observa una tendencia hacia la utilización de un menor número de medidas reglamentarias o normativas, y más medidas de cooperación, como los acuerdos voluntarios.

[28] www.odyssee-indicators.org.

GRÁFICO 12
MEDIDAS EUROPEAS EN LA MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL TRANSPORTE, OBJETIVOS DECLARADOS, 2008-2012



Fuente: Elaboración propia, basado en la AIE, 2012.

El objetivo más común de medidas de acuerdo con la revisión realizada a nivel europeo, y que se muestra en la figura anterior, es mejorar la eficiencia del transporte de pasajeros, principalmente a través de mejoras en la eficiencia de los vehículos o aumentar la adopción de aquéllos más limpios, pero también a través de la promoción de cambios de modos. Las medidas también están empezando, pero no predominantemente, a preocuparse de la mejora de la eficiencia de los otros tipos de transportes, y fomentar el cambio modal del transporte de mercancías por carretera a otros menos intensivos en energía, como marítimo y ferroviario.

Estas conclusiones corresponden a la revisión realizada por la Comisión Europea en 2009[29] (Nota 11) acerca de los primeros Planes Nacionales de Acción para la Eficiencia Energética (PNAEE, National Energy Efficiency Action Plan, NEEAPS en inglés). La revisión encontró un patrón similar en cuanto a los tipos de medidas y objetivos de las mismas. Muchos de esos planes incluyeron medidas tecnológicas para mejorar la eficiencia de los vehículos e incentivos y subsidios fiscales para fomentar aquéllos de combustibles limpíos, pero pocos contenían medidas sobre otras estrategias, como la transferencia modal y gestión de la movilidad.

En el contexto de este informe, es interesante destacar las conclusiones de la Comisión que requerían un enfoque más global y estratégico para que abarque medidas de infraestructura, tecnológicas, planificación, financieras, y de planificación de comportamiento y del espacio; a causa que sólo unos pocos Estados miembros habían presentado estrategias claras y coherentes de transporte de energía a ese momento.

[29] Bruselas, 23.6.2009 SEC (2009) Síntesis final de la evaluación completa de los 27 planes de acción nacional sobre eficiencia energética como es requerido por la Directiva 2006/32/CE sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios.

e) India

El consumo de energía del transporte de la India se prevé que crezca, impulsado por factores económicos y demográficos. La propiedad de vehículos en este país es de hecho un fenómeno relativamente nuevo. Como resultado, y debido a su gran población, la India tiene muy bajas emisiones de transporte per cápita. Pero la flota de vehículos en el país está creciendo rápidamente. Las ventas de vehículos aumentaron de 2 millones en 2007 a 2,26 millones el 2009 y continuará creciendo significativamente en la próxima década.

El año 2010, a pesar del fin del estímulo económico introducido en el 2008 en respuesta a la crisis mundial, la venta de vehículos en India siguió aumentando fuertemente.

India cuenta con la flota de vehículos ligeros más grande del mundo sin estándares de eficiencia. En particular, la flota de vehículos está compuesta por vehículos pequeños y de dos o tres ruedas (AIE, 2012). Esto también contribuye a clasificar la India entre los países con menos uso de combustible, alrededor de unos 6 l/100km (GFEI, 2011).

Sin embargo, en vista del crecimiento previsto del transporte en automóvil, la Oficina de Eficiencia Energética (Bureau of Energy Efficiency, BEE in ingles), una agencia del Gobierno de la India, dependiente del Ministerio de Energía y creada en marzo de 2002, bajo las disposiciones nacionales definidas por la Ley de Conservación de Energía 2001, está considerando de imponer una reducción del 15% en el consumo de combustible para automóviles al año 2020, que se traduciría en un consumo medio de combustible de 5l/100 km de la flota de vehículos nuevos. Esta norma abriría la puerta a las normas de eficiencia energética para los vehículo de dos y tres ruedas y pesados, que son los segmentos del sector transporte que en la India consume más combustible que los vehículos por pasajeros.

El Plan de Acción Nacional sobre el Cambio Climático que entró en vigor en 2008 pide una aplicación más estricta de las normas de ahorro de combustible a vehículos motorizados, a través de medidas de fijación de precios para fomentar la compra de vehículos eficientes, y proporcionar incentivos para el uso del transporte público.

Otros dominios que afrenta la eficiencia energética en el transporte se relaciona con las normas de emisión, la producción de combustibles alternativos, las políticas de infraestructura y uso del suelo, como se resume en los siguientes puntos:

- Estándares de emisiones por vehículos comenzaron a ganar importancia en la última década. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor de medio millón de personas en la India mueren prematuramente cada año por enfermedades directamente relacionadas con la contaminación del aire (Anup Bandivadekar et al, 2012). Como parte del compromiso de la India hacia combustibles más limpios, 17 ciudades han cambiado a las normas de emisión Bharat Etapa 4 (BS IV) (equivalentes a Euro IV), y otras tres ciudades se añadieron el 1 de marzo de 2012 (Amrit Raj, 2013). El plan es extender esta norma a 50 ciudades para el 2015.

- El 2010, India puso en marcha un Programa Nacional de Incorporación de Etanol, definiendo un estándar del 5% de etanol en la mezcla obligatoria en 20 estados, y comenzó a venderlo en 14 de estos estados, mientras que se incrementó el precio reglamentado para el etanol;

- El desarrollo de la infraestructura del país se encuentra entre unas de las prioridades clave para el gobierno de la India, por las presiones sobre su sistema de transporte debido al rápido crecimiento de la economía. Por lo tanto reducir los cuellos de botella en la infraestructura urbana y rural, se ha visto como un factor de mejora de la eficiencia y de la competitividad del país.

En general, el análisis de consultores (TERI, 2012) evidencia que dado los patrones actuales de consumo, aunque gran parte de la posibilidad de reducción de combustible en este sector puede estar

relacionada con mejoras autónomas en la eficiencia de los tipos de transporte, en un mediano-largo plazo se deberían hacer esfuerzos para aumentar el traslado en tren (cambio modal) y el uso del transporte público.

La siguiente tabla resume (International Energy Agency Energy Efficiency Policies and Measures) las políticas corrientes a propósito de eficiencia energética en el transporte en India.

CUADRO 11
SITUACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE EN LA INDIA

Título	Descripción	Año	Tipo de política
Plan Nacional de Acción sobre el Cambio Climático	Las medidas son de amplio alcance, la orientación de la eficiencia energética y las energías renovables, así como la mejora de la capacidad de investigación sobre temas de cambio climático	Desde 2008	Instrumentos de regulación, códigos y normas
El Undécimo Plan de Cinco Años	En 2007, el 11 º Plan de 5 años fue desarrollado e incluye metas para reducir la intensidad de la energía con respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20% con respecto al periodo 07–08 to 2016–17, y aumentar la eficiencia energética en 20%.	Desde 2007	Apoyo a las políticas, la planificación estratégica, los instrumentos económicos

Fuente: Elaboración propia, basado en información de la AIE.

f) Estados Unidos

En el contexto de los países de la OCDE, Estados Unidos (EE.UU) es el mayor consumidor de energía por la actividad del transporte. En particular, el consumo de energía de los vehículos ligeros es relevante. Éstos incluyen los vehículos de pasajeros, camionetas y camiones comerciales ligeros con peso de 8.500 a 10.000 libras.

El sistema de transporte provee a los residentes de EE.UU un alto nivel de movilidad personal, en cuanto a los viajes realizados y las millas recorridas. Se ha señalado (AIE, 2011) que el crecimiento de la demanda de energía para los vehículos ligeros se debe, principalmente, a un fuerte aumento de millas recorridas por vehículo/conductor con licencia, respaldado por los más altos niveles de ingreso personal realmente disponible y los aumentos más moderados en el precio del combustible que se ha visto en los últimos años.

Sin embargo, también se ha evidenciado, en una investigación reciente de US PIRG (2013), una organización americana de investigación y análisis de política independiente, que: "la combinación única de condiciones que alimentó el crecimiento explosivo de número y uso de vehículos -desde los precios baratos del gas a la rápida expansión de la fuerza laboral durante la generación del Baby Boom- ya no existe". Se puede encontrar confirmación del hecho de que en los Estados Unidos el transporte de pasajeros parece que llegó a un nivel de saturación, por lo menos sobre una base per cápita (AIE 2012).

Respecto al transporte de mercancías, el uso de combustible para vehículos pesados se eleva con el aumento de la producción industrial a causa de que más bienes de alto valor son transportados por camiones, compensado sólo parcialmente por un pequeño aumento de ahorro de combustible en los vehículos de carga pesada.

Las políticas recientes en el campo de la eficiencia energética promueven en particular las normas de ahorro de combustible para camiones y el plan actual de extender los estándares para los vehículos livianos hasta el año 2025, con una duplicación del ahorro de combustible (reducción de 50% en la intensidad de combustible), en consonancia con metas internacionales establecidas por la Iniciativa Global de Ahorro del Combustible.

La tabla siguiente entrega una visión de las políticas en acción enfocadas en la eficiencia energética en el transporte.

CUADRO 12
SITUACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE EN ESTADOS UNIDOS

Título	Descripción	Año	Tipo de política
Tracción a batería del vehículo eléctrico y la Iniciativa de fabricación de sus componentes	La batería del vehículo eléctrico tracción y donaciones de apoyo de la Iniciativa de fabricación de componentes para los fabricantes estadounidenses para producir baterías y componentes de accionamiento eléctrico.	Desde 2009	Instrumentos económicos
Showcase de subvenciones para Comunidades Climáticas	El programa de Showcase de subvenciones para Comunidades climáticas, lanzado en el 2009, ayuda a las comunidades a crear modelos replicables de acción comunitario sostenible que generen reducciones de gases de efecto invernadero persistentes y rentables y al mismo tiempo mejorar la, económicos, de salud pública ambiental, o de las condiciones sociales en una comunidad.	Desde 2009	Instrumentos económicos
Orden Ejecutiva 13514: Liderazgo Federal de Medio Ambiente, Energía y Desempeño Económico	Mejorar la gestión de flotas y transporte	Desde 2009	Instrumentos económicos
Ley de Recuperación y Reinversión Americana: créditos para la Energía Limpia	Becas disponibles para apoyar la fabricación de baterías avanzadas para instalaciones ubicadas en los EE.UU.; -USD 300 millones en fondos adicionales para EOD Programa Ciudades Limpias; -US $ 500 millones para un programa de becas de apoyo capacitación laboral energías limpias gestionado por el Departamento de Trabajo; 100 millones de dólares para apoyar a más capacitación laboral que es administrado por el Departamento de Energía	Desde 2009	Investigación, Desarrollo e Implementación (RD& D), programa de investigación, implementación y difusión de tecnología
Energy-Efficient Federal Motor Vehicle Fleet Procurement (Adquisición de Flota de Vehículos de Eficiencia Energética – Motor)	La Ley Recuperación y Reinversión (2009) permiten el uso de fondos disponibles para gastos de capital y necesarios para adquirir vehículos de motor con una mayor economía de combustible, incluyendo: vehículos híbridos; los vehículos eléctricos; y está disponible en el mercado, el plug-in de vehículos híbridos	Desde 2009	Instrumentos económicos

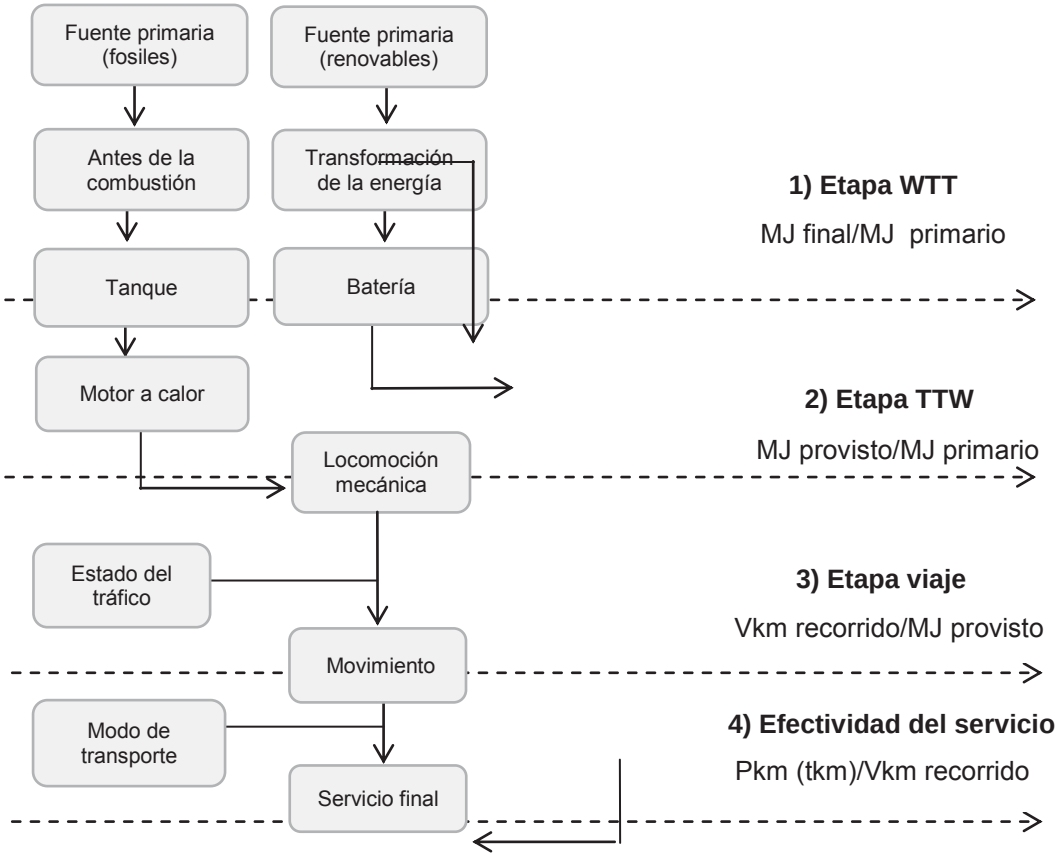
Fuente: Elaboración propia, basado en información de AIE.

3. Patrones emergentes en políticas de eficiencia energética

La búsqueda de la eficiencia energética en el transporte es un asunto complejo, debido al hecho de que hay cuatro etapas diferentes que deben ser consideradas en conjunto, correspondientes a diferentes niveles funcionales que subyacen a la prestación de los servicios de transporte en personas o mercancías. El siguiente diagrama muestra las cuatro etapas:

La primera etapa corresponde a las transformaciones de la energía necesaria para pasar de la extracción de la fuente primaria a la disponibilidad de energía a nivel de vehículo (esta etapa se refiere a menudo por las siglas WTF = Well-To-Tank, del pozo de petróleo- al tanque del vehículo). La eficiencia energética en esta etapa se mide por la relación entre la energía final almacenada y la energía primaria requerida (expresado en Joule en la imagen anterior).

DIAGRAMA 8
ETAPAS BÁSICAS EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE



Fuente: Elaboración propia, adaptado del REF-E, 2013.

La segunda etapa es el proceso que conduce a la movilidad, que corresponden a los cambios que tienen lugar en el vehículo para la transformación de la energía almacenada en el tanque (o batería) en la fuerza de tracción capaz de asegurar el mismo movimiento del vehículo y su carga útil (esta etapa se refiere a menudo por las siglas TTW = Tank-to-Wheel, del tanque a al neumático). La relación entre las dos cantidades de energía representa la eficiencia energética de esta etapa.

Estas dos primeras etapas se definen a veces conjuntamente con la sigla WTW (Well-to-Wheel), que abarca el consumo total de energía involucrada en las transformaciones y las características mecánicas de los vehículos.

La eficiencia energética total, sin embargo, también está influenciada por las condiciones del sistema de transporte y la forma en que se utilizan sus tipos de transporte; por ejemplo consumo de energía gastada en condiciones de tránsito fluido o en condiciones de tránsito intermitente (stop and go), o el consumo de energía gastada en relación con el número de pasajeros o con el volumen de toneladas transportadas. Más específicamente:

- La tercera etapa está relacionada con el viaje, y que mide la influencia de las condiciones del tránsito, por ejemplo, nivel de congestión en los modos de transporte no planificado, y la relación entre la velocidad y la distancia recorrida a lo largo de las redes de transporte.
- La cuarta etapa se refiere a la fase final del servicio de transporte, en el que, generalmente, tipo de transporte que satisfacen la demanda de transporte por medio compartidos (transporte colectivo para pasajeros y mercancías) son más eficientes en términos de energía consumida por pasajero/kilómetro o tonelada/kilómetro.

Lo que es importante destacar, como resultado de las cuatro etapas, es que la búsqueda de la eficiencia energética en el transporte significa abordar tanto los aspectos tecnológicos de la eficiencia energética, que corresponden a los dos primeros pasos (WTW), como también los aspectos socio-económicos del sistema de transporte, por ejemplo, distribución de los diferentes medios, condiciones del tránsito, etc., que corresponden a las dos últimas etapas del proceso.

El diagrama anterior muestra las etapas de la eficiencia en el transporte, pero omite el consumo de energía para la producción de vehículos (Life Cycle Assessment-LCA, evaluación para el ciclo de vida completo) y la eficiencia energética para el suministro de infraestructura de transporte, considerado ambas ajenas a la actividad del transporte.

Sin embargo, los dos componentes se considerada que juegan un papel importante en la eficiencia energética global del sector.

PE International (2012) señaló que existe un potencial mucho mayor para la des-carbonización a través de los avances en los materiales de los componentes de vehículos y en los procesos de producción. En tal contexto, el LCA de los vehículos eléctricos podría plantear cuestiones metodológicas (Hawkins, y otros, 2012). En realidad, la información disponible y los aspectos metodológicos pueden hacer que los resultados de un LCA sean controversiales, como se ha evidenciado en ACEA (COM/2013/0196 final).

En cuanto a la eficiencia energética en la provisión de infraestructura, la AIE (2012) hace hincapié en que el aumento de los viajes internacionales (en particular en los países no OCDE) requerirá de que la provisión de infraestructura debe crecer. En 2010, el 40% de todos los kilómetros viajados tuvieron lugar en los países no pertenecientes a la OCDE, a pesar que ellos poseen sólo el 20% de la infraestructura carretera en comparación con los países de la OCDE.

Los beneficios potenciales de ahorro en energía son significativos. De acuerdo con estudios de casos, estaciones de tren más "verdes" y alumbrado público pueden reducir las emisiones de CO_2 hasta 0,9 Mt al año. En el ámbito de los aeropuertos verdes y carbono-neutrales, en Brasil, un contrato de cinco años le ahorrará anualmente 1 millón de reales brasileños a la economía (Banco Mundial (2013).

La necesidad de un enfoque unitario y holístico unido a la eficiencia energética en las actividades de transporte, es confirmado también a causa de las evidentes relaciones entre las cuatro etapas de la eficiencia energética en el transporte y la estrategia AVOID-SHIFT-IMPROVE (ASI), como un marco bien establecido para el transporte sostenible[30].

4. Caso: subsidio de combustible

El caso de los subsidios a los combustibles merece una atención particular, pues es una de las herramientas para la mejora de la eficiencia energética que busca alcanzar la descarbonización de las actividades del transporte. La razón radica en el hecho de que los subsidios a los combustibles tienen como meta servir a una variedad de propósitos: desde la mitigación del cambio climático a la promoción de fuentes de energía locales, las políticas industriales y logros sociales (por ejemplo, mantenimiento de bajas tasas de inflación).

Los subsidios a combustibles fósiles (gasolina y diésel) y aquellos subsidios generales (por ejemplo, biocombustibles, GNC, etc.) deben ser tratados separadamente, debido al diferente impacto e implicancias en términos de políticas de energía.

[30] Para una visión general del enfoque ASI véase www.supt.org.

a) Subsidios a combustibles fósiles

Las organizaciones internacionales (AIE, 2012, Banco Mundial, 2013) coinciden en que la eliminación gradual de los subsidios a los combustibles fósiles representa un paso fundamental para lograr la igualdad de condiciones para todos los combustibles y tecnologías. Se ha estimado (AIE, 2012) que la eliminación de subsidios ineficientes que fomentan el despilfarro de energía y combustibles fósiles, podría reducir el crecimiento de la demanda energética en un 4%, hasta el año 2020. Sólo en 2010 los subsidios a combustibles fósiles fueron estimados en US$ 409 billones (con un crecimiento de más del 37% desde 2009), comparado con los US$ 66 billones dedicados al desarrollo de energías renovables (AIE, 2012).

Cálculos del Banco Mundial (2013) muestran que la República Islámica de Irán podría ahorrar US$ 20 billones al año y Arabia Saudita alrededor de 12 removiendo el subsidio al combustible usado en el transporte. Países más pobres también podrían tener mayores ahorros. Eliminando los subsidios al combustible en el transporte, por ejemplo, Myanmar podría ahorrar más de US$ 300 millones.

Desde 1991, la Deutsche Gesellschaft fuer Internationale Zusammenarbeit (Asociación alemana para el trabajo internacional en conjunto, GIZ, siglas en alemán) provee en forma regular de encuestas de precios de combustible a nivel mundial. Una de sus metas es entregar una comparación global de precios a la venta de combustible (y subsidios) como un instrumento para evaluar las políticas energéticas en países en vías de desarrollo.

En 2010, comparando respecto a un estándar de precio de combustible no subsidiado identificado como el precio de gasolina y diesel en la venta al por menor en EE.UU (incluyendo márgenes de la industria, el IVA y los impuestos locales), 22 y 45 países (que representan el 12,6% y el 25,9% de los países examinados) resultaron respectivamente muy altos o altamente subsidiados, con la consecuencia de un menor precio de venta al por menor, con respecto al precio de referencia de gasolina y diesel en EE.UU (GIZ, 2011).

La lista de países con subsidio, ordenado a partir de los niveles de subsidio más altos, incluye en mayor parte a los productores de petróleo y países en desarrollo.

En países en desarrollo, en particular, el bajo precio del combustible busca ayudar a la economía nacional, como en el caso de productos subsidiados derivados del kerosene y gas licuado de alto uso en la población rural en India, por lo tanto, la eliminación gradual de estas ayudas pueden resultar políticamente difíciles.

Sin embargo, un estudio del Fondo Monetario Internacional (FMI, 2006), basándose en el análisis del impacto de las subvenciones a los combustibles fósiles en la pobreza y en la sociedad en el Estado Plurinacional de Bolivia, Ghana, Jordania, Malí y Sri Lanka señaló que subsidios energéticos universales pueden no ser una vía rentable para proteger los ingresos reales de los hogares pobres, ya que pueden implicar un traspaso sustancial de beneficios a los grupos de mayores ingresos.

Como destacó la Cooperación Económica Asia Pacífico (APEC, sigla en inglés, 2012), teniendo en cuenta que en ningún caso la eliminación de subsidios a los combustibles puede ser regresiva, la eliminación gradual de los mismos debe ser parte de una compleja reforma económica y política de subvenciones a los combustibles de origen fósil, incluyendo medidas muy observadas de asistencia social; por ejemplo los ahorros de presupuesto derivados de la disminución de subsidios deberían ser direccionados a prioridades más relevantes, como incrementar el acceso y calidad de la educación y del servicio de salud, mejorando la infraestructura y reduciendo tasas.

b) Subsidios a combustibles no fósiles

Los impactos de subsidios a combustibles no fósiles son controversiales. Es reconocido que los biocombustibles jugarán un rol importante en transformar el transporte en sustentable a partir del 2050, por lo menos en el escenario de la UE (EREC, 2010).

Sin embargo, a pesar de que a nivel mundial un número creciente de países se está comprometiendo a objetivos relacionados con biocombustibles (Argentina, Australia, Brasil, Canadá, China, Colombia, India, Indonesia, Malasia, México, Perú, Filipinas y Sudáfrica), sin apoyo, tanto directo como indirecto, la viabilidad comercial de los biocombustibles puede cuestionarse (Banco Mundial, 2013).

Estudios de casos que proporcionan señales mixtas:

El programa brasileño ProAlcool esbozó una política exitosa de largo plazo que reduce el costo de producir etanol. Hoy el gobierno gasta alrededor de US$ 2,5 billones por año en subsidios al consumo y ahora es lejos el productor de bioetanol más barato del mundo. La industria también emplea a más de 3 millones de personas y contribuye en gran medida a la seguridad energética (WEF, 2011).

El biocombustible para uso particular con etanol a base de maíz subsidiado por el gobierno de EE.UU (38 a 49 centavos de dólar por litro) logró posicionar a EE.UU como el mayor productor de etanol en el mundo, pero no parece tener un alto potencial de reducir el CO_2 ni tampoco la dependencia del petróleo en el largo plazo.

En general, se puede decir que los programas que promueven eficiencia energética a través de subsidios e incentivos deberían tener una duración limitada; eso significa que pueden guiar el mercado por un tiempo, pero raramente los efectos no son sostenibles en el tiempo.

Conclusión

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 establecimiento de diferentes distribuciones en el tipos de transporte utilizado, por ejemplo, cambiando cuotas de transporte a modos que sean amigables al medio ambiente (pasajeros y carga).

En general, los diferentes objetivos pueden ser interpretados a la luz de la metodología ASI (Avoid – Shift - Impove), 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. Una estrategia coherente y holística que abarque todas las etapas es fuertemente recomendada.

Las prácticas actuales de los países miembros y no miembros de la OCDE que se examinan, más bien tienden a centrarse en los componentes específicos, a la luz de las metas: primacía tecnológica en los países de la OCDE y en el proyectado crecimiento del tránsito en los países no OCDE.

Entre las políticas, el subsidio de los combustibles merece atención, debido a la señal de distorsión potencial sobre los patrones de consumo, el impacto en el mercado de la energía y la equidad.

E. Requerimientos para una regulación eficiente: panorama del marco regulatorio de energía en el sistema de transporte

Los marcos regulatorios de sistema de transporte 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 campaña 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.

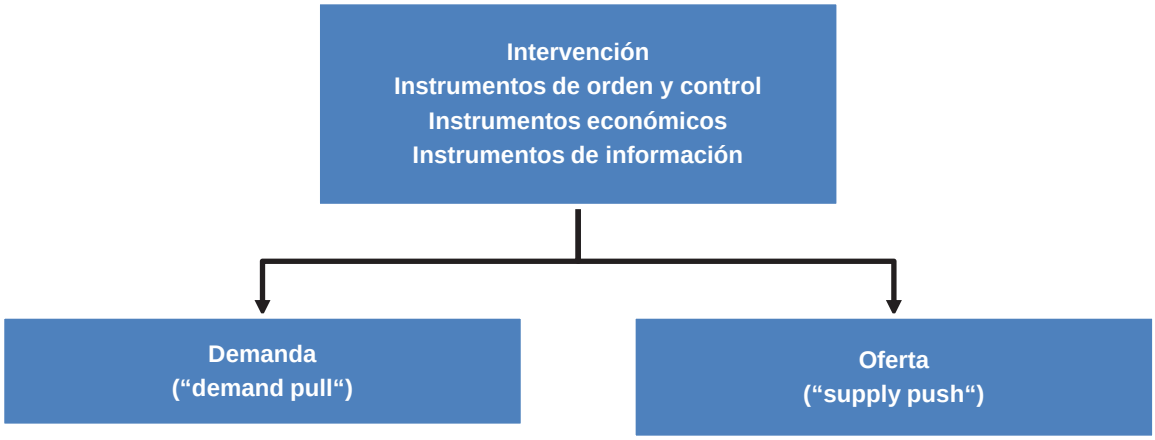
En el campo de la eficiencia energética, los instrumentos principales, cuya combinación específica determina el marco regulatorio, son los siguientes:

Instrumento de Comando y Control, definición de estándares en el consumo de combustible y las emisiones, como las normas de emisión de la Unión Europea para vehículos ligeros y vehículos pesados a uso comerciales (es decir, normas Euro II, Euro III, Euro IV, Euro V y Euro VI) o las normas de ahorro de combustible promedio corporativo (Corporate Average Fuel Economy, CAFE) establecidos en los Estados Unidos;

Instrumentos económicos, influyendo en la elección de los consumidores, en la producción y el desarrollo de nuevas tecnologías, como los impuestos al combustible, las subvenciones de Investigación y Desarrollo, (R&D Research and Development), diferenciación de los cargos de tasas carreteras a vehículos, las subvenciones a la compra de vehículos eléctricos y/o la instalación de puntos de recarga, las subvenciones para el desarrollo de vehículos eléctricos (por ejemplo, la tecnología de baterías), etc.;

Instrumentos de información y política; como el etiquetado, el cual tiene como objetivo proporcionar a los usuarios de vehículos información clara y pertinente sobre la calidad del neumático, y para guiarlos hacia la elección de un producto que sea más eficiente en termino de consumo de combustible; acuerdo voluntario y el desarrollo de asociaciones público-privadas.

DIAGRAMA 9
INSTRUMENTOS PRINCIPALES EN EL CAMPO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA



Fuente: Elaboración propia.

Las siguientes secciones describen los tipos de instrumentos, las condiciones para su aplicación, ejemplos con buenas y malas prácticas, con el fin de proporcionar la base para generalizar los requisitos de un marco regulatorio eficiente en la países miembros y no miembros de la OCDE.

a) Instrumento de Comando y Control

Estándar de Ahorro de combustible

Normas de ahorro de combustible tienen el propósito de reducir su demanda en el sector transporte a través de mejoras en la eficiencia de su uso en los vehículos. La eficiencia de combustible se mide como la distancia por unidad de consumo y, dada la misma distancia recorrida, que puede conducir a reducir el consumo y mejorar la eficiencia energética.

Sin embargo, las políticas de aplicación y control están enfocadas en general, en incrementar la adopción de tecnologías avanzadas, pero no proveen, por si misma, un incentivo para operar eficientemente. De hecho, al disminuir el consumo específico de combustible, estas políticas pueden disminuir el incentivo para operar de manera eficiente y aumentar la distancia recorrida (el llamado efecto de rebote). Se ha mencionado que por cada consumo de combustible en un 10% de ahorro, la distancia recorrida aumenta alrededor de un 3% (WEC, 2011).

Además, las normas de ahorro de combustible pueden ser difíciles de implementar, tanto en lo político (acuerdos con lobby de poder) como a nivel técnico. Se ha subrayado como la mayoría de los países en desarrollo se encuentran reacios a introducir normas reglamentarias estrictas debido a sus limitados recursos para hacer cumplir las mismas de forma estricta (Timislsina, 2009).

La madurez del mercado, nivel de ingresos y la tipología de tamaños de los vehículos nuevos ayudan a explicar por qué a nivel global, la mejora en el ahorro de combustible parece ser debido principalmente a los progresos realizados en los países de la OCDE, en los que las tasas promedio de consumo de combustible se redujeron en un 1,5% por año entre 2005 y 2008 (GFEI, 2011).

Un número de países ha introducido estándares de ahorro de combustible, lo cual también ayuda a reducir algunas emisiones como el CO_2, que está directamente relacionado con el consumo de combustible. Mientras que la UE y Japón poseen las más estrictas normas de ahorro de combustible en el mundo, Estados Unidos y Canadá son los que la tiene más bajas.

Estándar de Ahorro de combustible no relacionado al motor

El potencial de mejora de las ganancias de ahorro de combustible a través de los componentes ajenos al motor, tales como neumáticos y sistema de aire acondicionado que, a menudo son excluidos de los requerimientos y verificaciones de eficiencia del vehículo, es significativo (AIE, 2011). Los gobiernos podrían mejorar el rendimiento de los componentes externos al motor a través de:

Adoptar nuevos procedimientos de prueba internacionales para medir la resistencia máxima al rodamiento de los neumáticos, y en base a eso, establecer un etiquetado y límites máximos de rodamiento por neumáticos por vehículos en carretera.

Adoptar medidas para promover niveles adecuados de presión de aire en los neumáticos. Esto debe incluir la instalación obligatoria de sistemas de monitoreo de presión en los vehículos nuevos.

Introducir requisitos de eficiencia energética para los sistemas de aire acondicionado o incluirlos en las pruebas de ahorro de combustible.

Sin embargo, la aplicación de estas medidas requiere una capacidad institucional eficiente para hacer cumplir los mandatos, evitando dañar el desarrollo tecnológico y la competencia.

Estándares de calidad del combustible

Los combustibles más limpios, que tienen un impacto inmediato en la flota tanto de vehículos nuevos como los existentes, son un componente importante para la exitosa adopción de estrictas normas de emisiones y la reducción de las fuentes de energía que dependen del petróleo.

La adopción de normas de calidad del combustible es común en la mayoría de los países de todo el mundo. Muchos países, tanto industrializados como en desarrollo, han introducido normas de calidad para limitar el contenido de azufre, lo que reduce los óxidos de azufre y material particulado

(MP). Además, varios países han introducido mandatos para la mezcla de etanol y biodiesel en, respectivamente, la gasolina y el diésel.

En general, los costos y beneficios asociados a la reducción de azufre varían de región a región, dependiendo del estado de las refinerías existentes, la calidad del combustible, y las normas de emisiones. Algunos países importadores de productos derivados del petróleo podrían encontrar dificultades para mantener la calidad requerida debido a la falta de refinerías propias. En consecuencia, los países en desarrollo sin refinerías propias podrían estar en condiciones de hacer cumplir las regulaciones relacionadas con estándares de combustible.

La disponibilidad de recursos naturales propios es otro factor importante. Brasil decidió en la década de los 70 que, a razón que posee condiciones ideales para el cultivo de la caña de azúcar, tenía una ventaja competitiva. Como resultado, Brasil operó el programa ProAlcool a un costo aproximativo de US$16 billones y dedica aproximativamente US$2,5 billones por año en subsidios al consumo y es actualmente lejos el productor a más bajo costo de bíoetanol en todo el mundo (WEF, 2011).

b) Instrumentos Económicos

Tasas al combustible y recargo por carbono

Impuestos al combustible y mecanismos de recargo de costos del carbono pueden lograr un impacto inmediato en el consumo de combustible. Sin embargo, pueden ser políticamente difíciles de aplicar, ya que son regresivos y despiertan quejas sociales y problemas de equidad.

Estudios demuestran que un aumento del 10% en el precio del combustible, disminuye alrededor de un 2,5% el consumo en un año y un 6,5% luego de algunos años (AIE, 2011).

Es por eso que, tasas al combustible pueden generar ahorros inmediatos estimulando a las personas a guiar menos y, al final, que se inclinen por vehículos más eficientes en termino de uso del combustible.

Estos instrumentos pueden ser difíciles de implementar nacionalmente debido a que el transporte está presente en forma global (aéreo y marítimo internacional), por lo cual la estrategia, así como la decisión de políticas, coordenada a nivel internacional es necesaria, como en los casos de la Organización Internacional de la Aviación Civil (ICAO, sigla en inglés) y la Organización Marítima Internacional (IMO, sigla en inglés).

Incentivos de I+D

Los subsidios a I+D (Investigación y Desarrollo, o Research y Development, R&D en ingles) son importantes, debido a su capacidad para apoyar tecnologías de eficiencia energética en su etapa primaria de desarrollo, reduciendo al mismo tiempo los altos riesgos de la inversión en I + D.

Desde el punto administrativo, la implementación de los subsidios es relativamente fácil, pero para eso es necesario un sistema de regulaciones eficiente e independiente para que se garantice la independencia a presiones de tipo político o de lobby.

Es muy importante también que los gobiernos demuestren resultados a frente a la inversión.

Además, incentivos I + D pueden requerir inversiones sustanciales, como demuestra el caso de China en su apoyo a la producción de vehículos eléctricos.

Subsidio a la infraestructura

Similar a los subsidios de I + D, subsidios en apoyo a inversiones en la infraestructura, como estaciones de recarga de vehículos, redes de distribución de gas natural, etc., pueden tener un gran impacto, pero son eficientes económicamente solo bajo un rango estrecho de condiciones. El más importante es un diseño administrativo que es capaz, por una parte, de mantener bajos los costos administrativos y, por la otra, mantener un alto incentivo a la competitividad.

Subsidios a la producción y al consumo

Subsidios a la producción y al consumo pueden tener varias formas. Por ejemplo, financiamiento directo a productores o a consumidores por cada automóvil o fuentes de energía comprada o vendida. Por ejemplo, Brasil gasta alrededor de US$2.5 billones en subsidio al consumo de etanol (AIE, 2011)

Como para los subsidios I + D, el costo de una implementación a larga escala puede ser demasiado alto para que un gobierno pueda enfrentarlo. En tal situación, políticas de tasa-descuento pueden permitir que los subsidios a los costos de producción se transfieran a los consumidores y la industria. Este tipo de políticas parean una penalización para la compra de tecnologías intensiva en uso de energía (tasa) con un subsidio para la compra de tecnologías con eficiencia energética (descuento).

Políticas de desguace, por medio de renovación de flota, pueden conducir a la eficiencia energética. Las condiciones previas para una aplicación justa son una administración bien diseñada, transparente y eficiente, y la ausencia de restricciones presupuestarias a largo plazo.

Bien diseñados programas de desguace de coches y camiones, pueden ser efectivos. El examen anual (Banco Mundial, 2013) hace hincapié que los Estados Unidos, como en otros países desarrollados y de la OCDE en el pasado, como Francia y Noruega y Chile (campaña "Cambia tu Camión y camioneta", 2013), ha realizado recientemente el programa "Car Allowance Rebate System" (CARS) o "efectivo por chatarra" que paga hasta US$ 4,500 por cada automóvil ineficiente (18 o menos millas por galón) que haya sido sustituido por uno más eficiente. Evaluaciones posteriores sobre los efectos en el bienestar de los consumidores y en la composición de las flotas (ej. Busseat al, 2012) confirma que los resultados globales han sido positivos; desde el número superior a lo esperado de consumidores que postularon a este programa, hasta los vehículos viejos y de alto kilometraje que fueron reemplazados, lo cual no produjo una alza de precios en el mercado del usado.

Planes de desguace no se han implementado sólo en países desarrollados. Un ejemplo en países en vías de desarrollo no miembros de la OECD, se puede encontrar en Colombia (Enei et al, 2012) con referencia al transporte de mercancías por carretera.

En general la evaluación del plan (en particular de países en proceso de desarrollo) se basa en varios factores:

La ejecución y gestión eficientes del programa requiere de procedimientos transparentes para pagar la indemnización a tiempo y sin mala asignación. La ejecución del programa, de hecho, puede plantear la cuestión de la brecha entre la demanda (los propietarios dispuestos a desechar el camión) y la oferta de compensación (el dueño recibiendo realmente los recursos).

La fragmentación extrema de los operadores del mercado de mercancías, lo que puede representar un obstáculo para el desarrollo y la modernización de toda la flota de camiones. Sólo un puñado de grandes empresas con tecnología innovadora y los recursos financieros de hecho, han brindado servicios de excelencia. Por lo tanto, la introducción de normas y reglamentos con el objetivo de aumentar los operadores podría llevar a desarrollar economías de escala y la eficiencia de los camiones.

Los altos costos y las limitaciones presupuestarias. Programa de desguace de coches o camiones, sin embargo, pueden verse seriamente limitados por su alto costo. Por ejemplo, en la reciente experiencia de los EE.UU, sólo el 30% del número total de vehículos de pasajeros se entregaron, a un costo de US$3 billones. Desguace de automóviles por lo tanto no puede ser la única solución, por lo menos durante un tiempo largo, para conseguir cambio de flota.

Sin embargo, se debe también considerar que un programa de desguace bien diseñado puede dirigirse a los vehículos más ineficientes y contaminantes, produciendo muy buenos resultados en un horizonte de corto plazo.

c) Información e involucramiento de las partes interesadas

Manejo ecológico

El manejo ecológico se refiere a aquellas prácticas y métodos que garantizan el uso eficiente del vehículo. Se ha evidenciado (AIE, 2011), que los gobiernos deben asegurarse de que medidas para aumentar la eficiencia operativa de los vehículos de carga ligera y pesada, como la conducción ecológica, sean un componente central de las iniciativas para mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de CO_2.

Los gobiernos deberían adoptar una variedad de medidas para mejorar la eficiencia en los vehículos, y esto incluye:

Haciendo que la conducción ecológica sea un elemento obligatorio en el entrenamiento de conductores.

Exigir a los fabricantes de equipar el panel de control en los coches nuevos con instrumentos de medición de la efectividad del manejo ecológico.

Campaña de mantención de vehículos

Como ha declarado el portavoz de asuntos ambientales de Toyota[31], el 80% de la contaminación en Francia proviene del 20% de la flota de vehículos diésel, especialmente, aquéllos fabricados antes de 2000.

Estudios comparativos entre países han confirmado la importancia de dirigirse al pequeño porcentaje de vehículos mal mantenidos, responsables de la mayoría del 50% de los contaminantes (Timilsina, 2009).

Dentro de la Unión Europea, los Estados miembros han puesto en práctica las exigencias de la Directiva del Marco de la Inspección Técnica del Vehículo (Roadworthiness Framework Directive), que requieren a los propietarios de vehículos de cumplir con una inspección obligatoria. En China, los programas de mantenimiento requieren inspecciones regulares, que incluyen revisiones anuales, mantenimiento de primera y de segunda clase, mantenimiento y reacondicionamiento de vehículos. En las grandes ciudades como Beijing, Shanghai y Guangzhou, los programas de mantenimiento de los vehículos han sido eficaces, en buena parte, en la reducción de emisiones y el consumo de los vehículos.

La falta de una aplicación adecuada y la corrupción, puede impedir la realización de todo el potencial de un programa de mantenimiento. Lo mismo aplica para la falta de recursos, tales como la capacitación del personal, y la mala calidad del equipo de pruebas, que pueden dificultar el éxito del programa.

Compromisos Voluntarios

Los acuerdos voluntarios pueden involucrar a las partes interesadas en el transporte en soluciones de mutuo beneficios desde el punto de vista ambiental y comercial. En Francia, la "Carta de compromisos voluntarios para reducir las emisiones de CO_2" ("Charter of voluntary commitments to reduce CO_2 emissions") fue lanzado oficialmente el 16 de diciembre de 2008, en asociación con todas las organizaciones de los transportistas representantes y 15 empresas de transporte. El objetivo de la Carta CO_2 es mejorar la eficiencia energética del sector del transporte, en particular el de transporte de mercancías por carretera (y limitando las emisiones de CO_2), y proporcionar a las empresas un marco metodológico fiable y coherente, reconocido a nivel nacional.

Asociaciones público- privadas

Asociaciones público-privadas pueden ser importantes para acelerar el desarrollo y despliegue de nuevas tecnologías. Una amplia gama de tipos de asociación están disponibles, dependiendo del tipo de tecnología y de mercado (WEF, 2011).

---

[31] The Economist " Green wheels" April 20th 2013.

Asociaciones con relativamente pocos integrantes son eficaces en la investigación, desarrollo y ensayos a escala de proyectos pilotos.

Asociaciones con base reducida y de alta inversión son eficaces en el desarrollo de infraestructura y para traer las tecnologías al mercado.

Asociaciones de base amplia tienen un papel a lo largo del ciclo de vida de la tecnología, a partir de la realización de estudios de factibilidad, el lobby de políticas y el desarrollo de normas, y reaccionar para hacer frente a rechazos en el mercado causados por la falta de información.

Un ejemplo de asociación de base amplia es el programa de EE.UU SmartWay (vía inteligente) que construyó un sistema de acreditación para reducir el consumo de combustible en el sector del transporte carretero. El esquema involucra tanto las empresas de flete o "carriers" (la que proveen y arriendan camiones) como las empresa de transporte/"shippers" (empresas que crean la demanda de servicios de transporte de mercancías).

Carriers pueden ser miembros si se comprometen a monitorear y mejorar su uso de combustible y los shippers pueden ser miembros si se comprometen a abastecerse al menos un 50% de sus productos a través de las carriers miembros de SmartWay (WEF, 2011). Shippers pueden beneficiarse de una mayor transparencia en su abastecimiento y ganando una herramienta para reaccionar a las preocupaciones ambientales de los consumidores. Carriers se benefician de una mayor visibilidad y de la mayor opción de captura de la demanda del mercado.

Otro ejemplo es la iniciativa alemana Natural-Gas-Based Mobility (Movilidad en base a uso de gas natural), la cual apunta a un incremento considerable en el uso de gas natural y bio-metano en la mezcla de combustible en Alemania, además de estimular un crecimiento en los vehículos a gas natural[32].

Esta iniciativa trae juntas empresas muy conocidas y activas en la entera cadena de valores de los sectores de energía y de transporte.

- Fabricantes de automóviles: Daimler, Fiat, Iveco Magirus, Opel, Volkswagen Group, VDIK – Association of International Motor Vehicle Manufacturers
- Industria del petróleo: BP / Aral, Shell, UNITI – German Federal Association of Medium-Sized Oil Companies
- Proveedores de Gas: erdgas mobil, Wingas
- Industria de Biogás: VERBIO
- Ingeniería de Gas: figawa – German Federal Gas and Water Industry Association
- ADAC (Automóvil club alemán)
- Participantes Públicos: Dena (coordination and communication), BMVBS (auspiciador)

Una condición previa importante para la eficacia de estos instrumentos (compromisos voluntarios y asociaciones privado-públicas) es la presencia de una agencia pública fuerte e independiente como, por ejemplo, ADEME en Francia; la Agencia de Protección Medioambiental (EPA, sigla en inglés) en Estados Unidos y el Ministerio Federal de Transporte y Desarrollo Urbano (BMVBS) en Alemania. Estas entidades independientes de presiones de los interesados y de lobby, deben proveer un apoyo consistente, ser capaz de liderar el programa con todos los actores de la industria del transporte y desarrollar herramientas, metodologías que pueden actuar como importantes facilitadores.

[32] Para información: www.erdgasmobilitaet.info/en/home.htlm.

F. El qué de la integración regional

Entre los requisitos para una reglamentación eficiente, el relacionado con el papel de la integración regional (al interior del país) debe ser enfatizado. La integración de los sectores de energía y transporte pone las bases para crear una red de infraestructura, cuya extensión se extiende a través de las fronteras nacionales.

Por ejemplo, en el sector energético, la integración regional del sistema es considerado, especialmente en países desarrollados, como una estrategia importante que ayude a proveer energía eléctrica segura y accesible a sus economía y ciudadanos (Banco Mundial, 2010). Se espera que los beneficios de la integración internacional nazcan de una mayor cooperación en la generación y comercio de electricidad entre los países que pueden, de hecho, mejorar la seguridad energética, trayendo economías de escala en las inversiones, facilitando el financiamiento y permitiendo una mayor penetración de las energías renovables.

En cuanto al sector del transporte, la integración internacional de la infraestructura es generalmente reconocida como un vehículo para alcanzar el desarrollo económico y la eficiencia energética. Por ejemplo, la importancia de la cooperación internacional en la provisión de infraestructura de transporte es reconocido por los países de Asia y el Pacífico a través de varios proyectos de transporte transfronterizo (CESPAP, 2006), y en la Unión Europea del programa TEN-T (CE, 2007) ha identificado una red crítica de infraestructura de transporte trans-europeo con el fin de establecer una red única, multimodal que integre las redes terrestres, marítimas y aéreas en toda la Unión.

Las implicaciones en términos de eficiencia energética son importantes: ya se enfatizó que favorece la integración entre países de los diversos modos de transporte y puede conducir a la mejora de la eficiencia energética global de los viajes, es decir reducir las barreras institucionales, los costos fronterizos excesivos, etc., que puede causar los transportes de pasajeros y mercancías a desviarse a carreteras que son más largas (con mayor consumo de energía), pero más rápidas (Banco Mundial, 2013).

Adicionalmente, en algunos modos de transporte, como marítimo y aéreo, las actividades de transporte y la industria son, fundamentalmente, de escala global, lo que lleva a la presencia de organismos internacionales, como la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y la Organización Marítima Internacional (OMI), en el que se toman las decisiones sobre las medidas y políticas para mejorar la eficiencia energética global. Estas organizaciones coordinan los aportes de los distintos países y pueden ser considerados como ejemplos de regulación a través de la integración entre países. Además, con referencia a la regulación internacional de las emisiones de GEI en el sector de la aviación, la Unión Europea es actualmente el único ejemplo de una región que apunta a las emisiones de CO_2 de la aviación a través de un mecanismo regional (entre países): el CO_2 cap-and-trade system (sistema que define limites fijos de emisión con posibilidad de comprar o vender cuotas de emisiones) (ICCT, 2012).

Sin embargo, detrás de la tendencia hacia la cooperación internacional (estructural, económica o política), es muy común tener en cuenta el grado de cooperación-integración como uno de los factores clave que determinarán el futuro de los escenarios de transporte y energía. Pero, al mismo tiempo, también es considerado como una de las principales fuentes de incertidumbre (WEC, 2010).

De hecho, a pesar de que los posibles beneficios derivados de la mayor integración internacional son generalmente reconocidos, por ejemplo, facilitar el intercambio de recursos (trabajo, capital, materias primas o financiera) y de tecnologías, no está claro cuáles barreras relacionadas a aspectos políticos/económicos podrían ser erigidas para defender intereses privados, públicos o incluso nacionales.

Con referencia a la eficiencia energética en el transporte, las siguientes barreras y oportunidades para una mayor integración internacional, pueden ser identificadas:

a) Barreras

Barreras políticas. Los componentes Shift y Avoid para mejorar la eficiencia energética en el transporte, implementadas básicamente a nivel local o regional (subnacional) no pueden ser tratadas

con eficacia a escala supranacional. En la legislación europea, el principio de subsidiariedad se refiere específicamente a esta cuestión, afirmando que las autoridades centrales (nacionales o supra-nacionales) deberían tener una función subsidiaria, realizando aquellas tareas que no pueden llevarse a cabo eficazmente en un nivel más inmediato o local, asegurando que las decisiones se tomen lo más cerca posible de los ciudadanos.

Barreras económicas. La escasez de financiamiento y la recesión económica puede obstaculizar los compromisos con proyectos internacionales. En los esquemas de financiación europeos para proyectos TEN-T de infraestructura paneuropea, por ejemplo, la parte nacional de financiamiento está regularmente bajo la tensión y el riesgo de ser reprogramado en presencia de problemas económicos y financieros nacionales, como es el caso emblemático de Italia y Francia en su enlace ferroviario del tren de alta velocidad entre Turín-Lyon, parte del Corredor prioritario 5 en el TEN-T.

Barreras técnicas. Transporte e infraestructura de energía se pueden desarrollar en diferentes etapas a nivel de cada país. Por lo tanto, la integración física puede ser problemática. Con el fin de armonizar los diferentes sistemas, el mecanismo de regulación puede devenir más complejo y costoso para operadores y reguladores: por ejemplo, en el sector de la energía, después de una gran caída del sistema sincronizado después de una perturbación en Italia en 2003, la UCTE (Unión para la Coordinación del Transporte de Electricidad, la organización europea de las entidades nacionales operativas de los centros de transmisión de energía eléctrica) requirió a los operadores de los sistemas de transporte (TSOs) involucrados de firmar ante el Tribunal Europeo de Justicia un acuerdo multilateral que sea legalmente aplicable.

b) Oportunidades

Política e Institucionales. Establecer mecanismos oficiales de coordinación entre los ministerios nacionales de transporte, energía y medioambiente que, en muchos casos, trabajan tradicionalmente por separados, puedan facilitar la generalización de las mejores practicas institucionales. Se ha hecho hincapié, de hecho (APEC, 2009), que a menudo el mayor obstáculo al desarrollo de políticas eficaces sobre el transporte energéticamente eficiente es la falta de una clara jurisdicción de un determinado programa, o la falta de comunicación entre los organismos con respecto a sus propias necesidades y objetivos.

Creación de capacidad. Especialmente en los países en desarrollo, el potencial relevante para mejorar la eficiencia energética proviene de las iniciativas de creación de capacidad (por ejemplo IPEEC - Asociación Internacional para la Cooperación en Eficiencia Energética). Varios e interrelacionados objetivos se pueden perseguir: a) sensibilizar a los líderes gubernamentales de alto nivel sobre los beneficios, las oportunidades y la viabilidad de la aplicación de políticas de eficiencia energética; b) desarrollar la capacidad del personal del gobierno y consultores para evaluar, diseñar e implementar políticas de eficiencia energética de alta calidad; c) ayudar a los países en desarrollo y de ingresos medios en la identificación de las deficiencias en las políticas de eficiencia energética existentes; y d) para apoyar el fortalecimiento de las políticas nacionales de eficiencia energética a través de actividades tales como redes de asistencia para las políticas o la planificación de acciones para la eficiencia energética.

Desarrollo tecnológico. Especialmente en los países en vías de desarrollo, la cooperación internacional en costosos temas de investigación relativos a temáticas de alto volumen de energía, los cuales están todavía lejos de la comercialización y demasiado costoso para que un solo país pueda llevarlo a cabo, puede ser de beneficio. Ejemplos de colaboración tecnológica internacional incluye acuerdos bilaterales; asociaciones multilaterales orientadas a tecnología, como la International Partnership for the Hydrogen Economy (IPHE, Asociación Internacional por una Economía basada en el Hidrógeno); y marcos regionales multitecnológicos, como la asociación del Asia Pacífico (Asia Pacific Partneship), Programas Marcos Europeo (EU Framework Programmes), la Red Europea de Investigación (European Research Area Network) y la Investigación de Energía Nórdica (Nordic Energy Research) (AIE, 2012).

Estandarización. Estándares técnicos representan una importante área donde obtener beneficios mayores de una cooperación internacional. Es más, muchas de las medidas por un transporte energéticamente eficiente no pueden implementarse efectivamente sin la adopción de estándares técnicos para que definan y midan los resultados de la eficiencia energética y sin metodologías estándares en ayuda de la implementación de las prácticas para la eficiencia energética. Las siguientes áreas pueden ser identificadas:

Normas para las definición del consumo de combustible de vehículos que tengan en cuenta condiciones de conducción más reales y los diferentes patrones regionales de uso (por ejemplo, conducción en áreas urbanas y congestionadas son la tipología de viaje más comunes en países en vías de desarrollo).

Procedimientos de pruebas de consumo de combustible, los cuales necesitan ser extendidos y adaptados a los vehículos híbridos.

Normas que incluyan otros componentes principales de los vehículos (y sus condiciones de funcionamiento) que tienen un impacto significativo en el consumo de combustible. Particular importancia debe darse a las normas que abarcan las métricas y las pruebas de resistencia al rodamiento de los neumáticos, así como el aire acondicionado y otros subsistemas dentro del vehículo.

De la lista anterior de barreras y oportunidades se puede derivar que, el grado en que la integración regional es parte de un específico marco nacional de reglamentación, depende de las circunstancias nacionales. El proceso de profundización de la integración regional en la legislación nacional no es predecible; diseño, enfoque y la introducción de una integración regional deben estar adaptados a la realidad local, con un amplio margen de flexibilidad y ajuste al frente de condiciones y actitudes que pueden cambiar.

En general, los países en desarrollo pueden beneficiarse de la integración regional en términos de desarrollo de capacidades, aplicación de las mejores prácticas, soluciones institucionales y normativas, el desarrollo de metodologías comunes para la recopilación y la métrica de datos.

Los países desarrollados, apoyándose en mercados plenamente integrados y competitivos, pueden beneficiarse principalmente de la cooperación internacional en el área tecnológica y en proyectos de investigación y desarrollo y en la estandarización.

G. Conclusiones y recomendaciones

En el siguiente cuadro resume las condiciones previas más importantes que subyacen a los componentes clave del marco normativo.

CUADRO 13
COMPONENTES DEL MARCO REGULATORIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE

		Requerimientos				
Componentes del marco Regulatorio	Ejemplos	Desarrollo del mercado	Recursos Naturales	Capacidad institucional	No hay limitaciones de presupuesto público	Temas de equidad
Mecanismos de mando y control	Estándar de eficiencia de combustible	√		√		
	Normas de eficiencia para los no-motores	√		√		
	Normas de calidad del combustible		√	√		

Cuadro 13 (conclusión)

		Requerimientos				
Componentes del marco Regulatorio	Ejemplos	Desarrollo del mercado	Recursos Naturales	Capacidad institucional	No hay limitaciones de presupuesto público	Temas de equidad
Mecanismo económicos	Impuestos combustible / carbono			√		√
	Incentivos R&D			√	√	
	Subsidios en infraestructura			√	√	
	Incentivos a la producción y consumo (por ejemplo, desguace)			√	√	
Información y participación de las partes interesadas	La conducción ecológica, la educación del consumidor, el etiquetado	√		√		
	Acuerdos voluntarios			√		
	Relaciones público-privado	√		√		
	Campaña mantenimiento de vehículos			√		

Fuente: Elaboración propia.

No es sorprendente que la capacidad institucional es una condición previa importante en todos los componentes, y se aplica tanto para países en desarrollo como desarrollados. Las administraciones públicas juegan un papel clave en formar e influir a los mercados de transporte, en general y en particular, el marco para la mejora de la eficiencia energética. Pueden influir en las decisiones de viaje a favor de modos de transporte que no son eficientes energéticamente. Definiendo apropiadamente impuestos a los combustibles, la priorización de los fondos y los incentivos de I + D (por ejemplo, subvenciones para la infraestructura) ellas pueden promover los mercados que privilegian soluciones de eficiencia energética, favoreciendo así la colaboración público-privada, así como lo demuestra la reciente iniciativa alemana sobre la movilidad basada en Gas Natural.

En búsqueda de la combinación óptima entre los componentes del marco regulatorio, debe tenerse en cuenta que los mecanismos de mando y control, incentivos económicos y las campañas de información no son mutuamente excluyentes, a pesar que tengan diferentes propósitos. Por lo tanto, diferentes países pueden dar prioridad a diferentes medidas dependiendo de sus necesidades y de la capacidad institucional para aplicar el marco reglamentario.

Como la mayoría de los países en desarrollo están particularmente preocupados por las restricciones presupuestarias, los incentivos económicos y subvenciones a infraestructuras, I + D, productores y consumidores, deben ser considerados cuidadosamente

Los temas de equidad también podrían desempeñar un papel cuando los subsidios, impuestos al combustible deben ser regulados o eliminados.

Instrumentos de comando y control, como por ejemplo, el ahorro de combustible y las normas que no incluyan sólo el motor, han sido adoptados principalmente en los países desarrollados de la OCDE, debido a su difícil aplicación y dependencia a la reacción de la industria y consumidores. Por el contrario, las normas de calidad de los combustibles, cuando sean permitidos por la disponibilidad de recursos naturales (por ejemplo, bío-combustible) pueden ser importantes para reducir la dependencia del petróleo en los países en desarrollo.

Por otra parte, los temas de factor tiempo y costo-eficiencia también pueden influir en la decisión acerca del balance más adecuado de los componentes. Por ejemplo, los estándares de economía de combustible y el combustible pueden tardarse años en provocar impactos, en la medida

en que la renovación de la flota depende de la rapidez con la que los vehículos más eficientes constituyen una parte más grande de la flota (ICCT, 2013). Mecanismos económicos, por ejemplo, impuestos a los combustibles y desguace de vehículos pueden dirigirse al objetivo con mayor rapidez, si están bien diseñados.

En general, tanto en los países desarrollados y en desarrollo, el marco regulatorio hacia la eficiencia energética también debe incluir políticas que promuevan cambios de pasajeros y carga a modos más eficientes y adoptar el uso de políticas de suelo que tengan en cuenta las implicaciones para el transporte y la demanda de energía.

III. La perspectiva de la movilidad enfoque A-S-I: *Avoid, Shift and Improve*

A. Introducción

"Cerca de 5 millones de nuevos automóviles se integran cada año a la flota de los vehículos a motor, mientras que decena de millones de unidades viejas y altamente contaminantes continúan en servicio (…). Aunque las tecnologías limpias pueden ayudar, es vital concentrarse también en cuestiones de transporte masivo en las ciudades y planificar ciudades sostenibles".

Luis Alberto Moreno, Presidente del Banco Interamericano de Desarrollo en Bogotá, 2011

En efecto, existe una amplia gama de medidas conocidas para reducir el consumo energético de la movilidad y con eso el impacto ambiental. Su alcance puede variar de la utilización de las nuevas tecnologías y la logística inteligente o tránsito masivo en transporte público, hasta la promoción de la eficiencia energética en la planificación urbana o cambios en el comportamiento o en la aplicación de instrumentos de políticas de mercado como, por ejemplo, la tributación del combustible. La variedad de medidas se pueden clasificar en primera instancia en instrumentos técnicos (orientados a la tecnología) e instrumentos de normas (basados en el mercado) Este capítulo examina y analiza el alcance y posible impacto de los instrumentos técnicos que figuran en las medidas propuestas por el primer Foro Regional de Transporte Sustentable en América Latina.

Conforme a lo mencionado en los capítulos anteriores, el método más común para clasificar las medidas que aumentan la eficiencia energética y/o reducen las emisiones de GEI (gas efecto invernadero) en el transporte es el enfoque "Avoid – Shift – Improve" (ASI). Se basa en tres pilares:

- Avoid, permitir a los usuarios evitar los viajes motorizados a través de un uso más inteligente del suelo y una logística planificada → Aumentar eficiencia del sistema

- Shift, cambiar el transporte de mercancías y personas a los modos de transporte[33] más eficientes (Nota15)→ aumentar la eficiencia del viaje;
- Improve, mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte mediante la mejora de los vehículos, del combustible y las operaciones de red y tecnologías de gestión → Aumentar la eficiencia del vehículo (SLoCaT, 2013).

Las dimensiones definidas arriba para la eficiencia en el transporte, es decir, la eficiencia del sistema, del viaje o del vehículo, pueden estar relacionadas con la eficiencia de los GEI (gases efecto invernadero), con la eficiencia energética y, en menor medida, con la eficiencia en cuanto a la seguridad del tráfico o contaminantes como NOx, SOx y material particulado.

Los niveles actuales de eficiencia energética en las dimensiones mencionadas arriba varían considerablemente entre las economías y entre los contextos regionales y los urbanos. De hecho, los indicadores de la eficiencia del sistema, del viaje o del vehículo pueden variar en unos puntos porcentuales hasta un factor 10, como se ilustra en la siguiente figura en el ejemplo del transporte urbano de pasajeros. Entre otros, el nivel de eficiencia energética depende de la urbanización, ingreso, intensidad del comercio, eficiencia y utilización de tecnología, plan de la región o ciudad y la conciencia medioambiental de los consumidores.

CUADRO 14
INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE EN DIFERENTES CONTEXTOS ECONÓMICOS

Indicador	Ciudades Estados Unidos	Ciudades Europa del Este	Ciudades asiáticas con ingresos altos	Ciudades América Latina	Ciudades África
Sistema de eficiencia					
El uso de energía en el transporte de pasajeros per cápita (MJ / persona)	60 034	15 675	9 556	7 283	6 184
Movilidad individual privada (pkm / cápita)	18 200	6 321	3 971	2 966	2 711
Densidad urbana (persona/km2)	1 490	5 490	15 030	7 470	5 990
Eficiencia en viajes					
Distribución modal de los desplazamientos					
Modos no motorizados	0,081	0,313	0,285	0,307	0,414
Transporte público	0,034	0,19	0,299	0,339	0,263
Modos privados motorizados	0,885	0,497	0,416	0,354	0,323
Uso de energía de pasajeros-km en transporte público(MJ/pkm)	2,13	0,83	0,48	0,76	0,51
Eficiencia vehicular					
Energía utilizada en transporte privado-kilometro (MJ/km)[a]	4,6	3,3	3,3	3,7	3,7
Energía utilizada en transporte público-kilometro (MJ/km)	26,3	14,7	14,4	16,9	9,5

Fuente: Elaboración propia, basado en GIZ, 2011.

[a] El porcentaje de vehículos de dos o tres ruedas tiene una influencia en este indicador. Es preferible evaluar automóvil y la eficiencia de dos y vehículos de tres ruedas por separado (GIZ, 2011).

Desde el punto de vista de la eficiencia energética, las ciudades africanas funcionan muy bien, es decir, el consumo de energía en el transporte por habitante es sólo 6.200 MJ por persona. Sin embargo, esto es ante todo el resultado de una baja movilidad en general y de en gran parte del transporte no motorizado. Con el aumento de los ingresos y el desarrollo económico, el consumo de

[33] Para transporte de pasajeros, por ejemplo, transporte masivo público, a pie o en bicicleta. Para transporte de mercancías, por ejemplo, ferroviario o transporte acuático.

energía en el transporte de acuerdo a los patrones actuales incrementará. Sin embargo, el ejemplo de las ciudades asiáticas con altos ingresos, muestra que existe la posibilidad de disociar en parte la evolución de estas variables, es decir, el uso de energía per cápita es "sólo" un 30% mayor que en África y el 85% menos que en ciudades de Estados Unidos.

Especialmente para las economías emergentes, existe aún la oportunidad de elegir un desarrollo de transporte bajo en consumo de energía. La implementación consiguiente de las medidas ASI pueden empujar la eficiencia energética en el transporte de mercancías y pasajeros (ver el recuadro con un ejemplo en mercancías) y como resultado reduce la dependencia del petróleo local o importado.

RECUADRO 6
PLAN DE INTEGRACIÓN DE LA UNIÓN EUROPEA PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

The White Paper en el Transporte de la Comisión Europea, 2011, define una estrategia hacia los sistemas de transporte competitivos y eficientes, definiendo objetivos para la estrategia de AVOID, SHIFT and IMPROVE.

Optimizar el rendimiento de la cadena logística multimodal (AVOID and SHIFT)

Permitir el uso de modos de transporte a gran escala más eficientes energéticamente, facilitado por los corredores de mercancías eficientes y amigables con el medio ambiente (SHIFT)

Instigar un cambio del 50% del transporte terrrestre de mercancías a larga distancia a otros meodos (SHIFT)

Instigar la utilización del 40% de combustible bajo en carbon en el transporte aéreo[a] (IMPROVE)

La realización de al menos un 40% de reducción de emisiones en el transporte marítimo (IMPROVE)

Por medio de esta estrategia la UE debería lograr una reducción del 60% de emisiones CO_2 y una notoria baja en la dependencia del petróleo hasta del 2050.

Fuente: UNCTAD 2012.

[a] La sustitución del combustible es una estrategia para mejorar la eficiencia de GEI y no necesariamente para eficiencia energética. Por favor, ver la sub sección en estrategias IMPROVE para mayor discusión.

En junio de 2011 en el "Foro de Transporte Sostenible", en Bogotá, el primer Foro Regional de Transporte Sustentable en América Latina, legisladores de alto rango y representantes de agencias nacionales del transporte y medioambientales acordaron 24 objetivos para un transporte sostenible (Foro Regional de Transporte Sustentable en América Latina 2011). La definición de transporte sustentable incluye mucho más que sólo un bajo consumo de energía. Se trata de "la prestación de servicios e infraestructura para la movilidad de personas y bienes necesarios para el desarrollo económico y social y una mejor calidad de vida y competitividad". Estos servicios y la infraestructura de transporte ofrecen a todos un acceso seguro, fiable, económico, eficiente, equitativo y asequible, mitigando al mismo tiempo los impactos negativos sobre la salud y el medio ambiente a nivel local y global, en el corto, mediano y largo plazo sin comprometer el desarrollo de las generaciones futuras "(Declaración de Bogotá, 2011).

Para los objetivos de la Declaración de Bogotá, que aumentan la eficiencia energética tanto del transporte de pasajeros como el de carga, se presentarán las herramientas -ASI- de probada eficacia en las siguientes secciones. Sección b. presenta medidas relacionadas a evitar viajes motorizados y reducir las distancias viajadas. Sección c. contiene medidas relacionadas con el cambio en el transporte de mercancías y personas hacia modos más eficientes. Sección d. describe las medidas relacionadas a mejorar la tecnología y el manejo de los servicios de transporte. Cada sección también evalúa la eficacia de las medidas aplicadas. Sección e. provee de un análisis de costo-beneficio de la estrategia ASI y se concluye con la sección f. que ofrece un resumen general y define una serie de recomendaciones.

RECUADRO 7
EFICIENCIA ENERGÉTICA VERSUS EFICIENCIA GEI EN EL TRANSPORTE

Medidas, que aumenten la eficiencia energética en el transporte, por lo general reducen emisiones de gas efecto invernadero también - por el hecho de que más del 90% de los combustibles para el transporte son de origen fósil. Como resultado, tanto la reducción de la factura energética nacional y la mitigación del cambio climático son factores importantes para la mejora de la eficiencia energética en el transporte.

Medidas que aumenten la eficiencia de GEI (gas efecto invernadero) también aumentan la eficiencia energética, siempre y cuando no hay también un cambio de combustible a combustibles alternativos. La producción de combustibles alternativos en la mayoría de los casos utiliza más energía que la producción de combustibles fósiles por cada MJ producido. Es decir el cambio de combustibles fósiles a los combustibles alternativos por lo general aumenta el consumo de energía. Sin embargo, un cambio de combustible a combustibles alternativos aún puede mitigar el cambio climático y reducir la factura nacional de importación de energía.

Mientras que las economías desarrolladas en la discusión pública parecen priorizar la mitigación del cambio climático a un nivel más alto que las mejoras en la eficiencia energética, es crucial para las economías tanto desarrolladas como en desarrollo reducir la dependencia del transporte del petróleo. El alza del precio del petróleo el año 2008 demostró que el aumento de los precios de transporte afecta a los precios de casi todos los productos que se transportan. Para los productores de bajos ingresos (por ejemplo, pequeños agricultores) los costos de transporte pueden tener una gran influencia sobre sus márgenes. Para los consumidores de bajos ingresos, los costos de transporte tienen una gran influencia en su acceso a la educación, el empleo o la asistencia sanitaria. Por tanto, es positivo ver que más y más responsables de las decisiones políticas reconozcan la gran importancia de la eficiencia energética en el sector del transporte, tanto a la mitigación del cambio climático como en el desarrollo económico y social.

Fuente:Elaboración propia.

B. Evitar viajes motorizados y reducir las distancias

Evitar el transporte sin afectar negativamente el desarrollo económico se puede lograr mediante: a) mejor planificación y gestión de la logística y del transporte de pasajeros, b) priorización estratégica de la eficiencia energética en la planificación urbana y en la construcción de infraestructura de transporte y c) el consecuente uso de modernas tecnologías de la información moderna y de la comunicación. Estas medidas forman el núcleo de los tres primeros objetivos de la Declaración de Bogotá.

1. “Incremento de eficiencia en el transporte y distribución de mercancías a través de sistemas urbanos e interurbanos de logística inteligentes (…)” (Objetivo 1)

Con el aumento de la actividad económica por lo general hay una mayor demanda de transporte de mercancías, que se traduce en un mayor consumo de energía. Los responsables de las políticas están reconociendo el transporte de mercancías como una preocupación significativa y creciente.

La cantidad de toneladas-kilómetro de carga (tkms, sigla en inglés) necesarias se pueden reducir por abastecimiento local y descentralización de los puntos de acopios. Sin embargo, la eficiencia energética de estas medidas debe ser investigada más a fondo, sobre todo en relación con el compromiso entre el consumo de energía en el transporte y en la descentralización[34]. Es decir el consumo de energía para la construcción y operación de las bodegas adicionales tiene que ser considerado, también —por no hablar de la compensación de los costos.

Más tkms se pueden evitar mediante el aumento de la utilización del vehículo, es decir, evitar viajes de camiones vacíos o semi-vacíos. 13% de los camiones-km en el transporte internacional y el 27% en el transporte nacional en la Unión Europea se trasladan vacíos —36 a 48% en la India, alrededor del 50% en China (McKinnon, 2012). Una mejor utilización del vehículo se puede lograr mediante una gestión inteligente de la carga, optimizando los recorridos , reduciendo el embalaje, una mejor programación de transporte o, incluso colaboración entre las distintas empresas. Esta

[34] Especialmente en el transporte de cargas perecibles.

colaboración en el transporte es una medida eficaz y económica, en la que dos o más empresas planean conjuntamente sus rutas de transporte y horarios para aumentar la utilización del camión y comparten beneficios de costos (véase el siguiente recuadro para un ejemplo).

RECUADRO 8
COLABORACIÓN ENTRE COMPETIDORES EN EL TRANSPORTE

Como parte del proyecto de la UE "CO3 - Conceptos de Colaboración para la Co-modalidad" la colaboración se logró incluso entre empresas competidoras. En la zona central de Reino Unido, Nestlé y United Biscuits incrementaron una mayor utilización de camiones operando conjuntamente una ruta en lugar de dos rutas individuales: "Competimos en el estante de la tienda, no en la parte de atrás de un camión", concluyó un representante de la compañía. La colaboración en esa ruta se tradujo en un ahorro anual de 280.000 camión-kms.

Fuente: McKinnon 2013.

La cooperación bilateral o multinacional en la planificación, construcción y operación de los corredores de transporte transfronterizos tiene el potencial de reducir el consumo de energía por: a) evitar tkms a través de rutas más cortas para transportes multinacionales en autobús, camión o tren o b) evitar las esperas inútiles en las filas fronterizas. Por otro lado rutas comerciales más cortas o tiempos de viaje reducidos pueden aumentar los volúmenes de transporte, lo que resulta en un mayor consumo de energía.

Por medio de los sistemas logísticos inteligentes (inteligent logistics systems, ILS, sigla en inglés), operadores logísticos pueden AVOID (evitar) tkms o IMPROVE (mejorar) la eficiencia energética por tkms. Es difícil encontrar una definición adecuada de ILS o una clara diferenciación de sistemas inteligentes de transporte (ITS, sigla en inglés). La mayoría de las definiciones se refieren a ILS como un mayor uso de las tecnologías de la información en la planificación y operación de la logística. Medidas tipo ILS que eviten tkms pueden involucrar a las iniciativas de e-cargas y el concepto de agrupación de los flujos de carga en plataformas comunes para el intercambio de información y negocio.

RECUADRO 9
EVITAR EL TRANSPORTE MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (ICT, EN INGLÉS) EN EL TRANSPORTE DE CARGA EN CHINA

La empresa china de Henan Anyang Modern Logistics Information Development ha ayudado a las empresas de transporte carretero en la ciudad de Anyang (provincia de Henan), para reducir el porcentaje de millas vacías del 53% en 2006 al 38% en 2008. Ellos establecieron en 2006 una plataforma de información logística en línea que proporciona el intercambio de información de los servicios de carga. Desde entonces se ha extendido a toda la provincia con más de 50.000 acuerdos hechos por mes y con un ahorro promedio al mes de 43,9 millones de kilómetros, equivale a 8,8 millones de litros de combustible.

Fuente: UNCTAD 2012.

Infraestructura logística especializada[35] puede ser una manera de agrupar los flujos de mercancías y reducir así los tkms. La European Road Transport Advisory Council, ERTRAC (2011), recomienda más investigación, innovación y desarrollo de políticas para resolver adecuadamente las dificultades pendientes. Se deberá focalizar sobre los modelos de negocio, plataformas y bases de datos de servicio, las TIC y los protocolos y la modularización de cargas, transportistas (carriers) y vehículos. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2013) destaca la importancia de inserir la planificación de la infraestructura logística especializada en la planificación del uso del suelo urbano y regional.

[35] Infraestructuras logísticas especializadas son áreas definidas, donde uno o más operadores realizan actividades relacionadas con la logística, el transporte, el manejo y distribución de mercancías, funciones básicas y actividades técnicas para el comercio de mercancías de valor añadido a nivel nacional como internacional. Esto puede ser para áreas de transporte terrestre o distribución de áreas de logística, centros de carga aérea, zonas logísticas, puertos, puertos secos y áreas de logística multimodal. IDB (2013). "CO-L1090 : Program to Support the National Logistics Policy".

2. “Integrando conceptos del uso del suelo y accesibilidad, y usar herramientas para la planificación estratégica para el desarrollo urbano y regional” (Objetivo 2)

Con el fin de reducir las distancias de viaje necesarios a nivel urbano o regional, la planificación urbana y regional es fundamental. Especialmente para las ciudades en crecimiento donde es de gran relevancia, ya que define las distancias y la infraestructura del futuro del transporte de estas áreas. Una vez construida, la estructura y la infraestructura de los asentamientos son caro de cambiar. Por lo tanto, se recomiendan que los responsables políticos de las economías emergentes deben reconocer el efecto a largo plazo de la planificación durante el diseño de normativas para el transporte.

Con respecto a la infraestructura de la planificación, la comunidad científica recomienda un alejamiento de los principios tradicionales de “predecir y proveer”, ya que “no resuelven los problemas de transporte”. En lugar de ello, concluyen que “las intervenciones específicas en cuanto a la regulación del uso del suelo (...) son mucho más eficaces en el largo plazo en términos económicos, sociales y ambientales” (GIZ, 2011). De hecho, Litman (2013) concluye que más infraestructuras de transporte para los medios ineficientes, como los automóviles de pasajeros, induce más al aumento de este tipo de transporte, en lugar de hacerlo más eficiente.

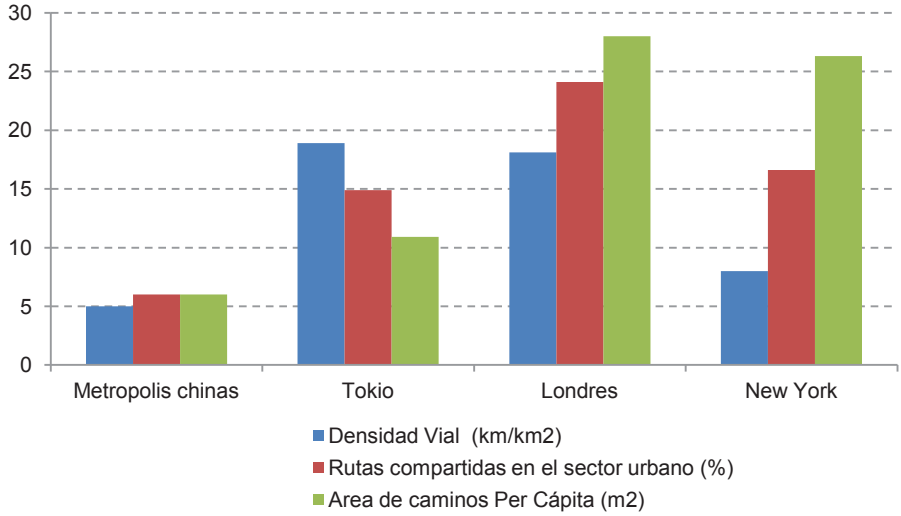
Obviamente, lo más lejos las personas tienen que viajar para ir de compras, trabajos, etc., más alto es consumo de energía. El aumento de la densidad de población en las zonas urbanas en crecimiento debería, desde una perspectiva de la eficiencia energética, ser una preocupación central en la planificación del transporte urbano y regional —acompañado por el adecuado desarrollo de la infraestructura de transporte.

Las emisiones de GEI del transporte se relacionan a la densidad poblacional en ciudades seleccionadas en diferentes condiciones económicas y sociales.

Con el aumento de las distancias, la demanda de transporte motorizado, como los automóviles, aumenta. Ir a pie y en bicicleta, como medios de más eficiencia energética, se hacen menos atractivos para los usuarios. Según el Banco Mundial (2012) la demanda de automóviles “en Alemania disminuye significativamente con un buen acceso a los centros comerciales, cines y teatros. En EE.UU los propietarios de automóviles disminuyen debido a la distancia de la parada de buses más cercana. En Hamilton, Canadá, el número de coches por hogar se reduce en comparación al aumento del número de parada de bus entre los 500 metros de la residencia”. Las distancias pueden ser reducidas mezclando el uso del suelo, ejemplo, una mezcla de área de trabajo con residencial (GIZ, 2012).

Una segunda medida importante para evitar el transporte es la de limitar o reducir la expansión de área por las carreteras en las ciudades. Petersen (2004) muestra que en los países desarrollados una parte significativa del valioso espacio de la ciudad se dedica a carreteras, que son utilizadas por los medios de transporte con consumo intenso de energía, que es decir los vehículos motorizados. La cuota de carretera de la zona urbana de Londres es cuatro veces mayor que en una mega ciudad china promedio.

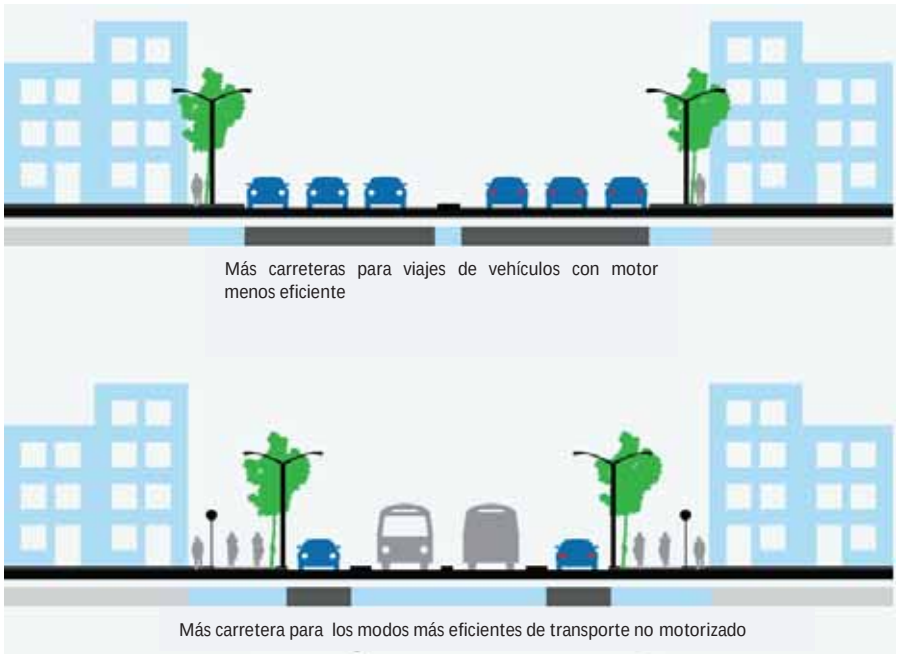
GRÁFICO 13
COMPARACIÓN INTERNACIONAL DE LOS ESPACIOS DEDICADOS A RUTAS



Fuente: Elaboración propia, adaptado de Petersen (2004).

Como resultado, se incrementan las distancias necesarias a los viaje entre viviendas, oficinas y locales comerciales. Esto es importante sobre todo para las ciudades en crecimiento ya que es muy costoso cambiar una utilización ineficiente del espacio en un asentamiento urbano ya construido. Mientras que el consumo de energía es menor para el transporte en trenes, autobuses, tranvías, en bicicleta o a pie, en comparación con el transporte en vehículos, estos medios son también más eficientes en espacio. Es por lo tanto in-eficiente dedicar más espacio a la infraestructura por autos, o sea, carreteras.

IMAGEN 1
DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE CARRETERAS DE INTENSIDAD ENERGÉTICA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL TRANSPORTE



Fuente: ITDP, 2013.

Junto con la eficiencia en el uso del espacio de una infraestructura, la eficiencia espacial de los vehículos varía mucho para los diferentes modos de transporte. La siguiente imagen ilustra este hecho y sus consecuencias para la calidad de vida urbana.

IMAGEN 2
LA CANTIDAD DE ESPACIO PARA TRANSPORTAR EL MISMO NÚMERO DE PASAJEROS: AUTOMÓVIL, BICICLETAS Y BUS

Fuente: Wright and Fjellstrom, 2003.

La inmensa variedad de posibles medidas y herramientas para mejorar el uso de la tierra no pueden ser cubiertas aquí. Ejemplos de medidas de planificación de suelo fueron dadas por Petersen (2004) y el Transit Oriented Development (TOD)- Standard of the Institute for Transportation & Development Policy (ITDP, 2013). Las medidas de políticas para mejorar la planificación en este sentido incluyen la creación de capacitación para la planificación urbana y la creación de estructuras organizativas que regulan y hagan aplicar planes de asentamiento.

Planificación regional densa es también una medida de eficiencia energética eficaz para el transporte de mercancías. Reducir al mínimo las distancias de transporte no sólo es reducir el consumo de energía y los costos de transporte de mercancías. También reduce el riesgo de atascos de tránsito y por esto permite que se incremente la entrega just-in-time (justo-a-tiempo), también. Esto a su vez reduce los costos para el almacenamiento de insumos y productos.

3. “Incremento de la interacción virtual entre las personas usando la información y la tecnología de comunicaciones” (Objetivo 3)

El amplio uso de la videoconferencia, el correo electrónico y teléfono son otras medidas para evitar el transporte y los costos. El movimiento de las empresas de TI (Tecnología Informática) a zonas remotas ilustra que algunos sectores de empresas ya prefieren una infraestructura excelente de comunicación por sobre una buena infraestructura de transporte.

Con la disponibilidad de la infraestructura de comunicaciones de alta calidad, la información y el conocimiento puede sustituir “el capital y la energía como los activos de creación de riqueza primarias”. “Dentro de esta nueva economía, se está cuestionando la asociación que existe hace mucho tiempo entre el uso del automóvil y de la riqueza. Parece que la cantidad de viajes necesarios para apoyar cada libra de la actividad económica, es ahora capaz de bajar como resultado de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación”(Halden 2006).

Continuar la tendencia de trabajar desde casa puede contribuir aún más a un menor crecimiento de la demanda de transporte de pasajeros (véase el recuadro). Halden (2006) sugiere por

el teletrabajo un potencial futuro muy positivo de reducción de hasta un 11% en la demanda de viajes (véase el recuadro). Kahn Ribeiro y otros (2007) concluyen para el contexto de los EE.UU, que es difícil de encontrar resultados empíricos de la eficacia del teletrabajo. Ellos citan un estudio de 2005 a escala macro en los EE.UU que sugiere una reducción anual de vehículos-km de cero a 2% (Choo, Mokhtarian y otros 2005).

RECUADRO 10
TRABAJO A DISTANCIA —*E-WORKING*— EN ESCOCIA Y ESTADOS UNIDOS

En 2006, el 13.5% de los trabajadores adultos en Escocia realizaron alguna horas de trabajo en casa. E-working, en base a los patrones actuales de la actividad económica y las capacidades de la tecnología actual, podría "lograr reducciones de hasta un 11% en la demanda de viajes en el contexto escocés." Sin embargo, una alta asimilación de e-working en Escocia" se asocia con: densidades de población bajas, la necesidad de seguridad al trabajar desde lugares esparcidos en el territorio, incentivos fiscales, y la prevalencia de trabajos de gestión, profesional y administrativo".

Fuente: Halden 2006.

Efectivad de las Medidas AVOID:

Es difícil encontrar ejemplos de información cuantitativa para las medidas AVOID en la reducción del consumo de energía. La siguiente tabla ilustra algunos de ellos en diferentes contextos económicos.

CUADRO 15
EJEMPLOS DE MEDIDAS DE MEJORA AVOID PARA LA EFICIENCIA EN DIFERENTES CONTEXTOS, TANTO EN TRANSPORTE DE CARGA COMO DE PASAJEROS

Medidas	Contexto /País	Consiguiente mejora de la eficiencia energética [a]	Fuente
Servicios de información para las empresas de transporte de mercancías	Plataforma de información logística en línea que ofrece servicios de intercambio de información de carga para las empresas de transporte por carretera de la provincia de Henan, China	Reducción de camiones vacios de 53% en 2006 al 38% en 2008. El ahorro promedio por mes fue de 43,9 millones de kilómetros o 8,8 millones de litros de combustible.	UNCTAD, 2012
Colaboración en el transporte	Colaboración de las dos empresas mas competitivas en Gran Bretaña central	280,000 camión-kms por año	McKinnon, 2012
Trabajo a distancia	Trabajo a distancia en Estados Unidos	1998: reducción de al menos el 1% del total de los vehículos por hogar-km 2005: reducción de vehículo-km del 0–2%.	Kahn Ribeiro, Kobayashi et al., 2007

Fuente: Elaboración propia, basado en fuentes mencionadas.

[a] Por favor, tenga en cuenta que los ejemplos están basados en la mejor información disponible. En los casos en que en el momento de elaboración de este informe los resultados finales de la evaluación estaban disponibles, los resultados presentados se logran resultados en los casos en que la aplicación está en curso se presentan los resultados ante los estimados.

Aumentar la eficiencia energética evitando el transporte, no sólo es eficaz, pero para muchas de las medidas es también muy efectivo en término de costo en comparación con las medidas SHIFT o IMPROVE. La planificación estratégica urbana y regional puede preparar las bases para un transporte energéticamente eficiente, ya que se definen las pautas de movilidad, las distancias y la infraestructura por muchas décadas o siglos venideros. Esto es de gran importancia, especialmente, para las economías en crecimiento con ciudades en expansión, no sólo para la mejora de la sostenibilidad en el transporte, sino para el desarrollo sustentable en general.

C. SHIFT en el transporte de mercancías y personas a un modo más eficiente

La eficiencia de viaje, es decir, el consumo de energía por kilómetro recorrido, se puede mejorar mediante el cambio del transporte desde modos de alto consumo energético, como los aviones o los coches, a modos de bajo consumo como el transporte público (trenes y autobuses) o el transporte no motorizado. La Estrategia SHIFT (cambio) forma el segundo pilar del enfoque ASI. Hay cinco objetivos en la Declaración de Bogotá que pertenecen a la estrategia SHIFT; los dos primeros se tratan juntos en la subsección siguiente.

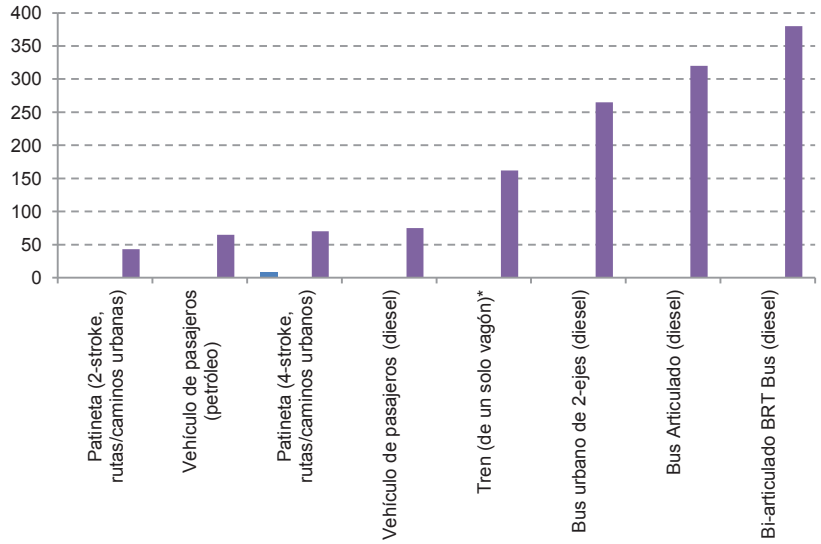
1. "Promover un mayor uso de modos de transporte marítimo, de ríos, y por trenes (…), a través de inversión estratégicas (…) como también promover un manejo logístico inter-modal" (Objetivo 4) y "Promover el uso de medios de transporte interurbano de pasajeros más sustentables (…) ofreciendo alternativas al uso del coche y del transporte aéreo" (Objetivo 6)

Cambiar el transporte desde modos de alta intensidad energética a más eficientes energéticamente, como el transporte ferroviario o fluvial, tiene un alto potencial para la reducción del consumo de energía. Este método se puede aplicar a la carga o pasajeros (hasta 91 y 69%, respectivamente, de acuerdo con IPCC (Siglas en inglés, Intergubernamental Panel on Climate Change, 2013. Panel de Cambio Climático Intergubernamental). En la sección siguiente se presentan medidas efectivas para el transporte de pasajeros y de mercancías.

Una variedad de ejemplos de medidas de cambio, que van desde la gestión de la demanda, los instrumentos financieros, la regulación, la oferta de alternativas al suministro de información, existen para el transporte urbano, como se ilustra en el cuadro 16.

La figura ilustra el consumo de energía de varios medios de transporte urbano con una tasa de ocupación teórica del 100%.

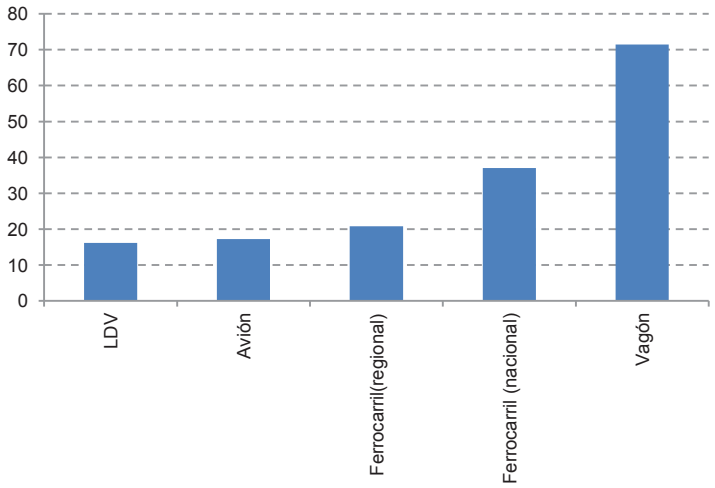
GRÁFICO 14
¿QUÉ TAN LEJOS PUEDO LLEGAR CON UN LITRO DE COMBUSTIBLE EN EL TRANSPORTE URBANO? (VALORES DADOS EN PASAJEROS/KILÓMETROS)



Fuente: Elaboración propia, adaptado de dena 2009.

Hay que tener en cuenta que la "eficiencia de combustible" en bicicleta o a pie puede ser aún mayor en función de las condiciones de velocidad, peso y tiempo. Para los viajes regionales, nacionales e internacionales las opciones presentadas arriba se ven aumentadas por los modos adicionales: aviones, ferrocarril y autobuses.

GRÁFICO 15
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN DIFERENTES MODOS DE TRANSPORTE REGIONAL E INTERNACIONAL —EJEMPLO ALEMÁN[a]



Fuente: Elaboración propia, adoptado de dena 2009.

[a] Los valores en la figura están limitados a los datos de tank-to-wheel. Calculos basados: pasajeros-kilómetros calculado co nuna tasa de ocupación promedio en Alemania, es decir, 1,5 personas por vehículo depasajeros. 1 ligro de gastolina fue calculado equivalente a cerca de 9kWh.

Los valores anteriores sólo muestran la intensidad energética debida a la sola circulación de los vehículos, es decir, el consumo energético desde el tanque al neumático -tank-to-wheel. Además de esto se debería tener en cuenta el consumo de energía de la construcción de vehículos y su correspondiente infraestructura, mantenimiento y desmantelamiento. El consumo de energía para la construcción de la infraestructura puede ser un factor dominante en una comparación entre la eficiencia energética de las redes de metro o de trenes de alta velocidad y la de autobuses de carreteras rápidas. Sin embargo, puede ser difícil encontrar datos del consumo de energía del ciclo de vida completo.

Como se ha mencionado anteriormente, una variedad de ejemplos de medidas SHIFT en el transporte urbano han sido identificados por GIZ (2013, véase siguiente cuadro).

Ejemplos de cambios a medios energéticamente eficientes en el transporte interregional o interurbano de pasajeros, es el sistema de Bus Rapid Transfer, BRT, (de automóvil o van a bus; por ejemplo, en América Latina o mega ciudades en Asia) o redes de trenes de alta velocidad (de coches de pasajeros y aviones a los trenes, por ejemplo en Europa o Japón[36].

[36] Los costos son un problema aquí: inversiones para alta velocidad ICE de trenes de Alemania son aprox. US$ 48 millones por kilómetro; Corea es de alrededor de US$40 dólares millones por km, el tren de alta velocidad en China con un costo aprox. de US$ 24 millones por kilómetro de línea (Kuei-ju, 2013).

CUADRO 16
MEDIDAS SHIFT EN EL TRANSPORTE URBANO

Clasificación	Medida
Gestión de la Demanda	Política de Viajes Corporativos
	Instalaciones y bicicletas en el lugar de trabajo
	Tickets de trabajo
	Paquetes turísticos con auto gratis
	Compartir auto
	Car pool
Financial instruments	Precios de los parqueos
	Tasa de congestión
	Pagar en estaciones de gasolina
	Subsidio a las tarifas del transporte público
Regulación	Zona de Medio Ambiente
	Restricción vehícular
	Cuotas para vehículos
	Traffic cells and diverters
	Restricción de velocidad
	Días sin vehículos
	Restricciones de estacionamientos comerciales
	Requisitos para aparcamiento
	Reasignación de espacio de Ruta
	Prioridad autobuses
	Carriles para autobuses
Suministro de alternativas / Regulación	Ampliación de la red de transporte público
	Infraestructuras de Park and Ride
	Autobús de transporte rápido
	Estaciones y vehículos cómodos para el transporte público
	Integración de las infraestructuras de transporte público (conectar)
	Carriles para bicicletas, señalización vial y mapas; onda verde
	Aparcamiento para bicicletas; Instalaciones Bike & Ride
	Servicios compartidos para bicicleta
	Plan de Ciclismo Nacional
Información	Mejora de la información al conductor

Fuente: Elaboración propia, adaptado de GIZ, 2013.

Especial atención deberá colocarse en que la conexión entre los sistemas de transporte masivos complementarios no presenten dificultades prácticas - aumentando así la reducción del tiempo total de viaje de pasajeros o el traslado de mercancías, el valor al consumidor y su aceptación y, por lo tanto, aumentando la demanda de estos servicios. Algunos ejemplos podrían ser las estaciones de transito masivo , por ejemplo para los trenes, que conectan de manera eficaz a otros modos de transito masivo , como sistemas tipo BRT o como modos alimentadores eficientes como las bicicletas o compartir el coche. Un ejemplo de práctica deficitaria de conexión inter-modal, fue la falta de transporte para alimentar la línea del Bangkok Skytrain, que aumento la sensación de decepción y empeoró la experiencia inicial de esta manera de viajar (Banco Mundial 2012).

Por su carácter de conexión inter-modal[37], compartir el coche puede ser considerado como un medio de transporte energéticamente eficiente, a pesar que la eficiencia energética de un coche compartido es esencialmente el mismo que el de un automóvil privado. Compartir coche es un requisito previo para estrategias de reducción de vehículos particulares, sin dejar de ofrecer a los residentes una opción de vehículo personal para el uso ocasional. Se espera que usuarios de este sistema utilicen medios de transporte eficientes más a menudo que propietarios de vehículo privado (ver recuadro). El consumo de energía en la producción de automóviles es, en ese caso, menor.

RECUADRO 11
PRÁCTICAS DE AUTOMÓVIL COMPARTIDO

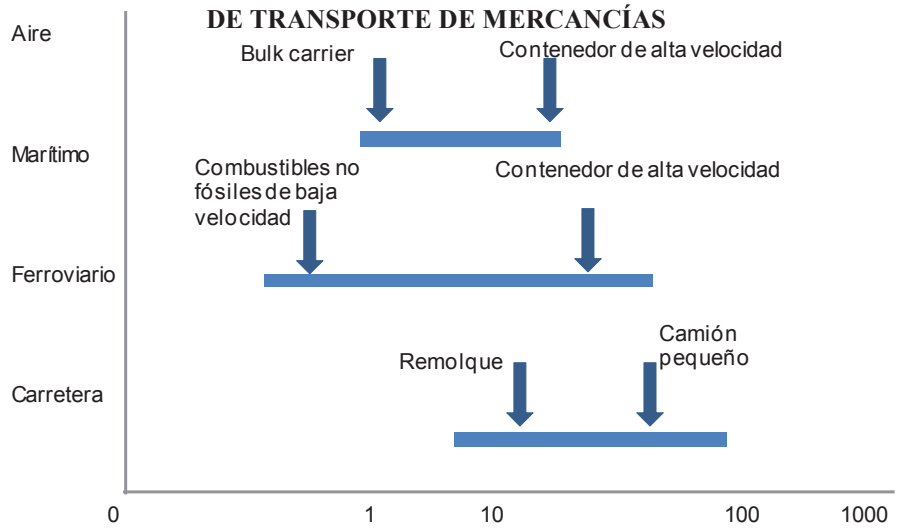
La comunidad ciudadana "Stellwerk" en Alemania posee 60 coches privados para 1000 habitantes (que representa un tasa de propiedad del 6%) y la cuota de asociación al sistema de auto compartido llega al 67% de hogares[a]. Un vehículo compartido sirve a 44 residentes, comparado a la tasa nacional de propietarios de automóviles en Alemania que es de uno por cada dos habitantes. Cuando al coche compartido se une a un pase de tránsito, como ofrecen en Friburgo/Alemania y Zúrich/Suiza, se fomenta la reducción de coches privados y con esto el transporte energéticamente eficiente.

Fuente: ITDP 2013.

[a] Comparado con menos del 0.6% a nivel nacional.

Al igual que para el transporte de pasajeros, la intensidad energética entre los diferentes modos de transporte de mercancías, difiere significativamente. Los aviones son el medio que consume más energía, seguido de camionetas, camiones, transporte acuático. Ferrocarriles y ductos conforman los medios de transporte energéticamente más eficientes. El panel intergubernamental sobre cambio climático (IPCC) visualiza las inmensas diferencias entre estos medios de la intensidad de carbono que, con la mezcla de combustible actual, equivale en primera aproximación a la intensidad energética.

DIAGRAMA 10
COMPARACIÓN INTENSIDAD DE CARBONO POR TON/KM POR LOS DIVERSOS TIPOS DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS



Fuente: IPCC en UNCTAD, 2012.

De acuerdo al modelo europeo de eficiencia energética "EcoTransIT", el consumo de energía para el transporte de mercancías, por ejemplo en Alemania, es 3 a 4 veces más alta en camión que en el tren (EcoTransIT Consorcio 2013). Sin embargo, para poder cambiar el traslado de mercancías

[37] Compartir coche también puede ser considerado como parte de una medida AVOID, si el uso de coche compartido reduce la compra de automóviles particulares.

desde la carretera, se necesita infraestructura adecuada para transporte en ferrocarril o barco como también la de conexión. Las conexiones permiten transporte competitivo desde la primera hasta la última milla. La interconexión eficiente de vías de tren, de autobús y fluviales es fundamental para una logística energéticamente eficiente y, en muchos casos, también efectiva en término de costo.

La eficiencia energética en el transporte de mercancías puede ser un factor importante para la competitividad, especialmente en las economías con precios del combustible no subsidiados. A lo contrario, debido a las altas inversiones iniciales (sunk costs, o a fondo perdido) y perfiles de riesgo desfavorables, los proveedores dudarán en invertir en infraestructura ferroviaria o en la interconexión de los sistemas logísticos. Especialmente este es el caso si la infraestructura puede ser usada también por los competidores. Proveer infraestructura, por tanto, exige de decisiones estratégicas de inversión a largo plazo por parte de los gobiernos. Actores privados serán dispuestos a realizar inversiones conjuntas bajo la condición que se creen marcos de política estables a largo plazo y atractivas, por ejemplo, en asociaciones público-privadas.

RECUADRO 12
CAMBIO PARA MEJORAR LOS MEDIOS DE TRANSPORTE PESADO EN INDONESIA

El Gobierno de Indonesia ha introducido políticas integrales que apuntan a la promoción de sistemas sostenibles de transporte de mercancías y a la reducción de los efectos negativos del transporte en las carreteras. Las políticas incluyen

a) Un cambio hacia modos de transporte más ecológicos, como el ferrocarril y el transporte marítimo vecinal, de corta distancia (donde los transbordadores pueden llevar a cabo operaciones de carga rodada (roll-on/roll-off en ingles)

b) El desarrollo de logística basada en el ferrocarril en Yakarta para aliviar la congestión causada por los movimientos de carga.

Fuente:UNCTAD 2012.

El aumento de la demanda para la entrega puntual o "just-in-time" (JIT) en la industria aumenta potencialmente la intensidad energética, pues los viajes tienen que hacerse más a menudo y con carga reducida por viaje. Para aumentar la eficiencia energética o la de GEI, McKinnon (2012) recomienda a las empresas de logística de bajar en coordinación con los clientes los requerimientos de los sistemas JIT o cambiar el transporte a vehículos más pequeños u otros medios menos contaminantes (por ejemplo, desde camiones a furgonetas o desde furgonetas a bicicletas de carga) . Para el éxito de entrega tipo JIT estos vehículos pueden incluso ser más lento que antes del SHIFT.

2. "Promover y preservar el uso y seguridad del transporte peatonal y en bicicleta, como parte integrante de un sistema de transporte eficiente" (Objetivo 5)

De acuerdo al Banco Mundial (2012) "el uso de los medios de transporte no motorizados puede declinar con el crecimiento económico, pero incluso en países desarrollados, pueden todavía seguir representando una parte significativa de los traslados, si son bien integrados a los otros medios de transporte". Las medidas que promueven el transporte no motorizado (TNM) o dicho también transporte activo, es decir, a pie o en bicicleta, pertenecen a las opciones con mejor balance costo-beneficio en término de medidas para un transporte urbano energéticamente eficiente. Esto contrasta en muchos casos con su limitada presencia en la discusión de marcos de políticas o de los presupuestos públicos para el transporte urbano.

Sin embargo, caminar o usar bicicleta no son sólo medios de transporte de eficiencia energética, sino también muy peligrosos (Banco Mundial, 2012). Con el fin de aumentar la eficiencia energética del transporte en general usando estos medios, la seguridad de los peatones y ciclistas debe ser una prioridad en la formulación de normativas en todo el mundo. La ciudad de Nueva York, EE.UU, es probablemente el sitio más famoso, donde la infraestructura para automóviles se convirtió recientemente en zonas peatonales y carriles para bicicletas (véase el recuadro).

RECUADRO 13
TRANSFORMANDO RUTAS EN ESPACIOS PARA TRANSPORTE NO MOTORIZADO EN LA CIUDAD DE NUEVA YORK

Desde 2009 aproximadamente 3,7 kilómetros de Broadway se han modernizado a favor del transporte no motorizado con el fin de proporcionar la infraestructura peatonal necesaria y de hecho reducir atascos y mejorar los tiempos de viaje en toda la zona. El departamento de transporte de Nueva York cerró carriles de circulación de vehículos, restringió las opciones de giros vehiculares y en algunos lugares cerró la calle entera a los vehículos. Plazas peatonales con mobiliario urbano se crearon en varios lugares. Se añadieron carriles para bicicletas en muchos lugares separados del tráfico vehicular.

Los resultados incluyeron:

- el tiempo de viaje entre dos lugares mejoró para todas las direcciones, excepto por una, hasta un 17%
- los automovilista y pasajeros heridos se redujeron en un 63%
- los peatones heridos bajaron en un 35%
- el volumen de peatones aumento en un 11% en Times Square y en un 6% en Herald Square, y los peatones en esos lugares permanecen más tiempo.
- el volumen de bicicletas incrementó de un 16% en la semana y de 33% los fines de semana.
- La velocidad media de todos los tipos de viaje alrededor de las 18 cuadras correspondientes al área del proyecto (6th Avenue a Irving Place) mejoró un 14%.
- Al 74% de los que contestaron a una encuesta en la zona, le gustó la nueva configuración de tráfico y el 20% de los propietarios/gerentes de actividades comerciales pensó que había mejorado su negocio, mientras que ninguno declaró que afectó negativamente a su negocio.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Ullman, 2013.

En mercados como Europa, América del Norte o China la bicicleta es en una etapa de renacimiento debido a que los estilos de vida deportivo y las bicicletas eléctricas (E-bikes) son cada vez más populares. El mercado anual para las bicicletas eléctricas en China por ejemplo ha crecido a 21 millones de piezas por año en la última década (Banco Mundial, 2012), con más de 180 millones de bicicletas eléctricas en uso al final de 2012 (Bloomberg 2013).

RECUADRO 14
CICLISMO EN LA AGENDA GLOBAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE

"La mitad de todos los viajes en las ciudades son cortos y entre una distancia que se pueda cubrir en bicicleta. La protección (y la revitalización) del ciclismo en Asia y la promoción de la bicicleta en otros lugares, tienen que convertirse en un elemento importante en los planes integrales de movilidad para mitigar las emisiones de GEI en los países en desarrollo como parte del IPCC. El ciclismo tiene importancia sustancial para evitar las emisiones, para la mitigación de la pobreza y para el desarrollo. Lo más pronto se lleva el conocimiento/competencia relativo al uso de bicicleta a los procesos de planificación del transporte y urbano, mayores serán los beneficios a largo plazo de un sistema de transporte que incluya la bicicleta. El marco posterior a 2012 debería influir en las inversiones a nivel de gobiernos para que se planeen este tipo de sistemas. Podemos construir sobre la transición en la estrategia de transporte por medio, entre otros, de los bancos multilaterales de desarrollo. Las estrategias y los planes locales, nacionales o internacionales deberían traducirse en medidas de mitigación apropiadas a nivel nacional (Nationally Appropriate Mitigation Actions, NAMAs) para convertirse en un estímulo para la mayoría de las partes de los países en desarrollo para que empiecen con la planificación del rol del uso de la bicicleta. La Coalición Global del uso de la bicicleta (Global Cycling Coalition) pretende contribuir al programa de trabajo de SLoCaT en esto".

Fuente: SLoCaT, 2013.

Reforzar el papel del transporte no motorizado (TNM) también contribuye a la mejora de la calidad del aire, la seguridad vial y el desarrollo social. Debido a que TNM permite un acceso igualitario a empleos, médicos, etc., eso es muy importante para mejorar la vida de la gente pobre. Tanto economías como ciudades en crecimiento con intensificación de la demanda de transporte, vale la pena hablar de los aspectos sociales de caminar y usar la bicicleta. Un ejemplo en el que faltó esta discusión se ilustra en la siguiente figura. Eso muestra una manifestación en la India tras una prohibición de Rickshaws en la Vieja Delhi en 2006.

IMAGEN 3
SENSIBILIZACIÓN PARA LA IGUALDAD AL ACCESO A LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

Fuente: ITDP, 2013.
Nota: Texto cartel: "Las carreteras no son sólo para los vehículos de motor y la gente rica. Todo el mundo tiene el mismo derecho sobre ellas un país democrático y justo".

3. "Promover medidas para desalentar el aumento de la cuota de vehículos particulares (…), a través de Gestión de la Demanda de Transporte" y "Promover cambios de comportamiento (…) a través de la información y la educación de la población" (Objetivos 8 y 9)

A lo contrario de los objetivos de cambio anteriores estos dos objetivos se centran en las medidas que afectan el lado de la demanda y no el de la oferta del mercado de transporte.

Existen varias definiciones de la Gestión de Demanda de Transporte o Gestión de la Movilidad (MM, Mobility Management en inglés). De acuerdo con la Plataforma Europea para la Gestión de la Movilidad (EPOMM) éste "es un concepto para promover el transporte sostenible y gestionar la demanda para el uso del coche por medio del cambio de las actitudes y el comportamiento de los viajeros. En el núcleo del MM hay medidas "blandas" como la información y la comunicación, la organización de servicios y la coordinación de actividades de los distintos participantes. Medidas blandas, muy frecuentemente, mejoran la eficacia de las medidas "duras" en el transporte urbano (por ejemplo, nuevas líneas de tranvía, nuevos caminos y nuevos carriles para bicicletas). Medidas de gestión de movilidad (en comparación con las medidas "duras") no requieren necesariamente grandes inversiones financieras y pueden tener una alta relación costo-beneficio ". (EPOMM 2013).

RECUADRO 15
GESTIÓN DE MOVILIDAD EN LA PRÁCTICA

Un ejemplo positivo es en la ciudad de Múnich, Alemania, donde el programa de información que cubre el transporte y movilidad se entrega sin costo a cada persona o familia que se traslada a la ciudad. Esto incluye un paquete de información (vía correo electrónico), una llamada telefónica de motivación, una conversación detallada, algunas veces entrega de tickets de prueba y ofertas personales para el servicio del transporte público.

Fuente: Landeshauptstadt München, 2013.

Los grupos destinatarios de MM urbana incluyen funcionarios de la municipalidad, empleadores y empleados públicos o privados. Las medidas incluyen la planificación de los viajes, campañas y actividades de información, promoción del uso de sistemas de coche de propiedad compartida o de uso compartido, la educación y la formación, medidas basadas en realidades locales, la utilización de las telecomunicaciones y de la organización de tiempo flexible tanto como de acciones de apoyo e integrativas, como por ejemplo, cambios en las flotas de empresa o agencias de viaje a favor de bicicletas y trenes.

4. Efectividad de la herramienta SHIFT

La siguiente tabla ilustra ejemplos de medidas SHIFT y su efectividad en diferentes contextos económicos.

CUADRO 17
EJEMPLOS DE MEJORAS SHIFT DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA EN DIFERENTES CONTEXTOS

Medidas	Contexto de las medidas/País	Mejora resultante de la eficiencia energética[a]	Fuente
Cambio de transporte de pasajeros a Autobús rápido	BRT Bogotá, Colombia: TransMilenio Fase II a IV	53% (equivalente a 80,128 toneladas CO_2-equivalente por año)	IPCC, 2013
Cambio de transporte de pasajeros a de pequeños y medianos vehículos a funiculares/teleféricos	Funicular/teleférico Metro en Medellín, Colombia	69% (equivalente a 17,172 toneladas CO_2 equivalente por año)	IPCC, 2013
Cambio de transporte de pasajeros a tren	Transferencia entre modalidades de carretera al tren para el transporte de automóviles en la India	91% (equivalente a 23,001 toneladas CO_2 equivalente por año)	IPCC, 2013
Introducción de impuesto a la ciudad	La introducción de un impuesto de la ciudad de Estocolmo, Suecia, en 2006 (reducción paralela incl. en las tarifas del transporte público; residentes del centro de la ciudad votaron a favor del impuesto).	2.7% reducción en emisiones de CO_2 (alrededor 42,500 toneladas/año)[b]	Eliasson, 2009
Estrategias de reducción de viajes del Empleador (Gestión de la Demanda de Transporte)	La introducción de una ley en el estado de Washington, EE.UU. requiere planes de viaje en su mayoría de las zonas urbanas para los empleadores con 100 o más empleados.	Porcentaje de empleados que condujeron al trabajo en las organizaciones objetivo reducido de 72-68% (que afectan a alrededor del 12% de todos los viajes realizados en la zona).	Rye, 2002
Programas Viaje-retroalimentación (Gestión de la Demanda de Transporte)	La introducción de programas de viaje y de retroalimentación en áreas residenciales, centros de trabajo y escuelas en Japón[c].	Uso de automoviles fue reducido 12% y el de emisiones CO_2 19%.	Fuji y Taniguchi, 2005, en Kahn Ribeiro, Kobayashi et al., 2007

Fuente: Elaboración propia.

[a] Por favor, tenga en cuenta que los ejemplos están basados en la mejor información disponible. En los casos en que en el momento de elaboración de este informe los resultados finales de la evaluación estaban disponibles, los resultados presentados se logran resultados en los casos en que la aplicación está en curso el ex ante se presentan los resultados estimados.
[b] "El sistema se muestra para producir un excedente social significativo, lo suficiente como para cubrir la inversión y costos de operación, a condición de que se mantenga durante un período de vida razonable:. Costos de inversión se recuperan (en términos de beneficio social) en unos cuatro años" Eliasson , J. (2009). "Un análisis de costo-beneficio del sistema de cobro por congestión de Estocolmo." Transportation Research Parte A: Política y Práctica 43 (4): 468-480.
[c] Programas viajes-retroalimentación con un plan de comportamiento donde el viajero requiere hacer un plan para un cambio mostraron mejores resultados que los programas sin un plan.

D. IMPROVE de la tecnología y del manejo del servicio de transporte

El tercer pilar del enfoque ASI es la mejora de la eficiencia de los vehículos, eso es el operar de manera energéticamente eficiente la tecnología de los vehículos existentes, el desarrollo y la comercialización de vehículos nuevos, introducción en el mercado de combustibles limpios, inspecciones periódicas de vehículos, información y servicios de comunicación. Por ejemplo, la GIZ (2012) recomienda varias medidas de mejora para el transporte urbano de pasajeros, algunas de los cuales están incluidas en la declaración de Bogotá y se discuten en las siguientes subsecciones.

CUADRO 18
MEDIDAS IMPROVE EN EL TRANSPORTE URBANO

Medidas	
Eco conducción para los empleados de las organizaciones de negocios públicas o privadas	Tecnología de los vehículos eléctricos
Políticas de adquisiciones verdes para compra de automóviles de energía eficiente de flotas públicas y privadas	Adquisición de vehículos de bajas emisiones de carbono
Eco lecciones de conducción en las escuelas de autos	Gestión de tráfico activo
Vehículo de combustible Económico Estándar	Paquete nacional de automovilismo
Sistemas de capitalización para los fabricantes	Reducción de velocidad en los caminos troncales
Etiquetado de eficiencia energética para vehículos	La aplicación generalizada de planes de viaje
Componentes y accesorios de vehículos de bajo consumo, construcción de peso ligero	Mejores prácticas de carga
R&D en tecnologías de energía eficiente y el diseño de vehículos	Instrumentos financieros
Mejora de la información al consumidor	

Fuente: Elaboración propia, adaptado de GIZ, 2012.

Tres de los objetivos de la declaración de Bogotá llaman a medidas IMPROVE en el transporte de pasajeros y mercancías:

1. Promover un mayor uso de vehículos y combustibles limpios, y medidas para una mayor eficiencia energética y de control de emisiones en todo tipo de transporte" (Objetivo 10)

Para mejorar la eficiencia en término de emisiones de GEI y de uso de energía de los vehículos, existen tres estrategias principales, como se muestra en la tabla a continuación. Nuevas mejoras de los vehículos convencionales, mezcla de combustibles alternativos e introducción en el mercado de vehículos de combustible alternativo (alternative fuel vehicles, AFV). Estas medidas se aplican a todos los vehículos de pasajeros y de carga, incluidos los buques, vehículos de transporte público, camiones, vehículos de pasajeros, de 2 ruedas y aviones.

CUADRO 19
MEDIDAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y EMISIONES DE GEI EN VEHÍCULOS MOTORIZADOS

Reducción del consumo de combustible:	Mezcla de combustibles con bajo contenido de carbono:	Vehículos de combustible alternativo (AFVs):
Electrificación de los sistemas de propulsión	Etanol (e5/e10)	Gas o biometano natural comprimido o licuado
Construcción de peso ligero	Biodiesel (b7)	Etanol (E85 a E100)
Optimización de auxiliares	Aceites vegetales hidratados (hvos)	Gas licuado de petróleo
Aerodinámicos	Biomasa-a-líquido (btl)	La electricidad y el hidrógeno a partir de fuentes de baja emisión de carbono
Resultado:		
Vehículos climáticos eficientes en energía		

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Peters y Weller, 2012.

Sin embargo, muchas de las medidas anteriores para mejorar la eficiencia de los vehículos tienen que estar motivados por instrumentos de política relacionados con el lado de la demanda o de la oferta. Con respecto a los coches de pasajeros, la imposición de estándares de consumo muy ambiciosos y de impuesto al combustible[38], han, en algunos países, motivado a fabricantes de automóviles a desarrollar, producir y comercializar vehículos con una mayor economía de combustible.

En países con una oferta de vehículos similar, los consumidores harán diferentes decisiones de compra con respecto al ahorro de combustible de su coche nuevo. Es decir los consumidores compran diferentes segmentos de automóviles y configuraciones de motor. Como resultado de estas diferencias en el comportamiento del consumidor, la eficiencia del combustible en Francia en 2011 fue un 14% mayor que en Alemania. Esto se debe en parte a que el esquema de impuestos/incentivos relacionados al CO_2 es mucho más estricto en Francia. Por lo general, la eficiencia de combustible de la flota nacional será mayor en los países con altos costos del combustible o con elevados impuestos sobre vehículos con alta emisión de CO_2. Algunas medidas de política adecuada se presentan a continuación.

Normas de ahorro de combustible son un instrumento efectivo de política por el lado de la oferta. Sin embargo, sin medidas de política, que aumenten la demanda de vehículos energéticamente eficientes, aplicar estas normas puede ser muy costoso, no sólo para los productores sino también para las economías. Medidas que acompañan por el lado de la demanda pueden incluir los precios del combustible, impuestos sobre vehículos basados en las emisiones de GEI, una política de compra "verde" de los organismos públicos, la mejora de la información al consumidor, por ejemplo, mediante el etiquetado de vehículos regulado o el etiquetado de los neumáticos.

Los planes de renovación de flota, también llamado programa de desguace, algunos de los cuales se introdujeron en Europa y EE.UU durante la crisis financiera de 2009, pueden ser considerados como instrumentos de política menos ventajosos en término de eficiencia de los costos. La evaluación de estos planes ha demostrado que tienen un comportamiento muy pobre en términos de ahorro de combustible en relación con sus inmensos costos. Con costos sociales netos que van desde 300 a 2.235 millones de euros, en el caso de los países en la figura siguiente, estos esquemas no son por lo tanto recomendables para que se repitan. Sin embargo, valdría la pena investigar, cuanta mejora habría sido posible con estos costos, si el enfoque hubiera sido sobre la eficiencia energética en lugar de la preservación de puestos de trabajo en la industria automotriz durante la crisis.

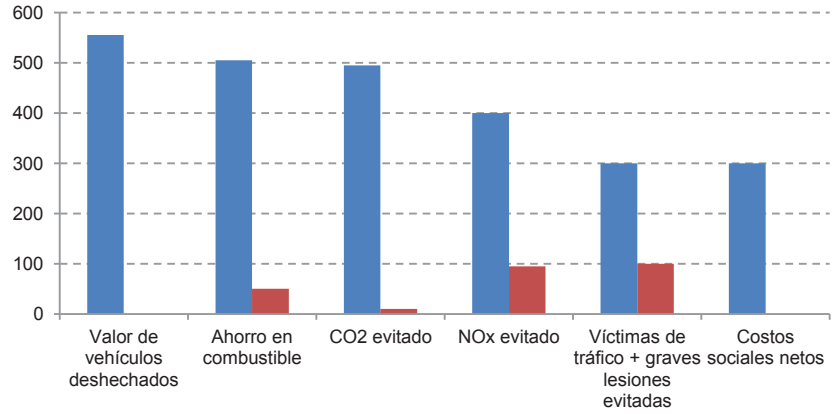
Para camiones y autobuses, así como para otros medios, hay muchas medidas de ahorro de combustible que se pueden aplicar, y éstas normalmente producen un ahorro de combustible del 1-5% (McKinnon 2007). Estas medidas incluyen:

- Proveer a los conductores de una capacitación para manejar de manera eficiente en término de uso del combustible;
- Ofrecer incentivos para el manejo eficiente en termino de uso de combustible;
- Compra de vehículos mas eficientes en término de uso de combustible;
- Reducir la potencia nominal de los vehículos para adaptarlas a las condiciones de carga y la topografía;
- Reducir el peso del vehículos vacíos (tara);
- Mejorar el perfil aerodinámico de los vehículos;
- Aumentar las normas de mantención de los vehículos (ver siguiente subsección);
- Imponer límites de velocidad más estrictos;
- Asegurar que los neumáticos se usen a la presión correcta (McKinnon 2007).

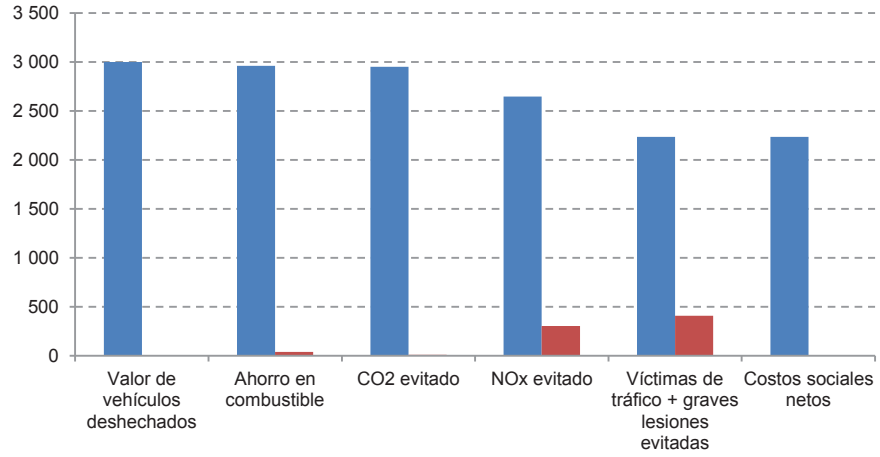
[38] Esto fue apoyado por la mejora de la información al consumidor, la conciencia ambiental y el precio del combustible.

GRÁFICO 16
COSTO-EFICIENCIA DEL PROGRAMA RENOVACIÓN DE LA FLOTA FRANCESA, ALEMANA Y ESTADOUNIDENSE (INICIATIVA DE DESGUACE)

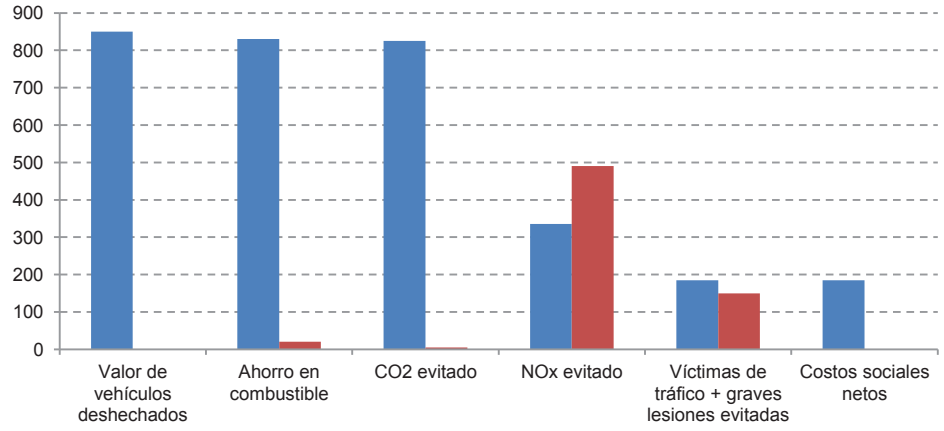
A. Francia "Prime a la Casse"



B. Alemania"Umweltprämie"



C. EEUU programa "CARS"



Fuente: Elaboración propia, adaptado de Fraga, 2013.

Sistemas de propulsión híbridos en los autobuses son capaces de reducir el consumo de combustible hasta en un 30%, dependiendo del perfil de viaje, pero el costo de estos autobuses es alrededor de un 25 a 30% más altos[39]. Dependiendo del perfil de uso del camión o autobús, el grado de electrificación recomendada puede variar desde vehículos híbridos a vehículos completamente eléctricos, es decir, trolebús o autobús o camión eléctrico a batería.

El UK Freight Best Practice Programme (Programa de Mejores Prácticas para Carga del Gobierno del Reino Unido) recoge y transfiere ejemplos de mejores prácticas en termino de la eficiencia energética o de emisiones GEI para el transporte por carretera (DfT 2013). Según McKinnon (2007), este programa es una medida muy efectiva en termino de costo-beneficio con un costo públicos de alrededor de 8 £ por tonelada de CO_2 reducida.

Para el ferrocarril se recomiendan las siguientes medidas: reducción del peso de los trenes que se puede lograr con carrocerías de aluminio, bogíes ligeros y equipos de propulsión más ligeros. El frenado regenerativo (o a recuperación de energía) puede generar energía eléctrica, que a través de la red eléctrica puede alimentar a otros trenes, lo que reduce el consumo de energía. Sin embargo, mientras más lejos estén los otros trenes, menos efectiva es esta medida. En el futuro, esta medida se puede mejorar por medio de dispositivos de almacenamiento de energía a bordo, que acumulen la energía hasta que se necesite. Mayor eficiencia en los sistemas de propulsión podría lograrse en el futuro por medio de transformadores a bordo del tren del tipo superconductores y de motores de tracción síncronos a imanes permanentes (Kahn Ribeiro, Kobayashi et al. 2007).

En relación al transporte marítimo la UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development, 2012) afirma que las mejoras tecnológicas y de combustible "podrían lograr una cierta eficiencia energética y reducir las tasas de intensidad de las emisiones de GEI (CO_2/ton-mile) de 25 a 75% por debajo de los niveles actuales". Las medidas pueden incluir la navegación lenta, la mejora del diseño, mejoras en la eficiencia del motor y el cambio de combustible. Factores centrales para la mejora de la eficiencia energética en la aviación son materiales ligeros, motores mejorados, la aerodinámica y la construcción.

Para todos los tipos de vehículos, excepto aviones, se puede mejorar la eficiencia mediante la conducción ecológica, es decir, la formación de los conductores sobre la forma de operar el vehículo de una manera que sea más eficiente en término de consumo de energía. Las investigaciones de los entrenamientos de conductores en Alemania y en el Reino Unido mostraron mejoras de ahorro de combustible a largo plazo de aproximadamente 10% (IE Europa 2009).

Los llamados vehículos limpios o vehículos de combustible alternativo (vehículos con celdas de combustible a hidrógeno o con batería) repetidamente atrajeron a los medios de comunicación en el pasado, pero hasta hoy no logran conquistar cuota de mercado relevantes. Como resultado, no contribuyeron a la mejora de la eficiencia energética en el transporte. En cambio, los principales logros de eficiencia en las flotas de vehículos resultaron, y siguen resultando, es la reducción del consumo de combustible en los vehículos convencionales. Esta tendencia es probable que continúe a menos que haya grandes cambios hacia mayores precios del petróleo o a marcos normativos más ambiciosos para apoyar la introducción de vehículos limpios al mercado.

[39] Feng y Figliozzi (2012) cuotas de precios de compra de US$958,000 por un bus de 60 ft de diésel híbrido y US$737,000 por bus de 60ft diesel en EE.UU, lo cual equipara el precio en alrededor del 30%. La ganancia en eficiencia de combustible en un bus híbrido en este caso, fue alrededor de un 11%.

RECUADRO 16
EL POTENCIAL DE LOS COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS PARA EL AUMENTO DE LA EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Los combustibles alternativos (AF, sigla en inglés), incluyendo los biocombustibles, son una parte relevante de la discusión pública sobre el transporte energéticamente eficiente. Se usan en mezcla con los combustibles convencionales o en los vehículos de combustible alternativo (AFV). Sin embargo, aunque la mayoría de los combustibles alternativos reducen las emisiones de GEI, pocos reducen el consumo de energía. La eficiencia energética se incrementa solamente si el proceso de conversión de energía del combustible alternativo en los vehículos AFV es más eficiente con respecto a vehículos de combustibles fósiles comparables. Los ejemplos incluyen vehículos a hidrógeno o eléctricos.

Sin embargo, podría ser razonable promover vehículos con combustible alternativo con el fin de reducir la dependencia de los derivados del petróleo o reducir emisiones de GEI. Mientras que, por ejemplo, el consumo de energía de los motores a gas natural (GN) es superior que los de motores diésel, el gas natural comprimido (GNC), en comparación con el diésel, es bastante más eficiente en emisiones GEI y se puede optimizar aún más mediante la mezcla con biometano. Al igual que sus efectos en los vehículos ligeros (LDVs) combustibles alternativos pueden mejorar el balance de GEI para los vehículos pesados (HDV) y autobuses, pero de nuevo éstos, con la excepción de los vehículos de pila de combustible y batería eléctrica, no van a tener ninguna influencia positiva en la eficiencia energética.

Quienes toman las decisiones políticas deberían esforzarse por aprovechar los combustibles alternativos al máximo mediante el aumento de la eficiencia energética del transporte antes de la utilización de estos combustibles mismos en el transporte. En otras palabras: el impacto de etanol a base de maíz en el transporte carretero en EE.UU podría multiplicarse si fuera asociado a medidas estrictas de tipo AVOID, SHIFT o IMPROVE. Al final es una cuestión de recursos (por ejemplo, biomasa) y precio: hasta que sea más barato reducir la ineficiencia energética que introducir mezcla de combustibles alternativos, se deberían dar prioridad a las medidas de eficiencia. Para determinar correctamente el precio de los combustibles alternativos se debe tener en cuenta la demanda de otros sectores como la calefacción o la producción de electricidad.

Fuente: Elaboración propia.

La coordinación política de la introducción al mercado de vehículos de combustibles alternativos puede ser una medida que puede dar un empuje al mercado.

2. “Trabajar para establecer o mejorar los regímenes de inspección técnica de vehículos, y para la implementación progresiva de normas de seguridad y de reducción de las emisiones a la atmosfera” (Objetivo 12)

Inspecciones regulares de vehículos, no sólo son de extrema importancia para la seguridad de los mismos, también pueden mejorar la eficiencia energética, por ejemplo, al revisar y llevar al servicio regularmente los neumáticos, el motor y el aceite. La eficacia de las inspecciones de vehículos se puede aumentar mediante la inclusión de servicios de asesoramiento al cliente sobre la conducción ecológica, la compra de neumáticos eficientemente energéticos, el mantenimiento de vehículos (incluido el aceite de motor de baja viscosidad y controles periódicos de la presión de los neumáticos) o incluso la compra de vehículos. Ésta última es una oportunidad para los fabricantes de automóviles: con el fin de cumplir con las normas de ahorro de combustible y al mismo tiempo mantener los costos bajos, ellos pueden incentivar a sus distribuidores a vender coches energéticamente eficientes en lugar de modelos de automóviles de alto consumo energético.

3. “Promover la adopción de un Sistemas Inteligentes de Transporte como pago electrónico de peaje, centros de control de transporte e información usuario en tiempo real…” (Objetivo 13)

En esta última sección de la eficiencia vehicular se presenta el potencial de mejoras en la eficiencia energética por medio de sistemas inteligentes de transporte (ITS). El SIT (Sistema Inteligente de Transporte) hace uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para:

- Optimizar la utilización de la infraestructura existente para coches, camiones, aviones y transporte público;
- Operar vehículos más eficientes;
- Aumentar el valor del uso del sistema de transporte público por el usuario introduciendo servicios basados en información electrónica en tiempo real[40].

CUADRO 20
EJEMPLOS DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN (TIC) BASADOS EN MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE

	Pasajero	Flete
Ferrocarril	Aplicaciones telemáticas que aumentan el atractivo de los trenes, por ejemplo, información a los viajeros antes y durante el viaje, sistemas de reserva y de pago, gestión de equipajes, la gestión de las correspondencias entre trenes y con otros modos de transporte	Aplicaciones telemáticas entre los sistemas de información (seguimiento en tiempo real de la mercancía y de los trenes), los sistemas de clasificación y asignación, reserva, de pago y de facturación, la gestión de las correspondencias con otros modos de transporte y la producción de documentos electrónicos de acompañamiento.
Carretera	La prioridad para el transporte público, por ejemplo, en los semáforos	
	Cobro de tarifa electrónica, información sobre viajes multi-modal, la información de tráfico incl. feed-in los sistemas de navegación, y establecer y hacer cumplir los límites de velocidad. La eficiencia del combustible cae significativamente en coche, furgoneta o camiones cuyas velocidades son empujados por encima de los niveles óptimos. La reducción de la velocidad del coche de 100 km / h a 80 kmh puede ahorrar un 21% en emisiones de CO 2 (es decir, Europa, 2009 citado en Porter, Fitzpatrick et al., 2009).	
Navegación Interior	Sistema armonizado de servicios de información; sistemas de información de los ríos	
Marítimo	Gestión de tráfico de buques, incluido el intercambio de información, por ejemplo, Observatorio Europeo del tráfico marítimo y del Sistema de Información (VTMIS)	
	Mejora de los diseños de terminales en los puertos, que reducen las distancias como resultado del consumo de energía	
Aire	Control del tráfico aéreo, por ejemplo, Sky ATM Investigación Único Europeo (SESAR)	
Multimodal	Planificadores de viajes multimodales	

Fuente: Elaboración propia con información de CE, 2013.

Sin embargo, de acuerdo a Lenz (2011) la comunidad científica no fue capaz de cuantificar con las actuales metodologías los efectos en la movilidad de la Tecnología de la Información y de la Comunicación Tecnológica (TIC). Asumiendo que sean positivo, de todas maneras estos efectos en la movilidad serían marginales.

Una excepción de este razonamiento serían los resultados de Jelinek y otros (2002) con respecto a la gestión del tráfico aéreo en las mejoras de TIC (véase el recuadro).

RECUADRO 17
MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL MANEJO DEL TRÁFICO AÉREO

El 24 de enero de 2002, la European Air Traffic Management RVSM, (Reduce Vertical Separation Minimum, o reducción de la separación vertical mínima) fue implementada en el espacio aéreo de Europa, es decir, en la mayor parte de Europa occidental y central. Proporcionó seis niveles de vuelo adicionales entre la cuota de 29.000 pies, alrededor de 8.800 metros (FL290) y la de 41.000 pies, aproximadamente 12 mil metros (FL410) inclusivas y, por tanto, la mejora de la cantidad de espacio disponible y del enrutamiento. Un estudio de Eurocontrol (Jelinek y otros, 2002), que comparó el consumo de combustible antes y poco después de la puesta en práctica demostró que el empleo total de combustible se redujo entre 1,6 a 2,3% por año para las líneas aéreas que operan en la zona RVSM Europea. Malwitz y otros (2009) estimaron que la introducción de este sistema en los EE.UU redujo el consumo de combustible para distancia recorrida de un 2 a 3%.

Fuente: Kahn Ribeiro, Kobayashi et al. 2007.

[40] Esta es una medida SHIFT.

Sin embargo, el consumo total de energía de la aviación desde la introducción de la RVSM ha aumentado, una de las razones probablemente es el aumento de la nueva disponibilidad, que RVSM proporciona sobre el antiguo sistema.

4. Efectividad de medidas IMPROVE

La tabla siguiente ilustra ejemplos de la norma IMPROVE y sus efectos en diferentes contextos económicos.

CUADRO 21
EJEMPLOS DE MEJORAS EN EFICIENCIA POR LAS MEDIDAS IMPROVE

Medidas	Contexto de las medidas/País	Mejora resultante de la eficiencia energética [a]	Fuente
Estándar de ahorro de combustible	Introducción de un nuevo estándar de la economía de combustible del coche para los vehículos ligeros (turismos) en el año 1995 en Japón	19% hasta el 2004	World Bank, 2012
La introducción de vehículos no contaminantes	La sustitución de combustibles fósiles por scooters scooters eléctricos en varias ciudades y regiones de la India (reciente CDM-Project)	La reducción de gases de efecto invernadero será de aproximadamente 69% o 24.563 toneladas de CO_2 equivalentes al año.	IPCC, 2013
Eco-conducción incluyendo la reducción de velocidad	Promoción de la conducción eficiente y segura del combustible a los conductores de vehículos pesados en Escocia (iniciativa SAFED)	10%	Fraser y Anson, 2010
	Reducción de la velocidad máxima de los camiones de 65 mph a 60 mph en EE.UU.	Hasta 8%	Ang-Olson y Schroeer, 2002 en McKinnon, 2007
	Formación conducción eficiente para los conductores de vehículos de pasajeros en Alemania y Reino Unido	20,7 y 22,5%[b]. Mejoras a largo plazo después de la capacitación de aprox. 10%.	IE Europe, 2009
	Buques portacontenedores deben disminuir su velocidad de 26-18 nudos (“lento humeante”)	30%	Dekker, Bloemhof et al., 2012
Aumento de la capacidad en la aeronáutica	Introducción de la Separación Vertical Mínima Reducida (RVSM) en Europa y EE.UU.	1.5 a 3.0% por vuelo-kilómetro	Jelinek, Carlier et al., 2002, Malwitz, Balasubramanian et al., 2009

Fuente: Elaboración propia.

[a] Por favor, tenga en cuenta que los ejemplos están basados en la mejor información disponible. En los casos en que en el momento de elaboración de este informe los resultados finales de la evaluación estaban disponibles, los resultados presentados se logran resultados en los casos en que la aplicación está en curso el ex ante se presentan los resultados estimados.
[b] Para los pilotos cuyo entrenamiento se llevó a cabo en la vía pública, la reducción media fue del 16,8%. Se lograron velocidades ligeramente más rápido.

Es importante notar que, para lograr mejoras sustanciales en eficiencia energética en el transporte, las posibilidades tecnológicas de las medidas IMPROVE no serán suficientes. El Banco Mundial (2012) afirma que “las medidas económicas, como fijación de precios, regulación y habilitación de un sistema de transporte de diversos tipos, son también esenciales”.

E. Análisis costo-beneficio de estrategias ASI

A menudo menos prioritarios en el debate público sobre transporte energéticamente eficiente, pero sí de gran importancia son los costos de las medidas de eficiencia. Hay poca información disponible sobre los rangos de costo/beneficio del transporte. Además, es difícil citar cifras generales de

costo/beneficio producto de las medidas ASI, ya que estarían muy influenciados por el contexto económico, geográfico y político. Sin embargo, en general se puede decir que medidas de tipo IMPROVE como la introducción en el mercado de vehículos limpios, los cuales gozan de gran popularidad en los gobiernos y los medios de comunicación, muy frecuentemente viene a un costo más alto para los presupuestos públicos que las medidas SHIFT o AVOID. Algunos instrumentos económicos como el precio de la energía, incluso puede pagarse por sí mismos desde el momento de la implementación.

Es evidente que los costos de medidas AVOID, como por ejemplo planificación de la densidad urbana o el uso mixto del suelo, varían enormemente en cuanto a su fecha de implementación. Sus costos son bajos cuando las ciudades siguen creciendo y hay espacio para la planificación. Una vez que la ciudad y la infraestructura son construidas , es mucho más caro aumentar la densidad de la población, disminuir la zona de la carretera o la mezcla de oficina y áreas residenciales.

Como se indicó anteriormente medidas que promuevan el transporte no motorizado puede ser muy ventajosas, sobre todo, si se incluyen los beneficios indirectos. El Banco Mundial (2012) calculó para algunas medidas seleccionadas de TNM (Transporte no motorizados) rangos de beneficio/costo de 1,5 a 4 y plazos de amortización de menos de un año (ver tabla de abajo).

CUADRO 22
ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO PARA MEDIDAS SELECCIONADAS DE TRANSPORTE NO MOTORIZADO

Intervenciones de prueba	Beneficios totales	Componentes de beneficios	Costo total	Componentes del costo	B/C ratio
Mejora del camino peatonal a lo largo del corredor en Morogoro	US$14 400 por año	Ahorro en el tiempo de viaje	US$18 000	Repair culverts	3,4
			US$4 200/año	Walkway construct	
				Build bridges	
Levantado de cruce cebra en Dar es Salaam y Morogoro	US$4 350 por año	Evitar costes de los accidentes	US$4 500 por cruce-cebra	Levantado de cruce-cebra	1,45
			US$1 000/year		
Puente NMT en Dar es Salaam	US$6 000 por año	Ahorrando tiempo de viaje	US$11 000 por puente	Puente	4
			US$1 500/año	Reducción de costos debido a la participación de la comunidad	

Fuente: Elaboración propia, basado en el Banco Mundial, 2012.

Johnson y otros (2010) muestran que las medidas de eficiencia energética en el transporte pueden, en algunos contextos, producir beneficios directos más altos que los costos, por ejemplo, debido al ahorro de energía. En el contexto mexicano examinado, esto sería el caso para la optimización de los sistemas de autobús y transporte ferroviario de mercancías, la introducción de las inspecciones periódicas de vehículos, los programas de densidad urbana, los sistema de buses rápidos y la promoción del transporte no motorizado. Los beneficios directos de estas medidas iban desde US$40 a 90 por tonelada de CO_2, que son valores muy altos. Medidas IMPROVE y SHIFT serían, en este caso, más rentable que AVOID.

Dependiendo del contexto, tiene sentido poner atención a los costos políticos también. Estos pueden llegar a pesar más que los costos financieros, por ejemplo, para medidas impopulares de tipo AVOID como aumento de las tarifas de estacionamiento o la reducción de espacio de estacionamiento público, la introducción de peaje o la abolición de los subsidios a los precios de los combustibles. Los costos políticos se pueden reducir mediante el diseño de instrumentos que permitan que los votantes entiendan que sus beneficios son superiores a sus costos. Los ejemplos incluyen el sondeo positivo para la

introducción de un peaje urbano para el centro de la ciudad de Estocolmo o de las encuestas positivas en la ciudad de Nueva York después de la reasignación del espacio vial a zonas peatonales y vías para bicicletas.

Si bien la aplicación de algunas medidas de ASI-parecen muy caras en el corto plazo, en el mediano y largo plazo hay beneficios sustanciales asociados a la misma en comparación con la situación actual – sin tomar en cuenta los beneficios adicionales de la mitigación del cambio climático o una mayor prevención de accidentes o el acceso igualitario al empleo y la educación. La AIE (2012) llegó a la conclusión que para la perspectiva a largo plazo, las inversiones futuras para construir y mantener medios de transporte e infraestructuras ineficientes serían significativamente más altos que las inversiones para transporte energéticamente eficiente. En un escenario ambicioso que limita el cambio climático a 2 grados Celsius adicional (2DS), US$ 50 trillones se podría ahorrar en realidad en el transporte hasta el año 2050, en comparación con un escenario menos ambicioso de 4 grados (4DS) (véase el recuadro y la figura a continuación).

RECUADRO 18
POTENCIAL GLOBAL DE LA INVERSIÓN DE MEDIDAS EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE

A pesar de los aumentos de los gastos en infraestructura para el ferrocarril, tren de alta velocidad (High Speed rail, HSR), bus de transporte rápido (Bus rapid Transfer, BRT) en un escenario de 2 grados (2DS), se estima que el gasto global en infraestructura terrestre decae cerca de US$20 trillones, en comparación a las estimaciones del escenario de los 4 grados Celsius (4DS). El grueso de ese ahorro proviene de la reducción de la inversión en rutas y consecuentes menores costos de mantenimiento, lo que representa cerca de US$15 trillones del total de ahorro proyectado. Reducción de estacionamientos también ahorran cerca de US$10 trillones sobre los niveles de gastos del 4DS, mientras los gastos en trenes, incluyendo el alta velocidad, aumentan de cerca de lo US$3.5 trillones. Agregar conexiones de buses rápidos bajo 2DS, agrega otros US$350 billones sobre el nivel del 4DS (sólo una décima del aumento del costo del tren).

De hecho, ETP 2012 estima que los gastos globales en vehículos, combustibles e infraestructura hasta el 2050 son casi US$ 515 trillones en el 4DS. Estimaciones de los gastos de transporte en los 2DS, incluidos los trenes y autobuses que son más caros, se elevan a aproximadamente US$465 trillones - que representa un ahorro neto de 50 trillones de dólares, o 30 trillones de dólares de ahorro en gastos de vehículos y combustibles y 20 trillones de dólares en ahorro de infraestructura como identificados en este análisis".

Fuente: Cita de la AIE de 2012 en SLoCaT, 2013.

F. Resumen y recomendaciones

La demanda de transporte está aumentando y con ella también el consumo de energía. Las medidas de eficiencia energética actuales se ven superadas por el aumento de la demanda en el transporte. La declaración de Bogotá para el transporte sostenible en 2011 fue también un paso importante hacia un transporte eficientemente energético. Del mismo modo, muchos gobiernos han definido objetivos políticos ambiciosos de eficiencia energética en el transporte. La aplicaciones serias tienen que seguir ahora. La implementación consecuente de las medidas ASI puede desacoplar el desarrollo económico y el consumo de energía en el transporte mediante la mejora de: la eficiencia del sistema, la eficiencia del viaje y la eficiencia del vehículo.

Reducciones en el consumo de energía también resultan en la reducción de emisiones GEI. Sin embargo, las medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero no siempre reducen el consumo de energía, a veces incluso la aumentan (por ejemplo, cambio de combustible a los combustibles alternativos). Los responsables de las políticas tienen que decidir, si su objetivo es para a) el transporte energéticamente eficiente, b) la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero del transporte o, c) el transporte con bajo consumo de combustibles derivados del petróleo crudo. El impacto de los combustibles alternativos limitados en la mitigación del cambio climático debe ser guiado mediante la adopción de medidas de eficiencia energética primero y sólo entonces con la aplicación de los combustibles alternativos para un sistema de transporte más eficiente energéticamente.

Se recomienda a los responsables de políticas de planificar e implementar las medidas de eficiencia energética con una meta de planificación a largo plazo. En este caso muchas de las medidas presentadas pueden generar beneficios financieros directos - además de las mejoras medioambientales, de salud y sociales. En función de los contextos económicos las relaciones costo-beneficio de las medidas ASI varían. Los costos políticos para la implementación de medidas impopulares se pueden reducir mediante la creación de atractivos beneficios a cambio, educando a los votantes en lo beneficios y co-beneficios suyo y de sus futuras generaciones e incluyendo las partes interesadas en el proceso de diseño de políticas.

Como este informe se centra en los instrumentos técnicos, se recomienda que en el próximo paso se consolide el conocimiento existente sobre los instrumentos de políticas, ya sean temporales o permanentes, para la aplicación de las medidas ASI. Una amplia gama de instrumentos disponibles de tipo reglamentarios, financieros, de información y coordinación deberían estar presentes tanto por el lado de la demanda como de la oferta en el mercado. Entre los instrumentos financieros, el enfoque debería colocarse en los instrumentos de fijación de precios como, por ejemplo, el precio del carbono, ya que puede proporcionar la base necesaria para financiar las medidas de eficiencia energética (Banco Mundial 2012).

A menudo, las medidas de eficiencia energética no se realizan debido a la falta de financiación en lugar de una falta de conocimiento técnico o de voluntad política. Por lo tanto, es también crucial consolidar el conocimiento internacional sobre los instrumentos de financiación existentes para las inversiones necesarias en el transporte energéticamente eficiente. Los informes del Foro Internacional de Transporte 2013 (OCDE) y del Banco Mundial (2012) proporcionan una buena base para futuras investigaciones. Se recomienda la consolidación de los ejemplos de mejores prácticas.

IV. Entendiendo los mecanismos del mercado para el desarrollo de mercados para la eficiencia energética en el transporte

A. Introducción

Para una exitosa introducción en el mercado de medidas de eficiencia energética, los responsables de las normativas deben ser conscientes de los mecanismos subyacentes y las características del mercado del transporte. En este capítulo se presenta el conocimiento académico fundamental de la economía pública con relevancia para el diseño de políticas para el mercado del transporte.

Sujeto a recursos financieros limitados, ya sea a nivel gubernamental o de los consumidores, los responsables de la política pública tienen que ser conscientes de la diferencia entre lo que es tecnológicamente posible y lo económicamente viable, es decir, atractivo y conveniente para los consumidores. Para una exitosa introducción en el mercado de servicios energéticamente eficientes o de tecnologías en el transporte es clave tener la comprensión de a) las necesidades y la situación económica de los grupos de consumidores que son el objetivo (demanda) y b) la competencia de los servicios de transporte ya establecidos (oferta).

Hay un desequilibrio tanto en la discusión pública como en la investigación sobre las tecnologías de eficiencia energética en el transporte entre a) la evaluación de su potencial teórico de eficiencia y b) la evaluación de su capacidad de comercialización y de competitividad respecto a medios de transporte establecidos, siendo esta última mucho menos evidente que el primero de los dos. Como consecuencia, la introducción en el mercado de muchas tecnologías de eficiencia falla o sólo puede ser competitiva en el mercado con subsidios continuos. Las preguntas que surgen son:

¿Cuáles son las fuerzas para el desarrollo del mercado en el transporte? ¿Qué factores influyen en la demanda y en la oferta de servicios de transporte con eficiencia energética? ¿Bajo qué condiciones deberían intervenir los legisladores en el mercado del transporte?

En la siguiente sección, en primer lugar, conceptos claves de la teoría de la innovación se aplicarán al mercado del transporte (sección b.), utilizando el ejemplo de la introducción en el mercado de vehículos

limpios (sección c.), seguido por una discusión de los factores que influyen en la demanda (sección d.) y en la oferta (sección e.) y su elasticidad en el transporte (apartado f.). La sección termina con la introducción del concepto de fallas del mercado y la manera de cómo aplicarlo al sector del transporte (g.). Ejemplos derivados de la introducción en el mercado de vehículos limpios, incluidos vehículos de combustible alternativo (AFV) o vehículos híbridos eléctricos, son utilizados para demostrar la aplicabilidad de los conceptos que se presentan a los desafíos del mundo real en los mercados de transporte.

B. Conceptos claves para la introducción de nuevos productos y servicios en el mercado

Innovación es "una idea, práctica u objeto percibido como nuevo por un individuo u otra unidad de adopción" (Rogers 1995). Ejemplos de innovación en eficiencia energética en el transporte pueden ser sistemas de transporte urbano masivo, sistemas inteligentes de logística, vehículos limpios o sistemas de navegación que hacen de la bicicleta o caminar algo más atractivo.

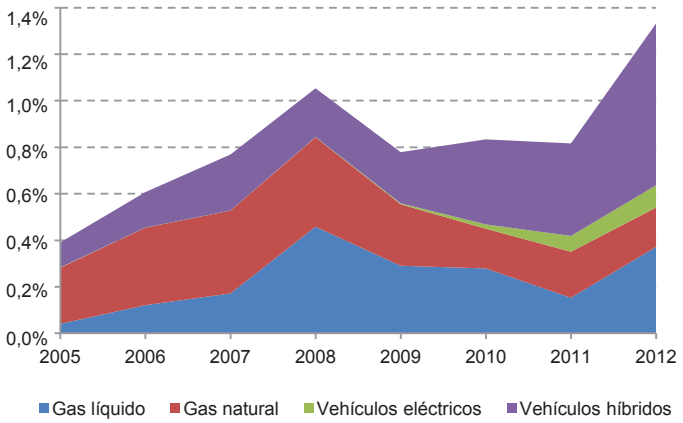
La difusión general de una innovación o el proceso por el cual una innovación es comunicada a través de ciertos canales en el tiempo, entre los miembros de un sistema social, se llama Difusión (Rogers 1995). Es el resultado directo o indirecto de un esfuerzo planificado y sistemático diseñado para hacer que un programa o innovación sea más ampliamente disponible. La tasa, en el que un nuevo producto, servicio o tecnología gana cuota de mercado de productos de la competencia, es la tasa de penetración en el mercado. Con el fin de detener el continuo crecimiento en el consumo de energía en el transporte es necesario aumentar de manera significativa la tasa de penetración en el mercado de servicios de transporte eficiente en el uso de energía.

RECUADRO 19
FRACASO DE LA INTRODUCCIÓN EN EL MERCADO DE AUTOMÓVILES LIMPIOS

Con el ejemplo del mercado vehicular de Alemania se puede mostrar como algunas innovaciones en el transporte han tenido inmensas dificultades para lograr cuotas significativas en el mercado. Los vehículos limpios todavía no son capaces de alcanzar un puesto relevante en el mercado – a pesar de los importantes incentivos financieros del gobierno, de la existencia de tecnologías seguras y de la conciencia por el medioambiente en los consumidores. Como se ve en la siguiente figura, la cuota de mercado de vehículos limpios fue sólo un 1,3% (40.000 piezas) el 2012, es decir, está lejos de alcanzar la masa de consumidores. Su contribución a la mejor de eficiencia energética o eficiencia en emisiones GEI en el transporte continúa marginal.

Fuente: Elaboración propia.

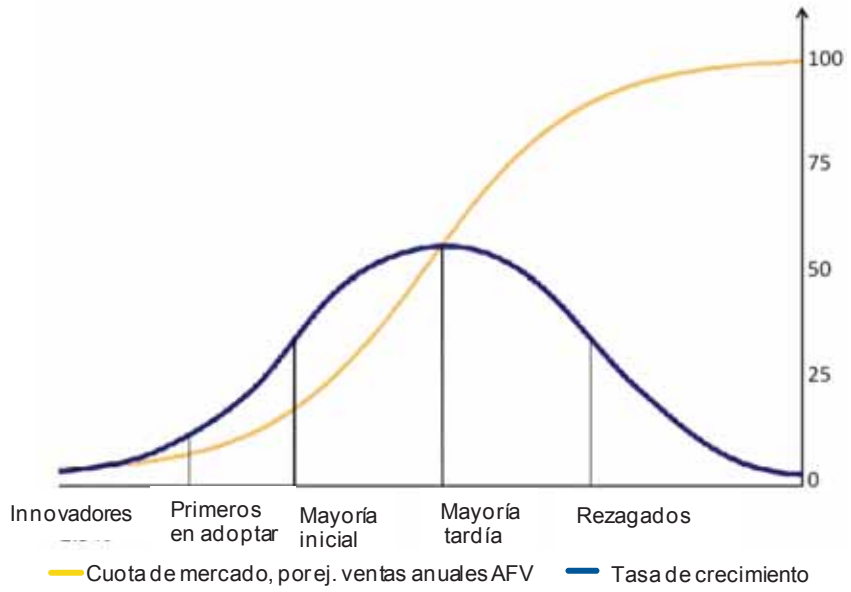
GRÁFICO 17
REGISTRO DEL DESARROLLO DE VEHÍCULOS LIMPIOS EN LA NUEVA FLOTA ALEMANA, ADAPTADO DE BMVBS, 2013



Fuente: BMVBS, 2013.

La difusión de una nueva tecnología, representada en un diagrama X-Y de unidades vendidas (o de cuota de mercado) sobre el tiempo, es similar a una curva con forma de "S". Grupos distintos de consumidores compran la nueva tecnología en forma subsiguiente, es decir, los innovadores, adoptadores tempranos, mayoría y los más rezagados (Rogers, 1995)[41].

GRÁFICO 18
DIFUSIÓN DE LA INNOVACIÓN DURANTE EL CICLO DE VIDA DE UN PRODUCTO, INDICANDO CINCO TIPOS DE CONSUMIDORES



Fuente: Koen, 2011.

Dependiendo del tipo de consumidores especifico, la disponibilidad a pagar por transporte energéticamente eficiente, varía. Esta disponibilidad a pagar es mayor en el grupo de "innovadores" y baja gradualmente hasta el grupo de los "rezagados". Mock y otros (2009) y Mock y Schmidt (2009) observan que los "innovadores" presentan un máximo de disponibilidad a pagar más por un vehículo eficiente en emisiones de GEI del 20%. La introducción en el mercado de productos o servicios inicialmente más "caros" debe, por tanto, tener como primer objetivo los innovadores (I + D y fase demostrativa), luego los primeros en adoptar (mercado inicial y de nicho) y por último la mayoría de los consumidores (mercado masivo). Es crucial identificar los "innovadores" para el mercado o segmento del mercado del transporte que es el objetivo para ser capaz de diseñar instrumentos de política eficaces. El siguiente recuadro entrega un buen ejemplo de identificar de manera efectiva y de apuntar los "innovadores" en el mercado vehicular.

RECUADRO 20
CONTRATACIÓN PÚBLICA VEHICULAR COMO GUÍA DE INNOVACIÓN EN ITALIA

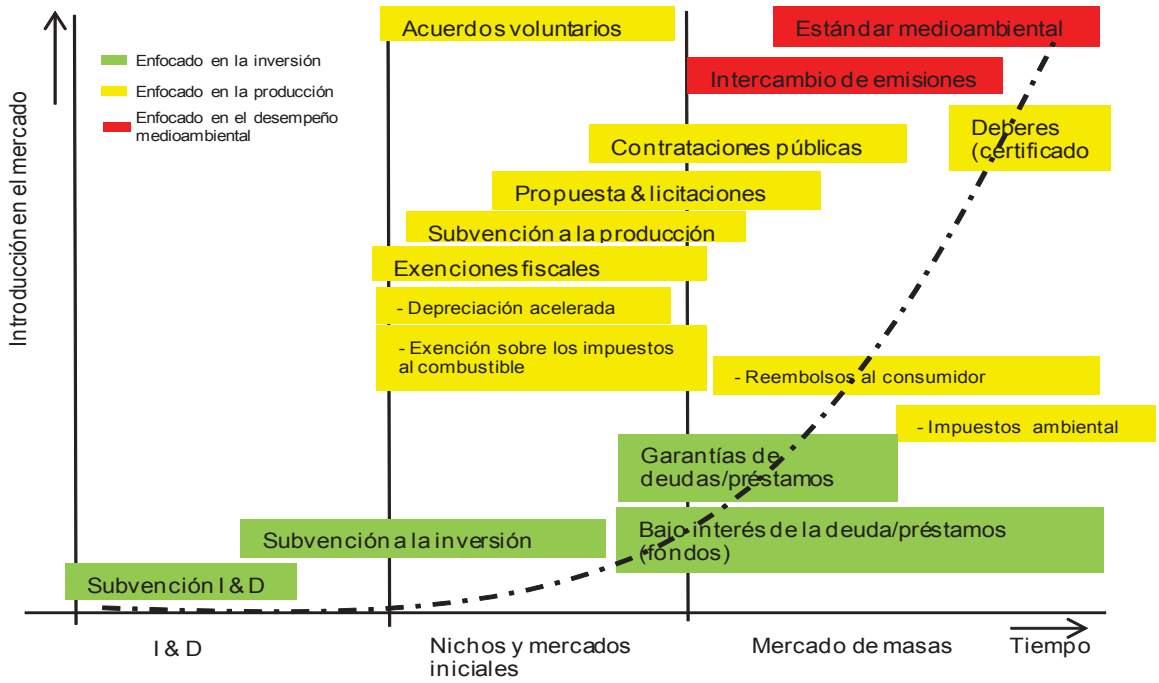
Dentro del mercado de vehículos limpios, el gobierno italiano identificó a las flotas públicas como los "innovadores". El patrón de compra de flotas públicas es fácilmente ajustable por medio de la regulación. Con el fin de aumentar la tasa de penetración de mercado en estas flotas, los propietarios de flotas públicas están obligados a comprar preferentemente vehículos limpios en lugar de la opción de vehículos más baratos. Algunas municipalidades italianas van más allá y restringen la compra de bienes y servicios sólo desde organizaciones que utilizan vehículos limpios. Estas medidas también afectan a los privados o al mercado automotriz cuando estas flotas públicas venden sus vehículos después de algunos años, permitiendo que la tecnología penetre el mercado de segmentos a precios mucho más bajos.

Fuente: Peters, 2011.

[41] Rogers (1995) sugre tamaños diferentes a los presentados en la figura.

Tiempo, tipo y duración de los instrumentos de política deben ser cuidadosamente planeados a lo largo de la curva-S y en concordancia a las preferencias y necesidades de los grupos objetivos. Si se previenen efectos divergentes (free-rider), esta estrategia no sólo es más conveniente que un planteamiento "todos al mismo tiempo", pero adicionalmente permite inversiones en etapas. De esta manera, los responsables de las normativas pueden comprobar el progreso en la introducción al mercado antes de comenzar con nuevas inversiones. Ver el diagrama siguiente como un ejemplo de aparición y desaparición de diferentes instrumentos normativos a lo largo de la curva-S para la introducción al mercado de vehículos limpios de transporte.

DIAGRAMA 11
INSTRUMENTOS DE POLÍTICA A LO LARGO DE LA CURVA S



Fuente: Brunzeck, van Bree y otros, 2010.

La incertidumbre y la interdependencia son inherentes al proceso de cambio tecnológico en el transporte y deben tenerse en cuenta durante el diseño de las políticas. Estas características, junto con ciclos de retroalimentación positiva, pueden contribuir a la aparición de "technological lock-in" (o "bloqueo tecnológico"), el cual impide que un mercado adopte una nueva tecnología, como por ejemplo, vehículos con combustible alternativo (AFV). Fuentes de la retroalimentación positiva para el "lock-in" incluyen las economías de escala, economías de alcance, efecto de aprendizaje o de interrelación tecnológica (Yarime 2009). Un ejemplo para tal "bloqueo" se puede encontrar en el mercado de vehículos (véase el siguiente recuadro).

RECUADRO 21
TECNOLOGÍA "LOCK-IN" EN VEHÍCULOS LIGEROS Y MERCADO DE COMBUSTIBLE

Hay más de 14.000 estaciones de servicio establecidos en Alemania para vehículos convencionales, la información al consumidor es alta, el personal de estas estaciones está entrenado y los vehículos convencionales son muy asequibles (desde 7.000 euros por un nuevo coche). Bombas de gasolina convencionales cuestan menos de la mitad en comparación a estaciones de gas natural y aún menos que 1/10 comparado con estaciones de llenado de hidrógeno. Además las bombas de combustible alternativo compiten por el espacio con las bombas de gasolina o diésel e incluso con las instalaciones de lavado de vehículos. El acceso competitivo al mercado para los nuevos combustibles alternativos y sus vehículos complementarios pueden ser, por lo tanto, descritos como tecnológicamente "lock-in".

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, los gobiernos pueden superar tal "lock-in" por medio de los instrumentos de política diseñados específicamente para responder adecuadamente a las necesidades de los consumidores y/o proveedores. En el siguiente ejemplo se ilustran las diferencias que la intervención del mercado por parte de las políticas puede hacer en el desarrollo tecnológico.

C. Comparación del desarrollo de mercado de tecnologías limpias en economías seleccionadas usando como ejemplo los vehículos a gas natural (NGVs)

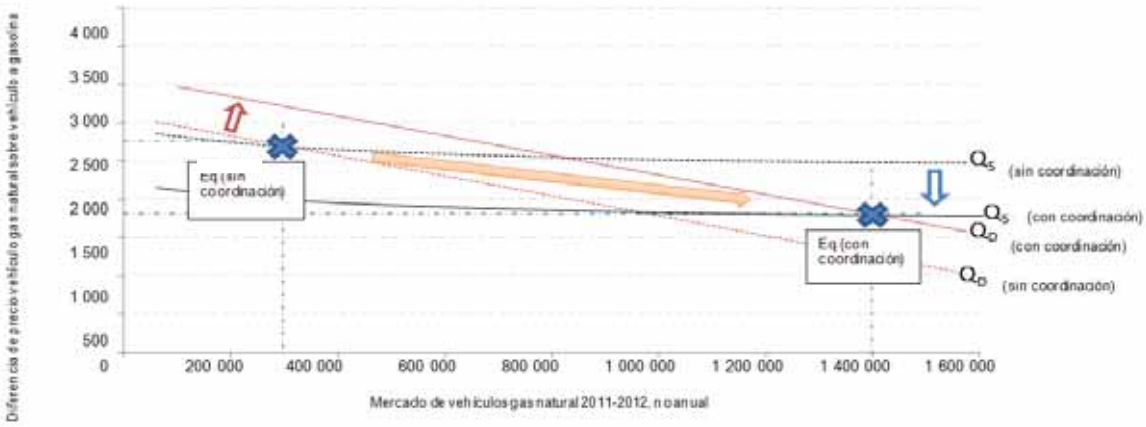
El éxito de la introducción en el mercado de la tecnología de vehículos a gas natural a nivel mundial varía desde éxito hasta fracaso. El esquema a continuación muestra la cuota de estos vehículos en la totalidad del parque rodante en diferentes países. Países como Argentina, Suecia o Italia demuestran que una rápida penetración de esta tecnología en sus mercados es posible. Contrariamente a eso, la difusión de NGV en los mercados japonés y alemán ha sido lenta. La cuota de vehículos a gas natural en Suecia el 2010 fue tres veces más que en Alemania, es decir 0,6% versus 0,2%, a pesar de las similitudes en término de gustos de los consumidores y de la oferta de vehículos. En Argentina, en 2010 ya se alcanzó una cuota de presencia del 16%, es decir, 80 veces más que en Alemania. La tecnología ha alcanzado un mercado masivo en Argentina, en parte debido a la posibilidad de reacondicionamiento (retro-fit) de los vehículos (Peters 2011).

El caso argentino de la evolución de vehículos a gas natural muestra como un crecimiento orgánico puede realizarse sin mucha ayuda pública pero con una intensa coordinación y altos precios del combustible convencional. Gracias al coordinamiento a nivel del gobierno, se debería crear una visión, o plan, compartida entre las partes interesadas y, de acuerdo a ésta misma, perseguir una expansión coordinada de las infraestructuras y de los vehículos. Esto es apoyado por Yarime (2009, p.2) que aboga por un papel activo del gobierno para "mantener transparencia en las expectativas e incentivos de los actores relevantes y fomentar diálogos honestos y sinceros entre los participantes".

Hay que señalar que en el desarrollo del mercado también está el resultado de otros factores como la madurez tecnológica, vehículos y disponibilidad de combustible y precios de los combustibles.

Se puede demostrar como la intención de entregar Qs aumenta como resultado de la coordinación, es decir, los fabricantes de automóviles están dispuestos a ofrecer vehículos a gas natural en un precio especial más bajo que los de gasolina. Esto es posible ya que las incertidumbres y los riesgos para los consumidores y proveedores se reducen y se negocian mejores incentivos en el lado de la oferta.

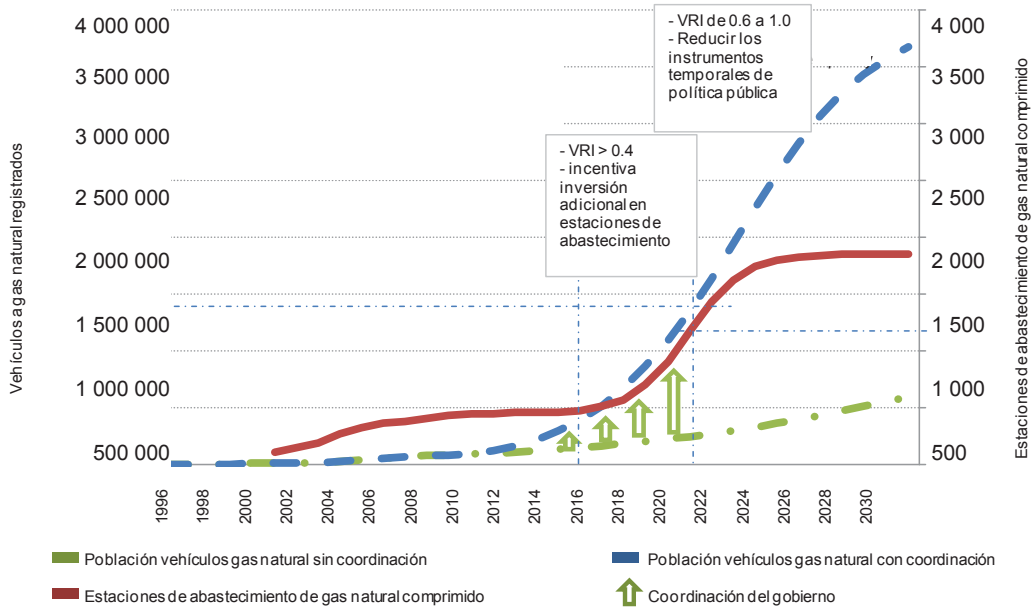
DIAGRAMA 12
DIAGRAMA DEL PRECIO SOBRE LA CANTIDAD DE TRANSICIÓN EN EL MERCADO DE NCV A UN EQUILIBRIO ALTO POR COORDINACIÓN GUBERNAMENTAL



Fuente: Peters, 2011.
Nota: Número de vehículos ejempleares en el futuro basado en dena, 2010.

En el siguiente gráfico muestra cómo esta transición coordinada a un mayor número de vehículos a gas natural y estaciones de servicio (líneas azul y rojo) pudo tener lugar en el tiempo en comparación con un escenario sin coordinación, es decir, por evolución natural (línea verde)[42].

GRÁFICO 19
PROYECCIÓN DE LA TRANSICIÓN DE UNA PENETRACIÓN ALTA EN EL MERCADO DE NGV POR LA SUPERACIÓN DE LAS FALLAS DE COORDINACIÓN EN EL TIEMPO



Fuente: Peters, 2011.
Nota: Índice de Recarga de Combustible (VRI Vehicle to refueling station index): VRI >0.4 o >0.6 se traduce en mas de 400 o 600 vehículos por estación de servicio.

[42] Las cifras en el grafico no son derivadas de la analisis de un escenario real. Ellas son estimaciones de Peters que pretende visualizar un posible proceso en lugar de proveer un pronostico y basado en los siguientes supuestos: Cantidad objetiva de 5 millones de vehículos GN en 2050, es decir, 10% del total de los vehículos en la población; no hay cambios en factores externos, como precio del crudo, combustibles o gas.

En este ejemplo, el gobierno podría solucionar el dilema del "huevo o la gallina" entre los NGVs y las estaciones de servicio de Gas Natural Comprimido (GNC). Las ventas de vehículos aumentarían más rápido que el número de estaciones de GNC y esto provoca el crecimiento en la utilización de dichas estaciones. Pero, durante este tiempo las inversiones en infraestructura siguen siendo altas pues la construcción de las estaciones tiene que ser en lugares atractivos, es decir, en carreteras muy frecuentadas o autopistas, mientras que otras estaciones son abandonadas. A partir del 2015, el número de NGV será lo suficientemente alto para acelerar las inversiones en nuevas estaciones de servicio, es decir, las fuerzas del mercado empiezan a funcionar. La rentabilidad de las estaciones de servicio aumentaría hasta 2020, el momento en el que los instrumentos financieros públicos temporáneos serían obsoletos y deberían desaparecer.

Este caso también demuestra bastante bien que para poder hacer políticas de intervenciones bien coordinadas, es esencial planificar y evaluar bien las consecuencias de la medida adoptada. Estos dependerán del contexto respectivo de un país y tiene que estar alineado con otras prioridades del gobierno (por ejemplo, disminuir la dependencia de una sola fuente de energía, estimular la economía local, la consolidación del presupuesto, etc.).

Con el fin de lograr un desarrollo del mercado exitoso, la voluntad en los consumidores a exigir un transporte con eficiencia energética tiene que ser incrementada. Además, la disposición de la industria y las empresas a ofrecer dichos servicios de transporte puede ser aumentada también. Las siguientes dos subsecciones resumen los factores relevantes que deben tenerse en cuenta en el diseño de políticas para el logro de estos objetivos.

D. Factores que afectan la disposición de los consumidores en su demanda

No muy diferente que en otros sectores, los factores que aumentan la demanda de transporte son las necesidades y las preferencias de los consumidores, desarrollo de ingresos, precio de sustitutos y complementarios y el desarrollo de los precios previsto.

1. Necesidades y preferencias

Los consumidores están dispuestos a pagar un cierto precio por cada producto de transporte o servicio que cumpla sus necesidades y preferencias. Lo más coinciden, más será su deseo de pagar el precio. Las necesidades y preferencias cambian en el tiempo dependiendo de los cambios en la sociedad, el nivel de la información del consumidor, el desarrollo tecnológico o comunicacional. Por ejemplo, con un incremento en la información sobre los efectos positivos en la salud de caminar y usar la bicicleta, la demanda por ese tipo de transporte en ambientes seguros aumentará.

2. Desarrollo del ingreso

La voluntad de demanda depende también del ingreso y del desarrollo del ingreso en los consumidores. La demanda por bienes normales, como automóviles nuevos, crecerá con el aumento del ingreso —con respecto a la demanda por bienes inferiores, como por ejemplo vehículos usados y contaminantes o movidos por gas[43]. Lo opuesto ocurre ante una disminución en el ingreso. La recesión en Argentina aumentó el número de vehículos convertidos a gas natural pues la gente buscaba una forma más económica de llenar su estanque. (NGV Global, 2011).

[43] En paises con alto ingreso, NGVs a biomethano sería, a razón de su mejor balance en GEI, probablemente considerado bienes normales y no inferiores.

3. Precio de sustitutos y complementos

Productos que rivalizan en la oferta de un mismo servicio a los consumidores, como por ejemplo el tren rápido o el avión, son sustitutos. Cuando las personas comienzan a cambiar de, por ejemplo, el tren rápido al avión, los precios del ticket de tren deben ser bajados (pero manteniendo la misma cantidad de oferta de servicio) para poder mantener su cuota de mercado. Ejemplo: el gas natural en el sector de transporte es un sustituto de otros combustibles fósiles, especialmente, diésel. Ambos combustibles y sus respectivos vehículos son atractivos para los consumidores que guían muchos kilómetros al año, por ejemplo, los conductores de las empresas de logística o de la gente de ventas. En consecuencia los vehículos a gas natural son sustitutos de los vehículos diesel[44].

En el próximo recuadro se detalla un ejemplo de mala práctica entre sustitutos de transporte respecto a la eficiencia energética.

RECUADRO 22
PRÁCTICAS POBRES EN TASACIÓN DE SUSTITUTOS

Mientras que el combustible aéreo no esta sujeto a impuesto en el combustible en Alemania, las compañías ferroviarias tienen que pagar tasa por el uso de la electricidad o diésel (Reutter, 2011). Esto afecta, por supuesto, la competitividad de los costos y por lo tanto las decisiones de compra de los consumidores para rutas en competición. Como consecuencia, el consumo de energía y las emisiones de GEI en esas rutas son más altas que lo que deberían ser en un escenario donde el combustible aéreo estuviese con impuesto igual de alto que como lo es en su equivalente ferroviario.

Fuente: Elaboración propia.

Los productos que se compran en forma conjunta, por ejemplo, aviones y combustibles de aviación, se llaman complementos (Begg y Ward, 2007). En un mercado complementario, un mercado no se crea cuando el mercado para su complemento no está. Para los complementos una demanda creciente de un producto provocará también, si la oferta es constante, un aumento de los precios de suministro de su complemento. Ejemplos:

- Un aumento de la demanda de aviones producirá una mayor demanda de kerosene.
- Bajo precio de combustibles incrementará la voluntad por la compra de vehículos ineficientes y disminuirá la voluntad de pedir aquéllos eficientes. Simulaciones han mostrado que el aumento en el precio del combustible puede engrandar de manera no lineal el impacto en la eficiencia de la flota (Eppstein, Grover y otros 2011). Lo mismo podría resultar de la interconexión de emisiones GEI y los precios del estacionamiento, acceso a la ciudad, uso de carreteras (peaje) como se ha visto, por ejemplo, en Suecia.
- Establecer estacionamientos para bicicletas o pistas seguras para la circulación de ellas aumentaría su compra.

4. Desarrollo de precio esperado

Si los consumidores esperan una baja en el precio de los productos y sus complementos, se contrae el consumo. Para mantener vivo el mercado, vendedores pueden verse forzados a ofrecer precios reducidos.

Ejemplos: La expectativa por una suspensión en la reducción de tasa en el combustible limpio, reducirá la demanda no sólo del combustible mismo, sino también de su vehículo complementario. La anticipación de una rápida expansión de la red de estaciones de servicio de

[44] No se consideran vehículos eléctricos (EV) como directo substituto de NGVs. A causa del alto costo de la batería, para un vehículo de precio similar, EVs ofrecen un radio más reducido de acción o menos espacio en el vehículo.

combustible alternativo, lo que equivale a la anticipación de una reducción de los costos de conveniencia (convenience cost), aumentará la demanda de AFV[45].

RECUADRO 23
FACTORES DE LA DEMANDA EN LA COMPRA

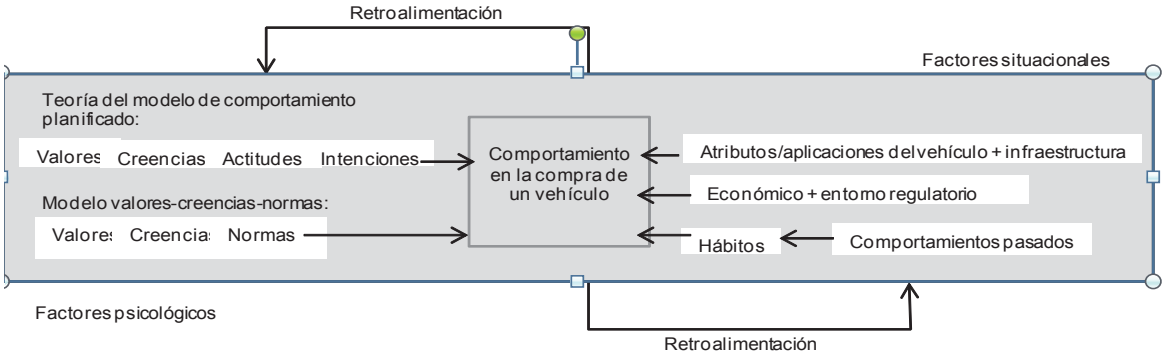
La decisión de la compra de un vehículo requiere un alto esfuerzo cognitivo. Tamaño, seguridad y precio son considerados los más importantes al momento que un consumidor aplica su criterio de compra. Aspectos medioambientales del vehículo son también considerados importantes, sin embargo, no hay disposición a pagar un cargo extra (Mock, Huelsebusch y otros, 2009). La figura siguiente ilustra qué factores psicológicos, como valores y creencias, influencian el comportamiento del comprador de coche tanto como factores situacionales, es decir, características del vehículo y situación económica. Experiencias de compras pasadas también afectan el proceso decisional por compras futuras (feedback loop).

De acuerdo a la investigación de Mock y otros (2009), un comprador de vehículo completamente racional y orientado al precio debería escoger primero de acuerdo a la categoría (dimensión) del vehículo y después seleccionar en base a los requerimientos obligatorios absolutos, por ejemplo, el radio de uso (driving range). Como segundo paso sería elegir dentro de los vehículos resultantes, aquellos con menor costo total de propiedad (TCO, total cost of ownership) de acuerdo a su propia característica de uso, es decir, el rango anual de manejo y el tiempo antes de comprar un vehículo nuevo. El TCO en este caso debería incluir todos los costos relevantes, como precio de compra, impuesto anual de propiedad y costos por combustible. Sólo en la última etapa el propietario mirará las emisiones de CO_2 y escogerá el vehículo con la más baja emisión de carbono well-to-wheel (WTW).

Es evidente que la decisión de compra de un vehículo es a menudo basado en elementos no racionales, por ejemplo, cuando se compra un vehículo demasiado grande debido a razones de prestigio

Fuente: Mock, Huelsebusch y otros, 2009.

DIAGRAMA 13
FACTORES QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO DE UN COMPRADOR DE COCHE



Fuente: Lane y Potter, 2007.

E. Factores que afectan la disposición de los productores a crear oferta

Cada día decisiones de inversión son tomadas por, entre otros, fabricantes de vehículos, proveedores de infraestructuras y empresas de transporte, a favor o en contra del desarrollo, la producción o comercialización de productos o servicios de transporte energéticamente eficiente. Su disposición a crear oferta depende de los costos de los inputs, la productividad y la competencia.

[45] Obviamente esto es sólo verdad cuando el total de costo de combustible alternativo sea más bajo que para vehículos convencionales.

1. Costo de los inputs

Cuanto más bajo es el costo total de los inputs, es decir, la suma de los costos variables y fijos (mano de obra, materias primas, etc.), más alta es la voluntad de los productores para producir a un cierto precio[46]. Ejemplo: la voluntad de proveer vehículos eléctricos a batería está entre otros en gran medida en función de los costos de las baterías eléctricas. Como los costos de la batería están disminuyendo más lentamente de lo esperado, la disposición a suministrar vehículos eléctricos a batería se mantiene inferior a la de los vehículos convencionales.

2. Productividad

Un aumento de la productividad permite un aumento de la oferta a un precio determinado. La productividad depende del know-how y de la tecnología involucrada y de la velocidad de cambio de estas. Como consecuencia los costos de producción para productos de transporte de energía eficiente disminuyen con el aumento de la experiencia. Ejemplo: Los fabricantes de automóviles están dispuestos, por un cierto precio, a suministrar vehículos convencionales más ineficientes, en lugar de más eficientes de tipo a celda H2 de combustible a hidrogeno (H2) o a batería, ya que en los últimos 100 años han aumentado la productividad de los vehículos convencionales.

3. Competencia

La competencia depende de la cantidad de competidores en el mercado, estructura del mercado y crecimiento de éste. Hay una disminución de los precios cuando las empresas tratan de superarse la una con la otra (Porter, 1980). Especialmente antes de la creación de subsidios para la introducción en el mercado, los responsables de las normativas deberían estar seguros de que la tecnología de eficiencia que están apoyando va a devenir, en el futuro, competitiva respecto a la tecnología existente.

El siguiente recuadro resume ejemplos de factores claves para la disposición de crear oferta de vehículos eficientes en termino de uso de energía o de GEI.

RECUADRO 24
EJEMPLOS DE NORMATIVAS QUE SE PRESENTARON SOBRE LOS FACTORES DE ABASTECIMIENTO

Subsidios a los productores para la investigación y desarrollo o la producción de servicios de transporte energéticamente eficientes;

Normativa de ahorro de combustible: en caso de incumplimiento los costos aumentan directamente por pago de multas e indirectamente debido a la pérdida de la imagen (por ejemplo, costo de marketing)

Impuestos como el impuesto al valor agregado (IVA o VAT), impuesto de registración de vehículos, etc.; impuestos en productos complementarios como impuesto al combustible.

Subsidio en la infraestructura o el mandato a la construcción de bombas de combustible a gas (estaciones de servicio de GNC o GNL) o puntos de carga para vehículos eléctricos.

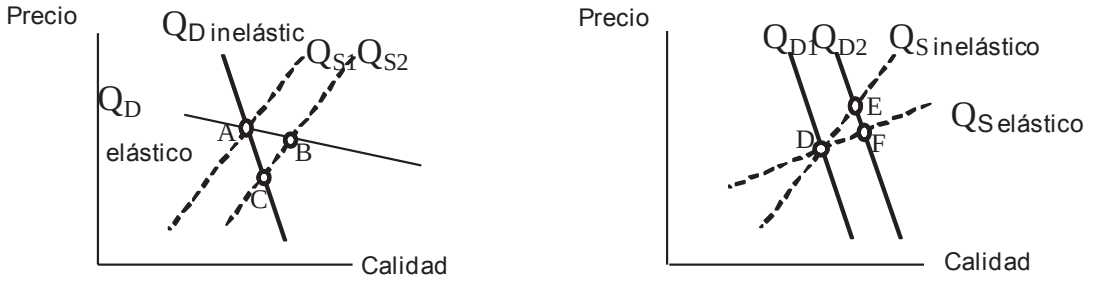
Fuente: Peters, 2011.

F. Elasticidad en la demanda y suministro

La capacidad de respuesta de la demanda y la oferta a los factores anteriores se llama elasticidad (véase Begg y Ward, 2007). En una demanda inelástica un cambio en la oferta tendrá un alto impacto en el precio y poco impacto en la cantidad demandada (punto A a C). En una demanda elástica el impacto es justo lo opuesto (punto A a B). Un cambio en la demanda resultará en un gran cambio en el precio y cambios menores en la cantidad suministrada en el suministro inelástico (punto D a E) que en el suministro elástico (punto D a F).

[46] Los efectos de escala, es decir, por medio de aumento de la producción, sólo se reducirán los costos totales medios, hasta el punto en que los costos marginales de producir una unidad más son más altos que el costo promedio.

DIAGRAMA 14
IMPACTO EN EL CAMBIO DE LA DEMANDA Q_D DE SUMINISTRO Q_S CON ELASTICIDAD VARIADA (PARTE IZQUIERDA); IMPACTO DEL CAMBIO DE SUMINISTRO EN LA DEMANDA CON VARIADA ELASTICIDAD



Fuente: Peters, 2011.

La elasticidad de precio para la demanda en el transporte es la relación entre el cambio relativo en el transporte (por ejemplo, cambio en pasajeros-kilómetros totales o promedio de consumo anual de combustible) y el cambio relativo en un determinado precio usuario (por ejemplo, el precio del combustible, el precio de compra de un vehículo). Para el combustible de carretera, las elasticidades de largo plazo de los precios de combustible son generalmente alrededor de -0,6 (Goodwin, Dargay y otros 2004). Eso significa que si el precio real del combustible se eleva en un 10% y se mantiene en ese nivel, de acuerdo con Goodwin y otros (2004), el resultado es un proceso dinámico de ajuste de modo que el volumen de combustible consumido se reducirá en más de un 6% en el largo plazo. Ciertamente, la sensibilidad a los precios de los consumidores difiere con su renta disponible, pero estas cifras indican un alto potencial para el aumento de la eficiencia energética en el transporte por carretera a través de un aumento de impuestos a los combustibles.

G. Fallo del Mercado

El fallo del mercado es un concepto dentro de la teoría económica en la que la asignación de los bienes y servicios por un libre mercado no es eficiente[47] (Ledyard 2008). La existencia de fallos del mercado puede ser utilizado como una justificación para la intervención gubernamental en los mercados (Arrow 1969, Gravelle y Rees 2004), por ejemplo, en los mercados del transporte. Stiglitz (2000, p. 77) distingue los siguientes fallos de mercado:

- Fallo de competencia
- Desabastecimiento de bienes públicos
- Externalidades
- Mercados incompletos, y entre estos, falla de coordinación de los mercados complementarios
- Fallos de la información (información imperfecta, inversión insuficiente en I+ D, problema del agente-principal y racionalidad limitada del consumidor

Portney (2003) sospecha que las dificultades en la introducción de tecnologías de ahorro de combustible en el mercado de vehículos en EE.UU son causados por lo menos por cuatro tipos de

[47] No eficiente (en el sentido de la eficiencia de Pareto) significa que existen otros posibles resultados en donde un participante del mercado pueda mejorar su situación sin empeorar la situación de otros (Ledyard, 2008).

fallos de mercado (véase recuadro). Como una manera para aumentar la eficiencia energética o de GEI en los mercados de transporte, los responsables de las políticas deberían identificar y mitigar estas formas de fallos del mercado.

RECUADRO 25
EJEMPLO DE FALLAS EN EL MERCADO VEHICULAR

De acuerdo a Portney (2003) varios fallos del mercado previenen de la adopción de tecnología para mejorar el ahorro de combustible y la eficiencia de GEI, que hasta podría autofinanciarse: por ejemplo, los consumidores podrían subestimar los ahorros futuros en compras de gasolina porque carecen de la información al momento de la compra del vehículo, "ser cortoplacista, o no tener seguridad sobre el precio en el futuro del combustible. Sumado a esto, la industria automotriz debe ser vista como un oligopolio, en tal caso productores orientados a la maximización de la ganancia podrían limitar la disponibilidad de atributos en los vehículos (como el ahorro de combustible), incluso cuando los compradores potenciales lo valorarían. Otros, sin embargo, ven el nuevo mercado de vehículos como eficiente, independiente de las externalidades".

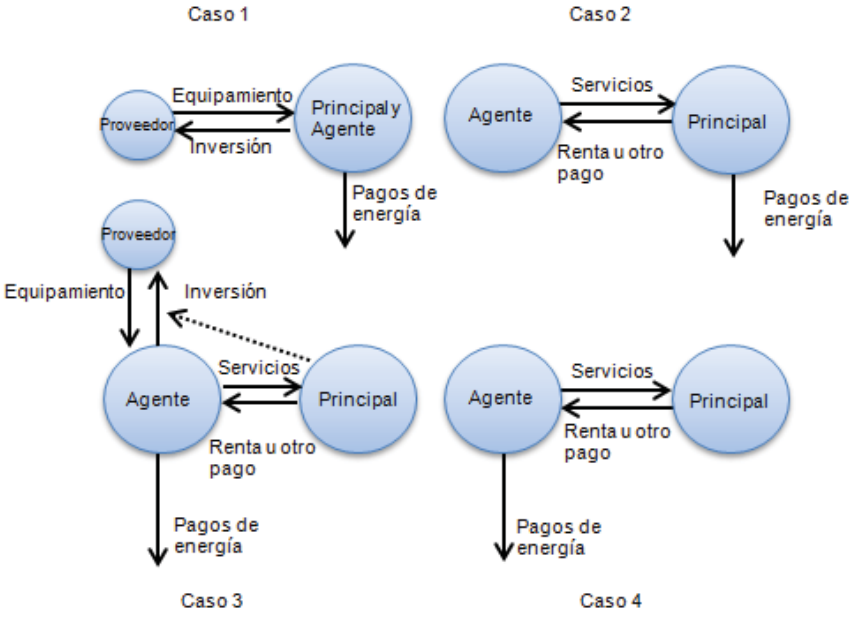
Fuente: Elaboración propia.

Los diferentes tipos fallos de mercado y sus aplicación en el sector del transporte, será descrito en los párrafos siguientes.

1. Fallo del Mercado Nº 1: problema del agente-principal

Problemas de tipo agente-principal (o Principal-agent P-A) surgen típicamente cuando dos partes de un contrato tienen diferentes objetivos y diferente niveles de manejo de la información. La disposición general es que un "principal" contrata a un "agente" para que actúe en su nombre, pero el esfuerzo del agente se puede controlar sólo de manera imperfecta. El resultado de mercado es probablemente ineficaz, pues el agente no asume todas las consecuencias de sus acciones. Cuatro casos de este fallo de mercado se pueden distinguir (véase el siguiente diagrama).

DIAGRAMA 15
CUATRO CASOS DE AGENTE DE CAUSA PRINCIPAL



Fuente: AIE, 2007.

La literatura empírica provee amplia evidencia que los mercados para productos de eficiencia energética están cargados con problemas P-A. Sin embargo, Vernon y Meyer (2012) como también Graus y Worrell (2008) son los únicos estudios empíricos de problemas P-A relacionados a la energía en el sector transporte.

RECUADRO 26
EJEMPLOS DE PROBLEMAS P-A EN RELACIÓN AL MERCADO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE

Vernon y Meyer encontraron que el 91% del consumo de combustible de camiones en EEUU está plagado de problemas P-A porque las empresas de transporte y/o los conductores carecen de incentivos para invertir en tecnologías de ahorro de combustible o para evitar prácticas de desgasto de combustible. Graus y Worrell a su vez muestran que el comportamiento de conducción sin restricciones de los conductores de automóviles de empresas aumenta el consumo total de combustible en Holanda en más de un 7%.

En el mercado alemán de vehículos a gas natural, los problemas de P-A surgen en al menos dos situaciones. Primero, la ley actual de impuestos para los coches de empresa trae a una distorsión de la señal de precio. Segundo, los departamentos de compra estatales no incorporan consideraciones ambientales en sus decisiones de compra.

Fuente: Peters, 2011.

Las consecuencias de las decisiones de compra afectadas por problemas de P-A se extienden más allá en el tiempo de la propiedad de vehículos de la empresa o de la flota pública. Un 92% de los vehículos de empresas en Alemania se venden a consumidores privados después de un período de tiempo de seis años, lo que se requiere para la completa amortización. Como los coches de empresa pasan, en promedio, cuatro años más en la propiedad privada, surge un efecto látigo, a través del cual los resultados de la estructura de incentivos dentro de un mercado se transmiten a través de todo el mercado.

El gobierno alemán ha abordado el problema de que esta estructura de incentivos claramente contrarresta a los esfuerzos para promover la eficiencia energética por medio de una legislación que prevé un trato preferencial en impuestos para vehículos de empresa de tipo eléctricos.

2. Fallo del Mercado Nº 2: fallo en la coordinación del mercado complementario

Existe falta de coordinación en la introducción en el mercado de complementos (Stiglitz, 2000, p.89), es decir, cuando existen fuertes complementariedades entre las partes de un mercado y al mismo tiempo existe una falta de coordinación entre estas partes. Sin la penetración suficiente de ambos bienes en este tipo de mercado[48] la compra y el uso de uno de los bienes complementarios se convierte en altamente inconveniente para los consumidores. En otras palabras "se producen altos costos de conveniencia" (Meyer y Winebrake, 2009) y por lo tanto los nuevos productos no serán competitivos frente a otros productos.

El mercado automotriz ofrece un buen ejemplo de esta falla: consumidores de automóviles con combustible alternativo evalúan los costos de adquisición del combustible antes de comprar el vehículo, incluyendo costos de conveniencia. Es decir, ellos evalúan la presencia en el territorio de estaciones de servicio para este combustible alternativo en particular. Mientras más estaciones existen y menor es el precio, mayor es la demanda de vehículos de ese tipo. Achtnicht y otros (2008) y Melaina y Bremson (2008) incluso mostraron que los consumidores tienen hasta la disposición inicial de pagar extra por el desarrollo de infraestructura. Pero por otro lado, los inversores en infraestructura requieren un monto mínimo de usuarios que necesiten cargar en sus estaciones, antes de invertir. Esto crea un circulo de causal o de retroalimentación (véase el siguiente diagrama).

[48] Meyer y Winebrake (2009) discurso sobre el sistema de bienes complementarios.

DIAGRAMA 16
DIAGRAMA DEL CICLO CAUSAL DE LA INFRAESTRUCTURA EN EL GAS NATURAL

Fuente: Peters, 2011.

El borrador 2013 de la directiva de la Comisión Europea sobre la construcción de la infraestructura para los combustibles alternativos está, entre otros, justificado por este fallo de mercado. Los Estados miembros tienen la obligación de elaborar y aplicar un marco normativo nacional que dará lugar a una cobertura mínima de infraestructura de combustible para vehículos con células de hidrógeno, vehículos a gas natural y los vehículos eléctricos a batería.

3. Fallo del Mercado Nº 3: falla de competencia

Una falla en la competencia existe cuando hay una o pocas empresas dominantes en el mercado con pocos rivales, es decir, monopolio u oligopolio (Begg y Ward 2007)[49]. Empresas dominantes pueden impedir a nuevos competidores o sustitutos que entren al mercado. Un monopolio de una tecnología dominante en el mercado es descrito por la literatura como un "lock-in tecnológico" como se ha detallado antes. Portney (2003) percibe la industria del automóvil como un oligopolio, es decir, no competitivo. La reciente introducción en el mercado de vehículos a gas natural en Europa por los principales fabricantes de automóviles (u OEM para fabricantes de equipo original) puede ser vista como un argumento en contra de esta hipótesis. Para más información, ver Peters (2011).

4. Fallo del Mercado Nº 4: información imperfecta

Información imperfecta es un fallo de mercado que surge cuando los consumidores no perciben los beneficios de un bien frente a otras alternativas (Anderson, Parry y otros, 2010)[50]. "Un número de actividades del gobierno están motivadas por la información imperfecta" y "por la creencia de que el mercado, por sí mismo, suministrará muy poca información" (Stiglitz, 2000, p. 83). En una cada vez mayor gama de productos de modelos de vehículos y motores, es casi imposible para los consumidores encontrar la configuración vehículo-motor que sea la más eficiente energéticamente y económicamente viables para su patrón de movilidad, ya sea porque no son conscientes de la existencia de esa configuración o porque carecen de la información necesaria para su consumo de energía en comparación con otros, por ejemplo, en términos de consumo de combustible. Un ejemplo de información imperfecta en el transporte público podría ser la falta de información sobre la disponibilidad, la comodidad o la puntualidad de los autobuses y trenes, especialmente para los nuevos residentes en una ciudad.

[49] En una situación de monopolio u oligopolio, el equilibrio del mercado ya no será un óptimo de Pareto. Pareto óptimo de eficiente se refiere a la asignación de recursos que tienen la propiedad de que nadie puede hacer mejor sin alguien está haciendo peor (Stiglitz, 2000).

[50] Decisiones en transacciones donde una parte tiene mejor información que la otra, está basado en información asimétrica. El problema P-A (sección 3.7.1) puede ser causado por información asimétrica.

5. Fallo del Mercado Nº 5: racionalidad limitada

Simon (1957) señala que las personas, en su mayoría, sólo son en parte racional. Todas las acciones restantes ocurren sobre la base de las decisiones emocionales/irracionales. La experiencia de agentes con racionalidad limitada, por ejemplo, los consumidores de vehículos, limita la formulación y resolución de problemas complejos y el procesamiento de la información[51]. Los consumidores optimizan sus decisiones, pero de manera imperfecta (Howarth y Sanstad 1995).

Por ejemplo, muchos consumidores no sabe cómo calcular el costo de propiedad del vehículo (incluido el consumo energético) y por lo tanto decide con una racionalidad limitada[52]. Se podría argumentar también que muchos consumidores deciden con racionalidad parcial la compra entre un coche y un pase anual para el transporte público. Para mitigar o incluso hacer uso de este fallo de mercado, los responsables políticos deberían invertir en, por ejemplo, campañas de imagen apoyadas por el gobierno a favor de medios de transporte con eficiencia energética.

6. Fallo del Mercado Nº 6: externalidades negativas y desabastecimiento de bienes públicos

"Las externalidades son efectos de consumo o producción con respecto a terceros" (Begg y Ward 2007, p. 180). Este tipo de fallo de mercado puede dar lugar a una diferencia entre los intereses de los individuos y la sociedad y una ineficiente producción o consumo de bienes y servicios, desde el punto de vista de la sociedad. "Si la producción o el consumo de un grupo reduce el bienestar de terceros, se ha producido una externalidad negativa" (Begg y Ward 2007, p. 180).

Ejemplo: La extensión de un camino puede reducir el bienestar de los hogares cercanos al camino a causa del tráfico inducido (es decir, emisiones y ruido) y a otros hogares por efectos en el cambio climático. Una opción de política, frecuentemente citada pero raramente implementada, para la mitigación de este tipo de fallo de mercado, es la internalización de todos los costos externos en las decisiones de compra. Un ejemplo sería la directriz pública de la UE de compra de vehículos limpios y energéticamente eficientes, que propone una guía que incluya a) Costo total de propiedad incluido el costo de combustible y b) una monetización de las emisiones de NOx, CO_2, SOx y material particulado durante la vida útil de uso del vehículo, en la comparación de las opciones de ofertas en vehículos.

Otro ejemplo es la baja inversión en I + D: el temor a los efectos colaterales, es decir, de la incapacidad de un vendedor a excluir a los no compradores del uso de un producto de todos modos, puede causar la baja inversión en I + D. Esto sucede cuando el investigador o, por ejemplo, un car-OEM no pueden obtener beneficios suficientes desde el éxito para que valga la pena el esfuerzo que pusieron en la investigación en, por ejemplo, tecnología en eficiencia energética, (Jaffe 1996). Los legisladores pueden mitigar este fallo de mercado a través, entre otras, de regulaciones estrictas y diligentemente aplicadas de protección del derecho intelectual (patentes).

H. Resumen y recomendaciones

Mejora efectiva y eficiente en término de costos de la eficiencia energética en los mercados de transporte, como en cualquier otro mercado, está determinada no sólo por la disponibilidad de tecnologías de eficiencia energética innovadoras. Está determinada por la manera en cómo los políticos y las empresas crean mercados que funcionen, es decir, crear suficiente oferta y demanda, para estas tecnologías.

---

[51] Aquí el procesamiento se refiere a la recepción, almacenamiento, recuperación y transmisión. Ellos emplean el uso de la heurística para tomar decisiones en lugar de una estricta regla rígida de optimización (Williamson, 1981). Los consumidores toman decisiones racionales sujetas a restricciones en su atención, los recursos y la capacidad de procesar la información, incluyendo los costos de transacción.

[52] Este podría ser el caso, es decir, en comparación entre un vehículo barato e ineficiente y otro eficientemente energético, pero más costoso.

Los principales factores que afectan la disposición de los productores a crear oferta son los costos de los insumos, la productividad y la competencia. Principales factores que afectan a la disposición de los consumidores a crear demanda son sus necesidades y preferencias, los ingresos y el desarrollo de ingresos, el precio de los sustitutos y complementos y el desarrollo esperado de precios. Para aumentar la oferta y/o demanda de los productos o servicios en el transporte energéticamente eficiente, los responsables de las normativas deberían apuntar por primero a la comprensión de la condición específica del mercado y sólo entonces diseñar instrumentos de política, que se dirijan a los factores más relevantes para los proveedores o los consumidores.

Muchos mercados de transporte están sujetos a la existencia de fallos de mercado, sobre todo externalidades negativas, problema de Principal-Agent, información imperfecta y racionalidad limitada. La introducción de tecnologías de energía eficiente en mercados afectados fallará, o bien, será ineficientemente cara para la economía. Las lecciones aprendidas del fallo de mercado en el de vehículos y la consecuente introducción lenta de los vehículos de combustible alternativo, en muchos casos son transferibles a otros mercados de transporte. El principal fallo de mercado en los mercados de vehículos de combustible alternativo es la falta de coordinación en los mercados complementarios.

Una vez que los responsables políticos son conscientes de la existencia de fallos en su mercado objetivo, ellos pueden diseñar instrumentos específicos de política pública que los mitigan y, por lo tanto, permiten un reemplazo rápido y eficiente en termino de costo de las tecnologías de uso intensivo de energía en los mercados de transporte.

V. El motor del comercio mundial —eficiencia energética en el transporte marítimo

A. Introducción

Mientras que muchos estudios de la eficiencia energética se centran en la eficiencia energética del transporte por carretera, dada su posición dominante en el consumo mundial de petróleo, el transporte marítimo (o shipping) - el motor del comercio mundial - tiene, sin duda, un papel importante en los esfuerzos para lograr la eficiencia energética en el sector del transporte.

Para ayudar a explorar el rendimiento del transporte marítimo y el potencial de esta zona, este capítulo ofrece una visión general de los parámetros clave a tener en cuenta para mejorar la eficiencia en uso del combustible del transporte marítimo, tales como el diseño de buques para la eficiencia energética (sección b.), los efectos de y los obstáculos a la medidas de eficiencia energética en el transporte marítimo (sección c.) y la experiencia de las políticas y los incentivos (sección d.) existentes. Al hacerlo, también ofrece una clave interpretativa sobre la eficiencia energética del transporte marítimo en comparación con otros modos de transporte.

Hay una fuerte presión sobre el sector del transporte para incrementar la eficiencia de combustible. Mientras que muchos otros sectores muestran la disminución de las emisiones de CO_2, se prevé que el transporte aumente sus emisiones en el futuro. El transporte marítimo representa en la actualidad aproximadamente el 3% de las emisiones globales de CO_2 antropogénicas, pero se prevé que su cuota aumente en el futuro como resultado del aumento del transporte en combinación con dificultades para aplicar las medidas de eficiencia de combustible y dificultades en la sustitución de los combustibles fósiles.

En América Latina y el Caribe, el transporte marítimo es responsable de más del 90% de todos los movimientos internacionales de mercancías en términos de volumen y por lo tanto el facilitador más importante para la participación de la región en el mercado mundial (Wilmsmeier y Hesse, 2011). El sector y, más específicamente, la eficiencia energética del sector ha recibido poca atención por parte de los gobiernos en la región. Sin embargo, la búsqueda de la competitividad de la región en el comercio internacional y el aumento de los costos de los combustibles marítimos han puesto presión sobre la

industria para ser más eficientes en combustible. Como la eficiencia del combustible está inevitablemente ligada a las emisiones al aire, medidas exitosas y políticas para mejorar la eficiencia energética tendrán implicaciones positivas para los niveles de emisión de las regiones.

La investigación en el campo de fuentes de energía alternativas, como también de medidas de ahorro de tipo técnico, operativo y estructural, existe también por el transporte marítimo. Sin embargo, existen brechas entre el conocimiento actual y la aplicación de medidas de eficiencia energética disponibles por las compañías navieras (Styhre y Winnes, 2013). Al igual que en muchos sectores, sigue habiendo una serie de medidas que podrían mejorar la eficiencia de combustible en el transporte marítimo y que no se implementan a pesar de su conocida rentabilidad. A esta situación se le puede indicar como una brecha de eficiencia energética. También hay una amplia taxonomía de las barreras para explicar la no adopción de medidas. Sorrell y otros (2004) resumieron estas barreras como el riesgo, la información imperfecta, los costos ocultos, el acceso al capital, los incentivos fragmentados y la racionalidad limitada.

Iniciativas de la Organización Marítima Internacional (OMI) han dado lugar a una agenda al Anexo VI del MARPOL sobre prevención de las emisiones de CO_2, que entró en vigor el 1 de enero 2013. La valorización del "Energy Efficiency Design Index) (EEDI, o "índice de diseño de eficiencia energética"), que relaciona la masa de emisiones de CO_2 por la actividad de transporte con el tamaño del buque, debe ser producido para todos los buques nuevos. El EEDI de cada buque es comparado con una línea de referencia que dicta el límite máximo permitido. La línea de referencia es diferente para los distintos tipos de buques. Además, la regulación añadida requiere el llamado "ship energy efficiency management plan" (SEEMP, o "plan de gestión de la eficiencia energética del buque"). SEEMP debería funcionar como una herramienta operativa para mejorar la eficiencia energética. Los volúmenes de mercancías transportadas en el mar se prevé, sin embargo, que crezcan, y no se prevén reducciones absolutas en el consumo de combustible y en las emisiones de CO_2 de la industria , a pesar de las nuevas regulaciones (Bazari y Longva, 2011; Anderson y Arcos, 2012).

Además del trabajo en la reducción de consumo de combustible y las emisiones de CO_2 procedentes del transporte marítimo, existen normas que se están aplicando con respecto a otros contaminantes que también influyen en los costos. Las emisiones de dióxido de azufre (SO2) y de partículas en suspensión (PM, del inglés Particulate Matter) están reguladas por el contenido de azufre en el combustible. Hay una proporcionalidad directa entre las emisiones de SO2 y el contenido de azufre y también se ha establecido una conexión entre las emisiones de PM y contenido de azufre. El racional detrás de esta normativa son los problemas con la acidificación (SO2) y los riesgos para la salud (PM). Sin embargo, en futuros reglamentos de PM explícitos, como los hay para otros motores diésel, pueden ser necesarios para reducir aún más los riesgos de salud debido a los gases de escape de las naves. Los reglamentos de azufre significa que el contenido máximo permitido de azufre del combustible es de 0,5% a partir de 2020, por debajo del 3,5% que se permite hoy en día, y más aún, en áreas definidas (Sulphur Emission Control Area – SECAs, o "Zonas de Control de Emisión de Azufre") el límite es de 0,1% a partir de 2015. Hoy en día estas áreas comprenden los mares Báltico y del Norte, el Canal Inglés y las costas fuera de EE.UU y Canadá. El otro contaminante que se regula es óxidos de nitrógeno, NO_X, donde los límites de emisiones han sido, de una manera más estrictos para los motores instalados después de 2011. Hay también una restricción adicional que viene en algún momento en el período 2016 - 2021, pero sólo para las zonas especiales de control de emisiones de NO_X , que en este momento corresponden sólo a las aguas situadas fuera de EE.UU y Canadá.

Este capítulo contiene una visión de parámetros importantes que hay que considerar para mejorar la eficiencia en el uso de combustible en el sector marítimo. Luego, se analizan otras emisiones conjuntamente con la comparación con otros medios de transporte.

B. Proyecto de buques para la eficiencia energética

Las medidas técnicas que reducen de manera económicamente conveniente el consumo de combustible han resultado en motores marinos y sistemas de transmisión altamente eficientes, perfiles hidrodinámicos optimizados alrededor del casco, timón y la hélice y las innovaciones, como la proa de bulbo. Sin embargo, no es inusual para algunos buques consumir hasta un 30% más del combustible necesario debido a los proyectos imperfectos, arreglos de propulsión mal utilizados o el estado de mantenimiento deficiente en el casco y la hélice. Altas expectativas sobre la mejora del rendimiento energético debidas a mejorías técnicas se encuentran también en un informe para el Comité de Protección del Medio Marino de la OMI, donde se estima un potencial de reducir las emisiones de CO_2 de la actividad de transporte entre un 10 y un 50% debido a medidas de diseño.

El conocimiento del potencial de ahorro de combustible por medidas técnicas relacionadas con la geometría del casco y de la hélice, la construcción del casco, la maquinaria de propulsión, maquinaria y equipos auxiliares, recuperación de calor, manejo de carga y las fuentes alternativas de energía es ,en general, bueno dentro de la industria.

Hay una larga tradición de desarrollo e investigación en estas áreas y se estima que los potenciales de mejora alcanzarán, en promedio, un ahorro de combustible de algún punto porcentual en cada categoría. Un desafío pendiente es aumentar el conocimiento de cómo los diferentes sistemas técnicos en un barco se afectan entre si. Se necesita tal conocimiento con el fin de aumentar la recuperación de calor residual o reducir el uso de electricidad a bordo, que son medidas muy potentes para la economía global de energía.

Los barcos tienen larga vida y modificaciones y modernizaciones a los buques ya existentes son, en una perspectiva de ciclo de vida, más caras que para los con nuevos diseños. El proceso de proyecto de un buque se inicia con un análisis de la misión que describe los tipos de mercancías que se transportan y cómo va a ser cargado y descargado, rutas, tiempo de servicio, etc. Basado en estos requisitos se comienza la fase conceptual de diseño, se determinan las dimensiones y la disposición del buque y se decide las necesidades del sistema propulsor. La fase de diseño conceptual consiste principalmente en estudios de viabilidad técnica, a fin de concluir si los requisitos de la misión se pueden traducir en parámetros técnicos razonables y todavía se produzca un barco capaz de navegar. Esto es seguido por un diseño cada vez más detallado y refinado de las características de la nave.

Decisiones de eficiencia energética están en gran medida ya incluidas en las fases conceptuales del proceso de diseño de un buque. Entre los parámetros más importantes para la eficiencia energética del buque son las principales dimensiones de la nave: longitud, anchura, profundidad y desplazamiento. Pequeños cambios en estos parámetros pueden dar lugar a grandes cambios en energía necesaria. La fase operativa es lejos el período más demandante de energía en el ciclo de vida de un barco. Un perfil de funcionamiento bien definido desde las primeras etapas de diseño es una forma prometedora para desarrollar una nave eficientemente energética y de la alta calidad. Por lo tanto, en una perspectiva de eficiencia energética, también un diseño orientado a la operación deberá ser preferido a una construcción menos costosa hecha directamente en el astillero. Esfuerzos de optimización pueden ser contrastados por los requisitos de los astilleros de una construcción más eficiente en término de costos. Los astilleros no tienen necesariamente un enfoque de ciclo de vida y no siempre son capaces de cambiar un diseño ya existente, o de lo contrario, los cambios serían muy costosos para el propietario. Es difícil para el propietario del buque poseer la habilidad y el poder para planificar los costos de ciclo de vida en esas condiciones.

Los precios del combustible han ido siempre en aumento y la cuota de los costos totales debido al combustible se ha incrementado. Además, las regulaciones ambientales, que exigen el uso de combustibles con bajo contenido de azufre, resultarán en aún más altos costos de combustible para los buques, especialmente para los operadores que trabajan en las zonas de control de emisiones donde los requisitos son más estrictos. Como los precios del combustible aumentan crece en la industria el interés en medidas de ahorro. Es muy probable que los buques construidos hoy en día sean los que

surcarán los océanos en la década de 2040 y la adopción de soluciones energéticamente eficientes será, durante la vida útil de estos barcos, muy probablemente, más valiosa como nunca lo fue.

1. Combustibles alternativos

Algún combustible líquido que pueda reemplazar el petróleo utilizado en propulsión de los buques existe y se encuentran en diferentes etapas de desarrollo; desde el proyecto piloto hasta la implementación comercial. El gas natural licuado (GNL) tiene un potencial para sustituir al petróleo en una gran parte de la flota. GNL se ha utilizado anteriormente como combustible en buques de transporte de GNL, pero está siendo introducido en otros segmentos de la flota. El gas natural es un combustible fósil y contribuirá, como los combustibles tradicional derivados del petróleo, a aumentar el nivel de CO_2 en la atmósfera. Sin embargo, la reducción de las emisiones de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno también hacen del GNL una opción para los buques en las zonas de control de emisiones donde el gasóleo marino es la única alternativa de combustible disponible en la actualidad a menos que se instale tecnología de reducción. Además, se prevé que las reservas de gas natural puedan durar más tiempo que las de petróleo (AIE, 2009). Dos problemas que probablemente van a retrasar el desarrollo del uso de GNL son las renovaciones costosas del motor para buques existentes, lo que hace de GNL una opción sobre todo para nuevas construcciones, y los requerimientos de espacio adicional para los tanques de almacenamiento del gas natural licuado. El GNL se almacena a bordo en tanques presurizados especialmente diseñados y requiere aproximadamente de 2,5 a 4 veces más espacio de almacenamiento que los combustibles convencionales. La falta de infraestructura para el GNL en muchos puertos también obstaculiza el uso de este combustible.

Una vez que el buque ha sido construido para las operaciones de GNL, la opción de utilizar el biogás licuado está abierta. Biogás y gas natural se componen de las mismas moléculas de hidrocarburos (principalmente metano) y sólo son diferentes en el sentido que provienen de diferente origen: el gas natural es un recurso no renovable a partir de la corteza de la tierra, mientras que el biogás es a partir de fuentes renovables, producidas normalmente por la fermentación de biomaterial como alimentos y aguas residuales. GNL se puede quemar en motores diésel de combustible dual, donde se inyecta una pequeña cantidad de diésel simultáneamente con el gas. GNL también se puede utilizar como único combustible en motores a ciclo Otto, similar a los motores de metanol - otro combustible en discusión para uso marino.

El metanol es un alcohol que podría servir de puente hacia un futuro libre de combustibles fósiles, aunque en la actualidad se produce principalmente con gas natural como materia prima. El metanol es un líquido a temperatura ambiente y no requiere tanques presurizados. El metanol como combustible marino se encuentra en una etapa de prueba. Otra opción es diésel sintético que puede ser producido con el método de Fischer-Tropsch o procesos similares donde básicamente contiene cualquier materia prima de hidrocarburo: gas natural, biogás, carbón o biomasa. El diésel sintético, todavía no presenta beneficios de uso ni del punto de vista de eficiencia energética ni del costo (Bengtsson y otros, 2011). Otro combustible que se puede utilizar directamente en los motores diésel es dimetil éter (DME).

El Comité de Protección del Medio Marino de la OMI prevé que HFO (Heavy Fuel Oil, crudo pesado) será completamente reemplazado por destilados y gas natural licuado en el 2020. En un análisis de escenarios, se asume que el 5% de los buques tanque y el 5-10% de la navegación de cabotaje serán alimentados por gas natural licuado en 2020 y que estas cifras aumentarán un 10-20% de los buques tanque y 25-50% para la navegación de cabotaje en 2050. En 2050, se prevé que se sólo cuotas menores de diésel sintético se habrán introducido en el mercado de combustibles marinos (Buhaug y otros, 2009).

2. Medidas operacionales

Una variedad de medidas de carácter completamente diferentes se necesitan para alcanzar reducciones exitosas y sostenibles de la cantidad de combustible consumido por tonelada de mercancías transportadas entre puertos de origen y destino. Medidas logísticas, incluidas las operaciones a baja velocidad, una mayor utilización de la capacidad y planificación de rutas son las más importantes, así como las medidas de comunicación para mejorar las eficiencias en el puerto de recala y un cambio de comportamiento, por ejemplo, renovados esquemas de incentivos dentro y entre organizaciones. La comunicación y los aspectos de comportamiento son importantes para la implementación exitosa de todas las medidas, sobre todo durante las operaciones.

La medida de la eficiencia energética operacional con el mayor potencial es operar a baja velocidad (Buhaug y otros, 2009). A razón de que la relación entre la velocidad del barco y el consumo de combustible por unidad de tiempo es aproximadamente cúbica, una reducción de velocidad de menor importancia puede tener una gran influencia en el consumo de combustible. Navegación lenta es una opción atractiva en tiempos de recesión económica con un exceso de capacidad de los buques, pero los efectos de la navegación lenta no se puede esperar sean de la misma amplitud cuando se mejora la economía y el servicio de envío sea más solicitado (Lindstad y otros, 2011). Sugerencias para mantener las operaciones de baja velocidad de la flota internacional con el fin de reducir las emisiones de CO_2 procedentes de los buques, incluyen impuestos a los combustibles (Cariou, 2011; Corbett y otros, 2009) y normas de restricción de velocidad para buques (Faber y otros, 2012;. Lindstad y otros, 2011).

Otra de las medidas para aumentar la eficiencia energética de los buques es aumentar la eficiencia de los puertos, lo que significa que el tiempo de servicio a los buques en puerto se puede reducir. Si el tiempo de permanencia en el puerto es más corto, la velocidad en el mar se puede reducir, conservando el mismo nivel de servicio de transporte. Johnson y Styhre (2013) investigaron las posibilidades de reducir la velocidad en el mar para transporte de carga a granel de corta distancia disminuyendo el tiempo de espera improductivos en el puerto. Los resultados muestran que las dos mayores fuentes de tiempo no productivo en el puerto son el tiempo de espera en el muelle, cuando el puerto está cerrado y el tiempo de espera en el muelle debido a la llegada anticipada. Con 1-4 horas de tiempo de disminución por recala, el potencial de aumento de la eficiencia energética era del 2 al 8%.

En un debate sobre las medidas de eficiencia energética del buque, es importante hacer hincapié en las diferentes premisas de los trasportes planeados (liner shipping) y de los ocasionales (tramp shipping) El transporte marítimo tipo liner ofrece servicios regulares entre puertos especificados de acuerdo a una agenda y, por lo general, lleva carga para un número de propietarios, mientras que el transporte marítimo de tipo tramp es irregular en el tiempo y el espacio. Buques de transporte liner en muchos casos han sido objeto de cuidadosos arreglos logísticos, incluido el desarrollo de la cooperación a largo plazo con algunos puertos con muelles pre-fijados y horarios designados. Los buques de transporte tramp rara vez tienen proceso de atraque y espacios en puertos dedicados y será más frecuente que visiten varios puertos diferentes, donde todos tienen procedimientos y administración específicos relacionados con la recala en el puerto.

Diferentes tipos de buques tienen diferentes necesidades de energía. Un ejemplo relevante para el mercado de América Latina es el transporte de carga refrigerada (reefer cargo). Cargas refrigeradas se transportan en buques especializados con frigoríficos o en contenedores refrigerados, lo que requiere energía adicional para su enfriamiento. Alrededor del 20% de la energía necesaria para el transporte de alimentos en contenedores refrigerados se debe a la necesidad de refrigeración. Bajas tarifas de flete ha afectado fuerte a las empresas con buques frigoríficos en el momento que operadores de buques de contenedores han utilizado la posibilidad de cargar carga refrigerada en contenedores frigoríficos para llenar la capacidad ociosa en sus naves. El cambio corriente de carga refrigerada desde buques especializados a los buques portacontenedores, es probable que continúe; no hay orden de construcción para nuevos buques especializados en carga refrigerada y la construcción de nuevos barcos portacontenedores aumenta la capacidad para carga refrigerada por parte de esto últimos.

C. Efectos y barreras

Una serie de medidas de eficiencia energética en el transporte marítimo son eficientes también en término de reducción de costos. Eide y otros (2011) estiman que, para el 2030, es factible evitar cerca de 400 millones de toneladas de emisiones de CO_2, utilizando únicamente medidas que reduzcan los costos. Durante los últimos años, las "Marginal Abatement Cost Curve" (MACC, o curvas de reducción de costo marginal) se han utilizado para identificar la eficiencia de costos de las medidas. Sin embargo, los MACC que se publicaron proyectan un potencial de reducción diferente, lo que se explica en mayor parte por el hecho de que utilizan diferentes situaciones de base de las emisiones, diferentes grupos de medidas y diferentes suposiciones sobre los precios futuros de los combustibles (Faber y otros, 2011ª). Los precios de los combustibles utilizados por Eide y otros, (2011) fueron US$350/tonelada por el combustible pesado y US$500/tonelada por el destilado marítimo. Con precios más altos (hoy el precio de los destilados marítimos es más de US$600/tonelada), obviamente es posible reducir aún más las emisiones de CO_2, mientras que al mismo tiempo se reducen los costos. Las curvas MACC son muy sensibles a las suposiciones tales como, las tasas de descuento, costos de inversión, la vida de servicio de los buques y el volumen de transporte anual (Kesicki y Ekins, 2012). El análisis de medidas incluye información altamente agregadas sobre la eficiencia y los costos, y no incluye aspectos tan importantes como el incremento en los ingresos que se pueden esperar con el aumento de la velocidad. Asimismo, el análisis de MACC no comprende todos los gastos que el propietario de un barco y el operador de éste perciben con una determinada tecnología. Los riesgos percibidos que se asocian a nuevas tecnologías, a lo cual se puede hacer referencia como a los riesgos tecnológicos, son razones muy importantes para explicar por qué las velocidades de implementación son lentas. Otros obstáculos para la aplicación son de carácter institucional o financiero (Faber y otros, 2009).

Las barreras institucionales inherentes a las organizaciones de los integrantes del transporte marítimo influyen en la implementación de medidas de ahorro de combustible. Se reconoce que medidas que superen las barreras institucionales tengan un gran potencial para reducir las emisiones, pero en general son difíciles de desarrollar y poner en práctica (Eide y otros, 2011). Por lo general en el transporte marítimo dos o más partes tienen que trabajar juntos con el fin de poner en práctica estas medidas y aumentar la eficiencia. Como ya se ha señalado, el transporte marítimo irregular (Tramp Shipping), tiene una situación más extrema que el transporte liner en estos temas, ya que estos buques están sujetos a los acuerdos entre armadores y fletadores que pueden limitar la aplicación de medidas técnicas y logísticas (Faber y otros, 2009). Por ejemplo, en tramp shipping los contratos entre el fletador del buque y un operador de la nave estipularán quien paga por el combustible en diferentes momentos durante el viaje de la nave. Para esto se utilizan contratos especiales, acuerdo de flete, los cuales establecen las condiciones para la utilización de un buque durante el período de flete. Los acuerdos contienen una serie de cláusulas que de diferentes maneras se incluyen en el viaje, la carga a transportar y el marco de tiempo. También hay cláusulas sobre el rendimiento y niveles garantizados para la velocidad y el uso de combustible y reglamentos de los retrasos. Estas cláusulas pueden afectar a la eficiencia energética, ya que proporcionan incentivos para ahorrar combustible en diversos grados. En un acuerdo de viaje, incluso puede haber un incentivo para la tripulación o propietario del buque para que navegue a alta velocidad a razón que el fletador paga los costos de demurrage[53]. En las recesiones económicas, para los operadores de buques la ganancia por demurrage puede ser aún mayor que las ganancias de los fletes. Por lo tanto, un viaje con demurrage puede ser una opción más atractiva para el operador individual que navegar a una velocidad reducida y ahorrar combustible.

En general, los barcos también tienen un valor como equipo usado que no refleja las inversiones en equipo de eficiencia energética. Faber y otros (2011b) se refiere a bajos valores por barcos usados, y esquema de precios para alquilar un barco que no refleja la eficiencia energética del buque, como muy importantes barreras institucionales para la implementación de medidas de eficiencia energética en la industria naval.

[53] Demurrage se refiere cuando el fletador permanece en posesión del buque después del período que autoriza normalmente la carga y descarga (laytime).

Además, un factor importante que afecta la capacidad para implementar medidas de eficiencia energética se asocia con los costos de transacción y las dificultades de asignación de costos y beneficios entre diferentes empresas en una inversión que involucre a múltiples partes (Kesicki y Strachan, 2011). En consecuencia, hay un costo adicional no despreciable asociado con las medidas, que pueden tener el efecto de que el capital no va a estar asignado a la empresa donde más se necesita. Smith (2012) señala que precios de alquiler bajos y precios del combustible altos son fuerzas eficaces para empujar actividades de eficiencia energética en las empresas navieras. Esto explica en parte el reciente aumento de los intereses de los operadores de buques por la eficiencia energética en el transporte marítimo.

1. Energía eléctrica desde la instalación portuaria *(shore side electricity)*

El tiempo que un barco pasa en el puerto por lo general se considera como insignificante cuando se trata del consumo total de combustible del barco. Sin embargo, las emisiones de contaminantes, así como el ruido, pueden ser problemas importantes para la ciudad donde se encuentra el puerto, y estas emisiones potencialmente afectan a un mayor número de personas en comparación con las emisiones en el mar. Hay algunas medidas específicas que se pueden aplicar en los puertos y también hay una posibilidad de influir en el rendimiento de la nave a través de la diferenciación de las tarifas portuarias.

El combustible consumido por los buques atracados se utiliza sobre todo para la producción de electricidad con el fin de operar las instalaciones a bordo para los pasajeros y la tripulación, tales como aire acondicionado, cocina, luz, y también, por ejemplo, para las bombas de carga y descarga en buques cisterna. Esto significa que los transbordadores y los buques de crucero, junto con los buques cisterna utilizan relativamente más combustible en el muelle comparados con otros tipos de buques.

Una alternativa para los barcos es usar electricidad desde el muelle (shore-side electricity at berth). No hay hasta ahora un uso generalizado de esta tecnología, pero un número de puertos cuentan con estas instalaciones y los buques liners se conectan a shore-side electriciy. Hay una serie de cuestiones prácticas, como la diferente tensión y la frecuencia de la corriente, los costos de inversión y la disponibilidad de personal especializado para efectuar la conexión, que han obstaculizado el desarrollo. Además, los bajos precios de los combustibles navales, que hasta hace unos años hicieron posible la producción de electricidad a bordo a un bajo costo.

Que la electricidad desde tierra sea una buena medida cuando se trata de reducir las emisiones de CO_2, dependerá totalmente de cómo se produce la electricidad; para la electricidad producida a carbón las emisiones de CO_2 pueden aumentar mientras que se reducirán significativamente con hidroeléctrica, eólica o solar. La principal ventaja de la electricidad shore-side es, sin embargo, el poder reducir las emisiones de contaminantes como partículas y NOx en las zonas pobladas.

2. Comparación modal

El transporte marítimo, en general, ha sido capaz de mantener una imagen de ser respetuoso del medio ambiente. En cierto modo esto es correcto; este transporte es para la mayoría de los casos relativamente de bajo consumo de combustible, puede aliviar los problemas de congestión vial, ya que utiliza relativamente poca tierra, y hay relativamente pocos accidentes. Sin embargo, también hay problemas significativos; altas emisiones a la atmósfera de sustancias nocivas tales como NO_X, SO_2 y PM, así como compuestos de hidrocarburos aromáticos policíclicos y otras sustancias orgánicas tóxicas; pérdida en el agua del combustible y las pinturas de casco tóxicas; y la introducción de especies ajenas con la descarga de agua de lastre en zonas sensibles.

Con el fin de ilustrar las diferentes emisiones a la atmósfera de CO_2, NO_X, SO_2 y PM, así como el combustible consumido entre los diferentes medios de transporte, se llevan a cabo ahora algunos ejemplos de cálculos. Debe tenerse en cuenta que hay, por supuesto, otras cuestiones importantes que discriminan entre los modos de transporte, como el impacto sobre el agua, la congestión, los accidentes,

la infraestructura, etc. Sin embargo, los problemas con las emisiones de gases contaminantes y los contaminantes del aire son problemas de mayor magnitud para el sector del transporte.

Los cálculos son hechos desde una perspectiva de América del Sur por un transporte de 1.000 toneladas de carga entre Manaus, Brasil y Buenos Aires, Argentina o bien Santos, Brasil. Para el transporte marítimo, esto significa que se aplican las normas internacionales, es decir, un contenido máximo de azufre del combustible de 3,5% y, para los buques construidos después de 2000, los niveles Tier 1 de NOX. En este ejemplo se asume que el contenido de azufre del combustible es de 2,7%. Se estudian dos barcos: un barco para contenedores de 10 000 toneladas de peso muerto y una nave por transporte de carga suelta (bulk-ship) de 60 000 toneladas de peso muerto. En el caso de los trenes, las emisiones[54] son en la mayor parte en América del Sur no reguladas. Se supone que el tren es operado por una matriz diésel con emisiones típica de aparatos no regulados de este tamaño. Los reglamentos de camiones en América del Sur varían de un país a otro pero, en general, los camiones más nuevos siguen aproximadamente la norma de emisión Euro III. También los límites de azufre para el gasóleo utilizado por los motores de los trenes y camiones varía en el continente. Un combustible diésel con 500 ppm, que puede ser considerado como una calidad común, fue elegido para los cálculos.

De gran importancia para los resultados es la utilización de la capacidad, es decir, el factor de carga. Se supone que el camión, el tren y el barco porta contenedores transporten contenedores que están llenos hasta el 75% de la capacidad máxima de peso. Además, se supone que los barcos y el tren tengan factores de ocupación sobre el 75% por lo que concierne el número de contenedores que se cargan.

Los resultados se pueden ver en el gráfico siguiente. Se puede notar inmediatamente la diferencia entre los dos barcos, con emisiones mucho más bajas para la bulk-ship. Esto es debido al mayor tamaño, pero también los bulk- ship son más eficientes debido a la velocidad más baja y a que una fracción mayor del peso muerto (deadweight) es carga en comparación a un barco de contenedores. La eficiencia del combustible es más alta para el transporte en bulk-ship y menor para el camión. El tren tiene relativamente alta eficiencia de combustible y es claramente más eficiente que el barco porta contenedores. Las emisiones de CO_2 son directamente proporcionales a la eficiencia del combustible en estos ejemplos, a razón de que los combustibles que se consideran tienen emisiones de CO_2 similares en relación con el contenido de energía de los combustibles. Las emisiones de NO_X son más altas en el barco de contenedores. Esto se relaciona con el bajo grado de reducción que se encuentra normalmente en los buques. También el tren muestra relativamente altas emisiones de NO_X que se debe a que los motores diésel normalmente no tienen medidas de reducción. Para PM las diferentes alternativas muestran emisiones similares en este ejemplo, excepto para el buque portacontenedores con emisiones mucho más elevadas. Las naves tienen altas emisiones de SO_2, que se debe al alto contenido de azufre en el combustible para uso marítimo.

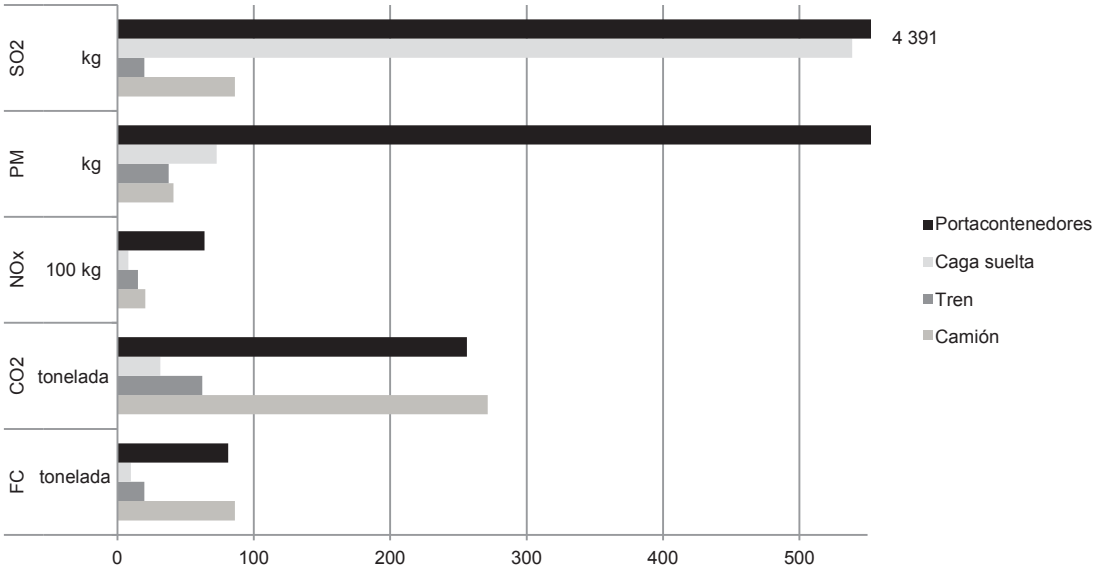
Cabe señalar que estos resultados no son más que un ejemplo. Al optar por otro tipo de buque, con otros tamaños y diferentes equipos de reducción de gases de escape, la imagen queda modificada.

Se reducirían las emisiones si los barcos utilizan gasóleo marítimo con un 0,1% de azufre en lugar de combustible pesado, y cumplen con las regulaciones Tier 3 de NO_X; y para el camión, si sigue los estándares de emisiones Euro V y utiliza diésel con 10 ppm de azufre.

Se puede observar que la eficiencia de combustible y por lo tanto las emisiones de CO_2 no se ven afectadas por estas medidas. Las emisiones de NO_X se reducen significativamente tanto para buques como para el camión, así como las emisiones de PM. Las emisiones de SO2 son reducidas drásticamente debido al contenido más bajo de azufre en el combustible.

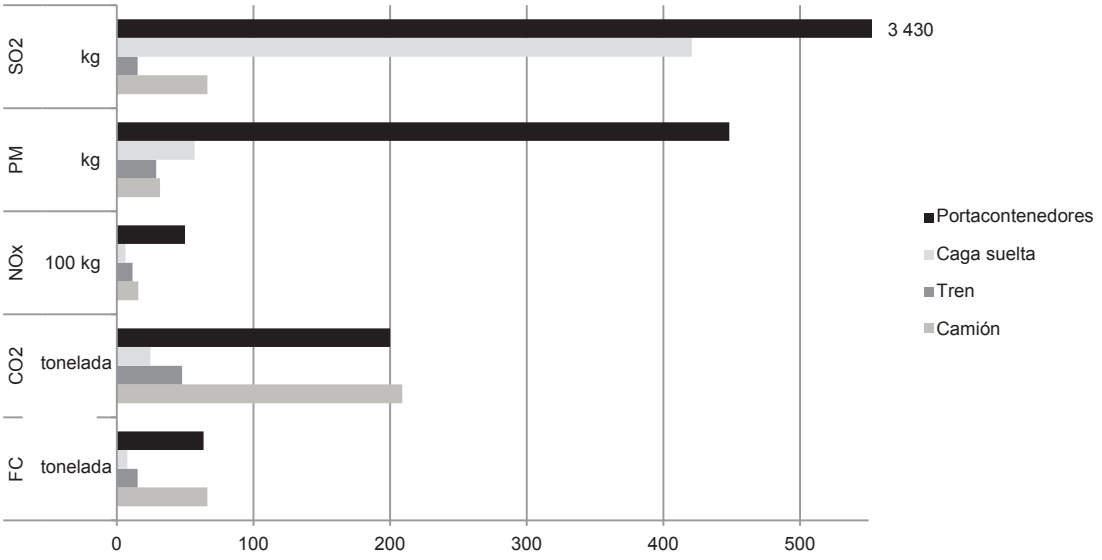
[54] No parece ser una buena la cobertura del tren para estos opciones, pero el tren está incluido con el fin de ilustrar su potencial.

GRÁFICO 20
RESULTADO DE LOS CÁLCULOS DE EMISIONES PARA EL TRANSPORTE DE 1.000 TONELADAS DE MERCANCÍA POR DIFERENTES BUQUES Y VEHÍCULOS MANAUS A BUENOS AIRES



Fuente: Elaboración propia.
Nota: El valor de SO_2 en liner ships está fuera de escala.

GRÁFICO 21
RESULTADO DE LOS CÁLCULOS DE EMISIONES PARA EL TRANSPORTE DE 1.000 TONELADAS DE MERCANCÍA POR DIFERENTES BUQUES Y VEHÍCULOS MANAUS A SANTOS



Fuente: Elaboración propia.

D. Regulaciones e incentivos

Esfuerzos para mejorar las condiciones de la naturaleza y del hombre aparecieron en la agenda política desde hace décadas. La sostenibilidad ambiental se discute a nivel local, regional y mundial con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de las generaciones presentes y futuras. La combustión de combustibles fósiles provocó desde la revolución industrial un aumento neto en el contenido de CO_2 atmosférico que afecta a nuestro clima. La contaminación del aire del ozono, NOx, SO_2 y partículas tiene un impacto más directo sobre la salud humana y es principalmente de interés local y regional. Los acuerdos internacionales y convenciones, como el Protocolo de Kioto sobre el cambio climático y el Convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza (CLRTAP, Convention on Long-range Transboundary Air Pollution) se han establecido en colaboración entre varias naciones. Estos foros pero, no incluyen el transporte marítimo y las regulaciones ambientales para la contaminación del aire debido a que este medio de transporte internacional, originado a partir de las convenciones que se rigen por la Organización Marítima Internacional, OMI.

Como se discutió en este capítulo hay varias medidas técnicas y operativas que pueden aumentar la eficiencia de combustible para el transporte marítimo. Con el fin de reducir los consumos y emisiones de CO_2 del sector o, por lo menos, frenar la velocidad de aumento, es importante tanto que estas medidas sean aplicadas como que haya un desarrollo técnico sucesivo, así como nuevos modelos de negocio donde la eficiencia del combustible juegue un rol prioritario en la agenda.

Otra forma de aumentar la eficiencia del combustible de transporte es trasladar desde otros medios de transporte al marítimo. Sin embargo, como es obvio a partir de los datos en las figuras anteriores, esto puede salir del costo de un aumento de las emisiones de sustancias nocivas tales como partículas y óxidos de nitrógeno. Por lo tanto, parece esencial que un cambio modal hacia el transporte marítimo se acompañe de medidas para reducir las emisiones a la atmósfera procedentes de los buques. Esto se puede lograr a través de medidas técnicas, como tecnologías de combustibles de bajo azufre y de reducción de gases de escape. Sin embargo, dado que estas medidas vienen con un costo, un requisito previo para su introducción es que se incluyan medidas de política adecuadas.

Hay una serie de opciones de políticas disponibles para aumentar la eficiencia de combustible y/o reducir las emisiones de gases nocivos. Como el aumento de la eficiencia del combustible y las emisiones de CO_2 van de la mano, ellas están motivadas en gran parte por la necesidad de limitar el impacto sobre el clima. En la actualidad sólo hay algunas de estas políticas. Los ya mencionados reglamentos por la OMI en relación a EEDI (Energy Efficiency Design Index) y SEEMP (Ship Energy Efficiency Managment Plan) son los únicos ejemplos más claros. Las regulaciones EEDI ejercerán presión en el futuro sobre el proyecto de más buques eficientes en término de uso del combustible y la SEEMP, se espera, ponga en evidencia medidas operativas que se puedan utilizar para una mejor eficiencia de combustible. Todavía, en vista del aumento previsto en el comercio se prevé que el consumo total de combustible en el transporte marítimo aumentará en el futuro. En Europa, también hay discusiones sobre la inclusión de la navegación en un sistema existente para el comercio de créditos de carbono por fuentes terrestres. La primera medida es controlar el consumo de combustible en el comercio europeo. Sistemas similares ya se han decidido para la aviación. Otra idea es un impuesto internacional a las emisiones de CO_2, donde las tasas recaudadas se puedan utilizar en inversiones en tecnología para mitigar las emisiones de CO_2 procedentes de los buques o de otros sectores.

También hay ejemplos en los que los puertos están diferenciando las tasas portuarias tomando las emisiones de CO_2 como un parámetro (para el debate sobre la diferenciación de las tasas portuarias ver Wilmsmeier, 2012). Además, diferentes iniciativas para procedimiento de compra también tienen emisiones de CO_2 en su cuenta. Organizaciones ofrecen información sobre el rendimiento medioambiental de los buques a los propietarios de la carga quienes pueden considerar este factor de desempeño ambiental en su decisión de compra. Una dificultad inherente es la forma de medir la eficiencia de combustible. Con el fin de tomar medidas operativas en cuenta se expresa a menudo la eficiencia del combustible como combustible consumido por actividad de transporte en toneladas-km. Esta medida puede variar entre los diferentes tipos de buques y requiere de un sistema transparente de

contabilidad de carga, distancias y combustible consumido, gran parte de lo que a menudo se considera como información comercial secreta. Lamentablemente la opción más directa de normativas para estimular una evolución hacia una mayor eficiencia de combustible, como impuestos sobre el combustible o gravamen, parece difícil de realizarse en el actual clima internacional. Además, los impuestos nacionales o locales están más o menos obstruidos por las leyes internacionales que rigen el transporte marítimo internacional.

Para las emisiones de gases nocivos, la situación de las normativas es algo más versátil. Claramente, como se puede ver en la comparación de los resultados para la situación A y B en las figuras anteriores, reducciones significativas en las emisiones se pueden obtener con la utilización de combustible de bajo azufre y el uso de equipo de reducción. Por el contenido de azufre en los combustibles marinos, de las decisiones adoptadas en la OMI, se traducirá en una reducción significativa de las emisiones de SO_2 en el período 2015-2020. Además, esto también dará lugar a una reducción significativa de las emisiones de partículas (PM).

Existe también regulación para NO_X disponibles, pero sólo las regulaciones Tier 3 pueden provocar una reducción significativa de las emisiones. Pero, éstas sólo se aplicarán a pocas regiones del mundo y, aún más, ya que sólo se aplican a los nuevos motores, hay un efecto sobre las emisiones sólo cuando los barcos viejos son sustituidos por otros nuevos. Todo esto indica que si se necesita una reducción significativa de las emisiones de NO_X procedentes del transporte marítimo - y hay muchas razones de riesgo ambiental y de salud para hacerlo - otros instrumentos políticos deben complementar las normas de la OMI.

Un ejemplo es el impuesto al NO_X utilizado en Noruega desde hace algunos años. La inclusión de las emisiones de los buques en el sistema nacional de este impuesto se hizo con el fin de lograr los objetivos noruegos de emisión de NO_X determinados a partir de un acuerdo internacional entre 51 países en la reducción del impacto ambiental de la contaminación del aire - el protocolo de Gotemburgo. Los armadores tienen que pagar un impuesto por cada kilogramo de NOX que emiten y el dinero se destina a un fondo. Los armadores pueden solicitar subvenciones para las inversiones en tecnología de reducción para sus barcos desde esos fondo. Aunque el impuesto sólo se aplica a rutas dentro de las aguas de Noruega, este sistema ha sido un éxito en términos de inversiones en nueva tecnología, que cuenta con varias tecnologías , tales como motores de GNL o post-tratamiento de reducción catalítica selectiva (Selective Catalytic Reduction, SCR). El éxito del sistema de fondos de NO_X noruego demuestra un alto potencial para incluir el transporte marítimo nacional en los planes de reducción de emisiones en respuesta a los acuerdos internacionales. El transporte marítimo nacional es rara vez un gran contribuyente a la contaminación, pero se puede prever que los efectos del aumento del uso de tecnologías de reducción resulta en la producción de tecnologías más maduras que, posteriormente, son más fáciles de adoptar en los segmentos más grandes de la flota. Otro ejemplo es el "environmentally differenciated fairway due" (el impuesto recibe un descuento basado en el nivel de impacto ambiental) que se utiliza en Suecia desde hace dos décadas, lo que originalmente se combinó con el apoyo financiero a las inversiones en tecnologías de reducción. Esto también tiene el inconveniente de que sólo se aplica a las aguas de Suecia, pero ha estimulado el uso de SCR y otras medidas en un buen número de barcos.

También hay una serie de sistemas con tasas portuarias diferenciadas en base a criterios medioambientales e iniciativas de compras para reducir las emisiones. Sin embargo, el impacto real sobre las emisiones de éstos no está claro. Un problema aquí es que el estímulo debe ser lo suficientemente grande como para superar los costos de los sistemas de reducción, así como las barreras institucionales discutidas anteriormente. Por lo tanto, como consecuencia, los compradores de servicios de transporte deben estar dispuestos a pagar más con el fin de reducir el impacto ambiental de sus transportes.

Incluir las emisiones de los buques en los regímenes obligatorios o voluntarios en los puertos también puede ser una manera de cumplir con las normas locales y nacionales de calidad del aire en las ciudades portuarias. Muchas ciudades tienen grandes dificultades para mantener las concentraciones por

debajo de los niveles máximos permitidos, típicamente, PM, ozono y NO_X. Concentraciones anuales de PM10, en varias zonas urbanas de América del Sur superan los estándares nacionales, así como los establecidos en las directrices globales de calidad del aire recomendados por la Organización Mundial de la Salud (Organización Panamericana de la Salud, 2007). También para el ozono y NO_X, a pesar de escasos informes, se puede concluir que superan los estándares de calidad del aire en muchas ciudades de América Latina (Maggiora y Lopes Silva, 2006). NOX es un precursor de los problemas de ozono y smog; NOX en ambientes soleados, en reacción que involucran especies de hidrocarburos, causa la formación de ozono. Las iniciativas que reduzcan las emisiones de NOx de los motores auxiliares de los buques cuando están en el muelle, como la instalación de infraestructura para proveer electricidad desde la tierra y sistemas de tratamiento de los gases de escape, pueden ser un paso importante en la mejora de la calidad del aire.

Considerando todo esto, las normativas existentes en materia de emisiones a la atmósfera de los barcos necesitan esfuerzos complementarios con el fin de lograr reducciones absolutas significativas. El aumento previsto de la demanda de transporte aumentará, muy probablemente, la contribución a la contaminación atmosférica y el calentamiento global debido al transporte marítimo, mientras que las regulaciones terrestres siguen reduciendo eficientemente las emisiones. Hay una serie de ejemplos de sistemas de incentivos voluntarios para los operadores de buques que a veces han demostrado tener un gran éxito. Estos esfuerzos han sido usados principalmente a niveles nacionales y han sido muy diferentes en su tipo. Como se ejemplifica en este estudio, el transporte marítimo es un medio de transporte eficiente en termino de uso del combustible. El potencial en el transporte marítimo tanto para proporcionar eficiencia de combustible como para obtener un bajo nivel de contaminación , todavía se basa en un uso más difundido de las técnicas de reducción existentes. Además, aunque la eficiencia de combustible en el transporte marítimo es ya elevada, todavía hay potencial de mejora, que será una ventaja competitiva en un futuro con los altos precios del combustible que se prevén. Medidas para mejorar la eficiencia del combustible se han identificado en una variedad de campos, desde medidas técnicas puras a las medidas que apuntan a modificar las estructuras de incentivos dentro del sistema de negocios. Con estos potenciales completamente desarrollados, los barcos podrán ofrecer transporte con alta competitividad para un desarrollo sostenible.

E. Conclusiones

En América Latina y el Caribe las iniciativas y los incentivos para mejorar la eficiencia energética en el sector del transporte marítimo son raras y la región sigue por detrás de otras regiones del mundo. Áreas de control de emisiones (ECA, Emission Control Area) en LAC no se han aplicado a pesar de un tráfico marítimo importante en zonas vulnerables, como el Caribe y las zonas costeras . Además, medidas para promover el cambio modal desde la carretera a marítimo a nivel nacional y sub-regionale, están ausentes (Brooks, Sánchez y Wilmsmeier, 2013). Así, los potenciales de una mayor eficiencia energética, especialmente en el transporte de larga distancia, no son convertidos en ahorro ni en mejores prestaciones. Las posibilidades para eficiencia energética provista en el presente informe representan un conjunto de cómo los países de la región pueden avanzar hacia una mayor eficiencia energética en el transporte marítimo y también la forma de mejorar la eficiencia del sistema de transporte en general.

VI. Una perspectiva regional

A. Consumo e intensidad energética

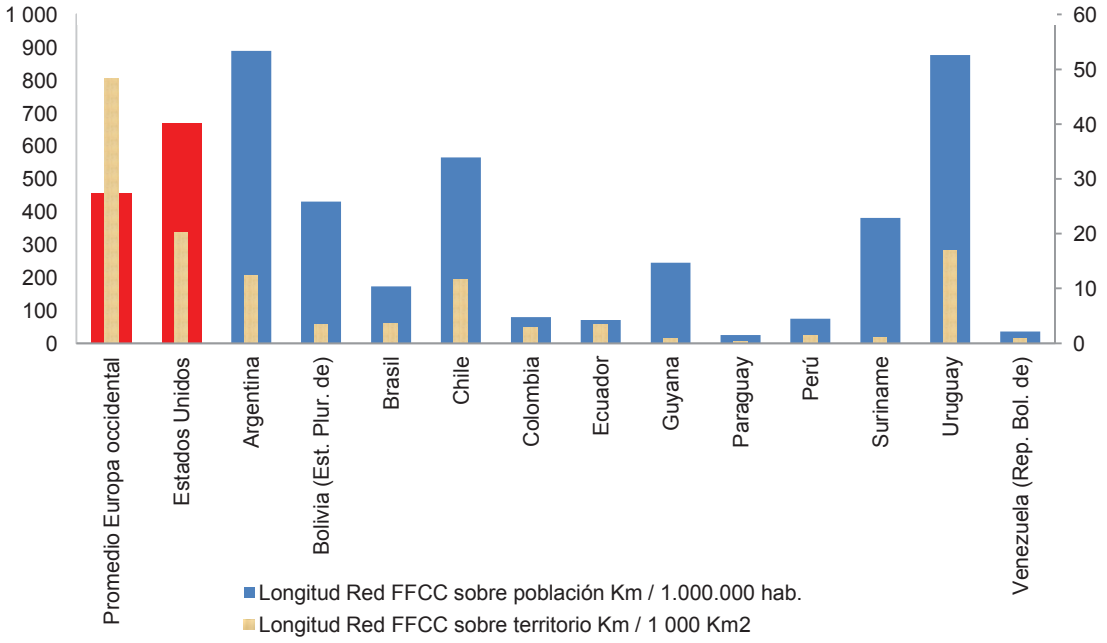
Ocupando un extenso continente, muchas veces con topografía accidentada o regiones cubiertas por bosques húmedos y cerrados, el transporte en los países de América Latina siempre fue desafiador. Un breve mención histórica es suficiente para confirmar esa realidad: las poderosas civilizaciones precolombinas se extendieran por amplia área de la región latinoamericana, con largas rutas y un buen sistema de comunicación, sin embargo prescindieran de vehículos con ruedas (conocidas y utilizadas en juguetes), posiblemente porque muchas de las pendientes y los valles recurridos difícilmente permitirían emplear esos equipos de transporte, imponiendo obras de ingeniería que solamente hoy son factibles.

El actual stock de infraestructura para transporte en América Latina, con una distribución y calidad heterogéneas, presenta valores expresivos, alrededor de 0,82 km de camino pavimentado y 0,22 km de vía férrea para cada 1000 habitantes (CEPAL, 2011), pero debajo de las necesidades y demandas potenciales, inclusive considerando deseables perspectivas de integración regional. La necesidad de incrementar y mejorar la infraestructura de transporte fue agravada en los últimos años, cuando condicionantes de carácter económico y definiciones de carácter político redujeran las inversiones y agravaran las condiciones de las redes de transporte existentes, en prácticamente todos los niveles y contextos. De la misma manera se amplió la brecha entre la calidad y disponibilidad de la infraestructura de transporte en la región latinoamericana y otras regiones en desarrollo, especialmente en Asia.

Estudios de la CEPAL detallan ese tema, presentando indicadores que apuntan para la urgente necesidad de implementar políticas consistentes que permitan cambiar este cuadro (CEPAL, 2011). Por ejemplo, la densidad o cobertura territorial de la red de caminos pavimentados, medida por el total de metros lineales de carreteras pavimentadas por kilómetros cuadrados de superficie territorial, es significativamente baja (44 m/km2) en comparación con los países desarrollados (944 m/km2, promedio en Europa occidental y 390 m/km2 para los Estados Unidos), como mostrado en la figura siguiente, una síntesis de la situación de las carreteras en algunos países de la región. El cuadro para los demás modales no es diferente.

Así, en la actualidad, por diferentes razones económicas, físicas y históricas, la región latinoamericana presenta una infraestructura de transporte reconocidamente deficitaria frente a sus necesidades, concentrada en las carreteras, en gran parte todavía no pavimentadas o/y mal conservadas, con limitado acceso a modales más eficientes como ferrovías y hidrovías. De hecho, con notables excepciones, como el uso de barcos en la Amazonia, en algunos casos de la industria minera que utiliza trenes de carga o en el transporte de pasajeros con trenes urbanos en algunas metrópolis, los vehículos básicos para mover personas y bienes en América Latina son esencialmente los automóviles, buses y camiones.

GRÁFICO 22
PROPORCIÓN Y DENSIDAD DE CAMINOS PAVIMENTADOS EN ALGUNOS PAÍSES Y REGIONES



Fuente: CEPAL, 2011.

Además de las implicaciones directas de las limitaciones en la infraestructura de transporte y del empleo predominante del modal por carretera, como costos elevados en la logística, dificultades para la integración interna y entre los países y una baja calidad de los servicios de transporte público, en términos de confort, frecuencia y velocidad media, las implicaciones sobre la demanda energética y por ende en los impactos ambientales son bastante relevantes. El sector de transporte responde por alrededor de una tercera parte del consumo energético de los países, casi totalmente basado en derivados de petróleo y presentando pérdidas energéticas elevadas, con potenciales interesantes para promover acciones de uso racional y incremento de la eficiencia.

En este contexto, el presente documento pretende describir el cuadro actual y prospectivo del consumo de energía asociado al transporte de pasajeros y carga en América Latina, y a partir de eso, analizar los programas e iniciativas gubernamentales, incluyendo medidas regulatorias, relacionadas à promoción de la eficiencia energética en movilidad. Este capítulo introduce el tema, revisando indicadores de ese sector, la evolución de la intensidad energética para el sector de transporte y presentar las tendencias más relevantes en el binomio energía/transporte para la región latinoamericana. Como una condición inicial importante en este estudio, cabe reconocer la significativa precariedad de las bases de datos y informaciones sobre el sector de transporte y particularmente con relación a los aspectos energéticos, generalmente disponibles de manera agregada o de forma puntual o no sistemática.

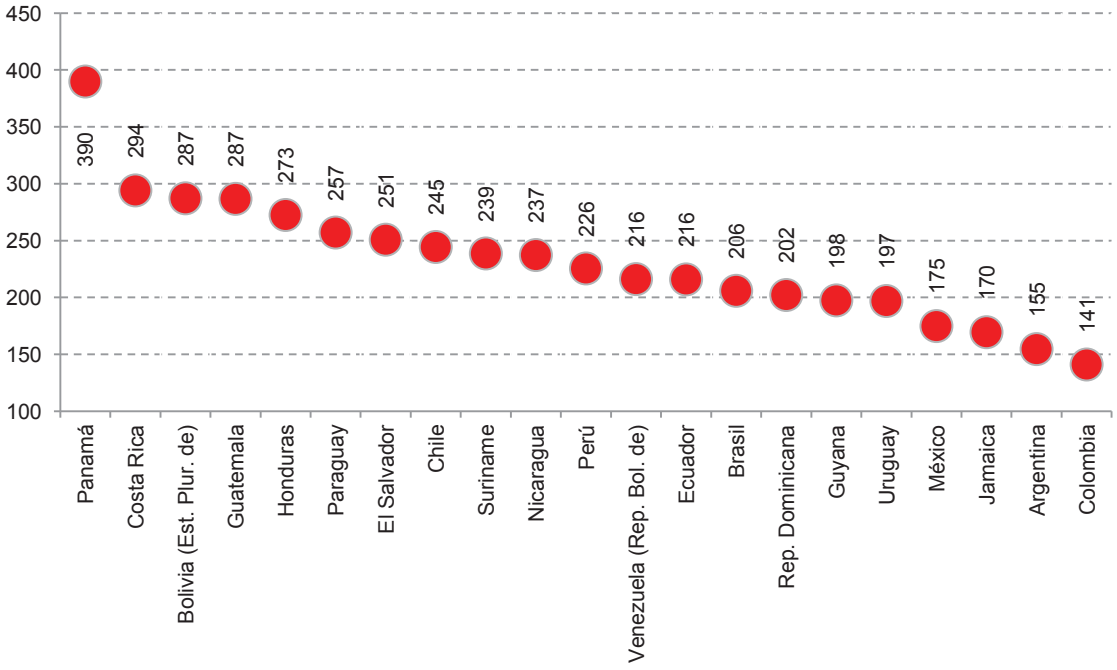
1. Consumo energético para el transporte en América Latina

En los últimos años el consumo energético para transporte en América Latina sumó más de 2.000 millones de tep, representando cerca de una tercera parte da la matriz energética regional (OLADE, 2013). Tomando como referencia los datos presentados por los países en los balances energéticos nacionales, conforme presentados por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) en su Sistema de Informaciones Económicas y Energéticas, aun que sean valores agregados para todos los modales de transporte (por carretera, ferroviario, acuático y aéreo) (OLADE, 2013) es posible obtener resultados interesantes.

La importancia elevada y creciente de la demanda energética para transportar personas y bienes en América Latina es evidente. Tomando como ejemplo los años 1990, 2000 y 2010, el sector representó respectivamente el 27%, 31% y 35% de la oferta total (promedio simples, no ponderado), constituyendo en gran parte de los casos el más importante componente del consumo de energía. Tal importancia relativa depende por un lado de las configuraciones de la demanda propia del sector de transporte, nivel de actividad, modales utilizados, dimensión de la flota vehicular, etc., y por otro lado, de la importancia relativa de otros sectores, principalmente los sectores de generación eléctrica y industria, que en algunos países son consumidores energéticos igualmente relevantes.

En las situaciones límites se destacan los países que consumen comparativamente menos que los demás en transporte; Cuba (con un sorprendente 6% en 2010) y algunos países de Centro América; Guatemala, Nicaragua y Honduras, adonde entre 24 y 26% de su oferta energética en 2010 fue dedicada al transporte. En los extremos superiores, también para 2010, se presentan Ecuador, con 53%, Panamá con 47% y Costa Rica con 45% de la oferta energética utilizada para el transporte.

GRÁFICO 23
EVOLUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO FINAL DE SECTOR DE TRANSPORTE ENTRE 1990 Y 2010
(Porcentajes)

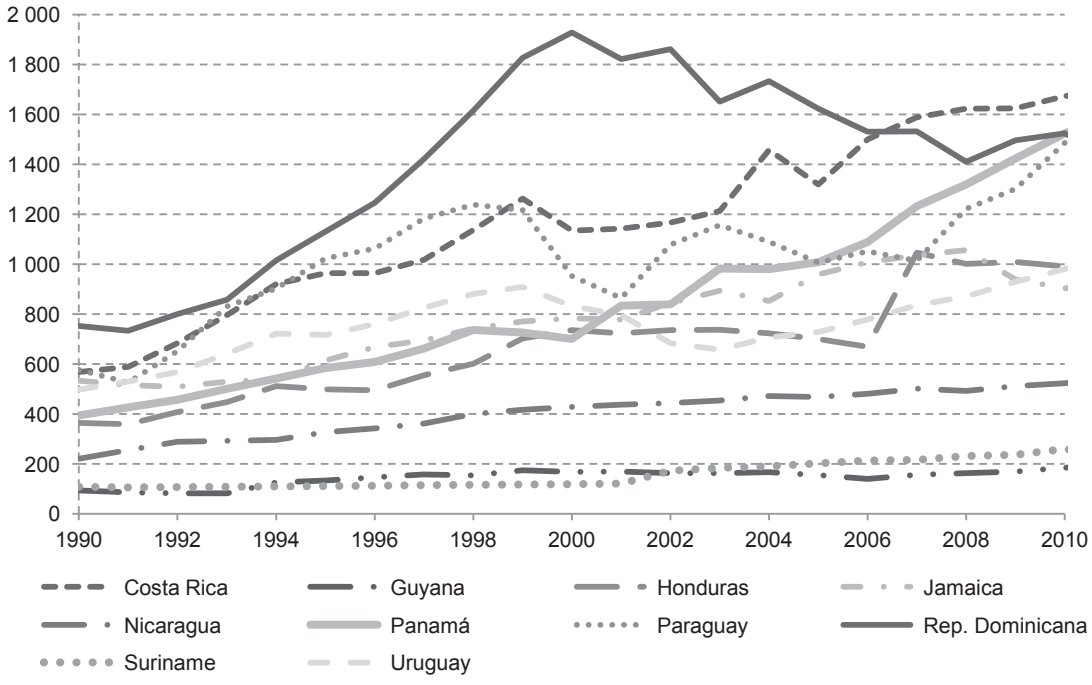


Fuente: Elaboración propia, basado en datos de OLADE, 2013, Simulación de Medidas de Eficiencia Energética en los Sectores Industrial y Transporte de América Latina y el Caribe al Año 2030.

Un análisis un poco más detenido de evolución del consumo de energía en el sector de transporte de los países latinoamericanos es presentado en las próximas figuras, con valores absolutos (en ktep) de la demanda sectorial entre 1990 y 2010, y valores relativos a la demanda en 1990. Como las demandas absolutas varían bastante entre los países, se adoptaran dos grupos para los gráficos, utilizando una demanda límite de 2000 ktep/año (en 2010) como referencia. Por cuenta de aparentes inconsistencias en los datos, esas figuras no incluyen los valores para Cuba (todos los años) y para Ecuador (en 1995).

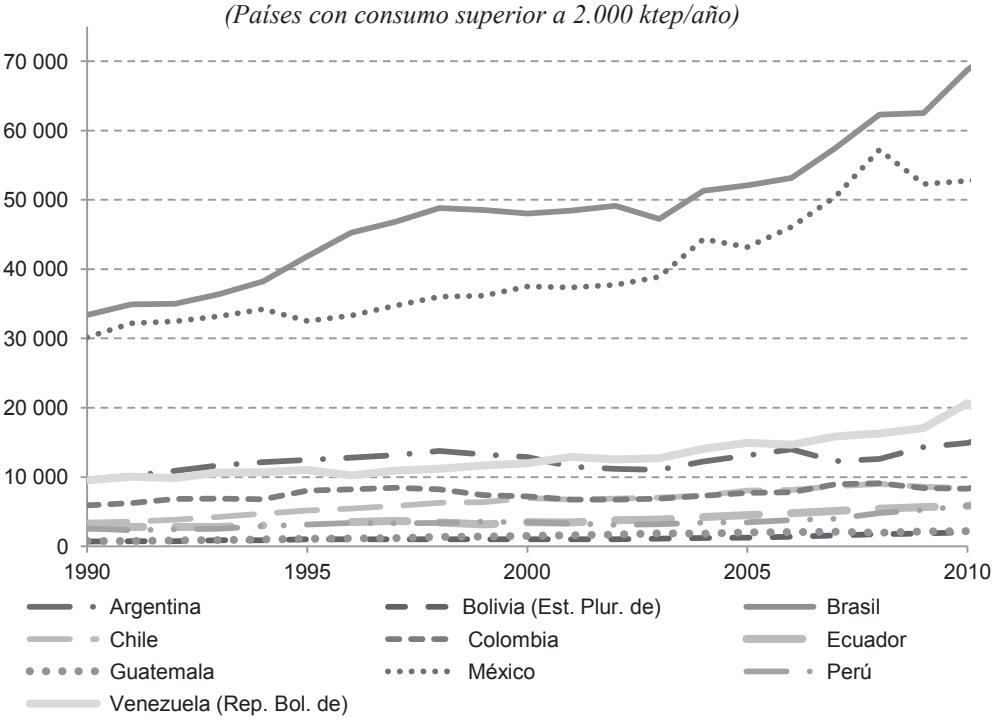
En esas figuras es interesante constatar que, desde del punto de vista del valor absoluto y de la evolución del consumo energético en el sector de transporte, los países latinoamericanos pueden ser subdivididos en tres grupos: a) países con un menor consumo energético, presentando un comportamiento heterogéneo, que excepto la República Dominicana, expandieran de modo importante su consumo sectorial, b) países con un consumo más elevado (entre 2.000 y 20.000 ktep en 2010), que también incrementaran su consumo sectorial, pero de forma más modesta (Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, Perú y La República Bolivariana de Venezuela), y c) países con más grande consumo sectorial, que igualmente expandieran su consumo sectorial de forma elevada (Brasil y México). Sintetizando, estas gráficas permiten inferir que de un modo general, los países latinoamericanos presentan un consumo energético importante en el sector de transporte, con algunos países expandiendo de forma elevada esa demanda, mientras otros han expandido de forma más contenida, conforme indicado por el crecimiento promedio anual entre 1990 y 2010, presentado en el siguiente cuadro.

GRÁFICO 24
CONSUMO ENERGÉTICO DEL SECTOR TRANSPORTE, PAÍSES CON MENOR CONSUMO
(Países con consumo inferior a 2.000 ktep/año)



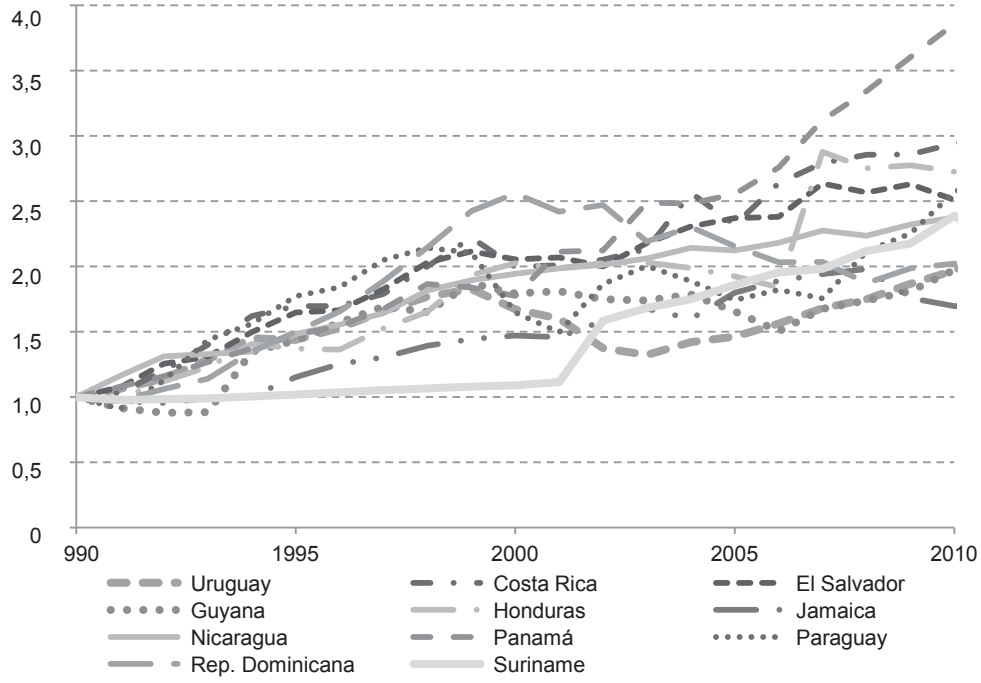
Fuente: Elaboración propia, sobre datos OLADE, 2013.

GRÁFICO 25
CONSUMO ENERGÉTICO DEL SECTOR TRANSPORTE, PAÍSES CON MAYOR CONSUMO
(Países con consumo superior a 2.000 ktep/año)



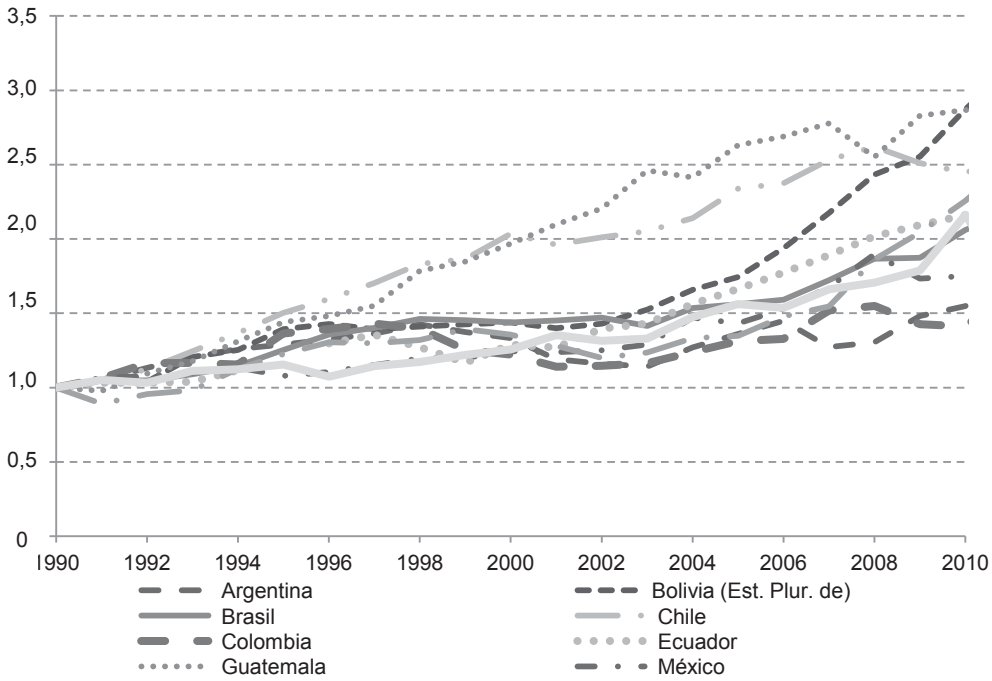
Fuente: Elaboración propia, sobre datos OLADE, 2013.

GRÁFICO 26
EVOLUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL SECTOR TRANSPORTE EN RELACIÓN AL CONSUMO EN 1990, PAÍSES CON MENOR CONSUMO
(Países con consumo inferior a 2.000 ktep/año)



Fuente: Elaboración propia, sobre datos OLADE, 2013.

GRÁFICO 27
EVOLUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL SECTOR TRANSPORTE EN RELACIÓN AL CONSUMO EN 1990, PAÍSES CON MAYOR CONSUMO
(Países con consumo superior a 2.000 ktep/año)



Fuente: Elaboración propia, sobre datos OLADE, 2013.

CUADRO 23
TASA DE CRECIMIENTO (PROMEDIO ANUAL) DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN TRANSPORTE ENTRE 1990 Y 2010

País	Tasa de crecimiento	País	Tasa de crecimiento
Panamá	7,0%	Venezuela (Republica Bolivariana de)	3,9%
Costa Rica	5,5%	Ecuador	3,9%
Bolivia (Estado Pluriancional de)	5,4%	Brasil	3,7%
Guatemala	5,4%	República Dominicana	3,6%
Honduras	5,1%	Guyana	3,5%
Paraguay	4,8%	Uruguay	3,4%
El Salvador	4,7%	México	2,8%
Chile	4,6%	Jamaica	2,7%
Suriname	4,4%	Argentina	2,2%
Nicaragua	4,4%	Colombia	1,7%
Perú	4,2%		

Fuente: Elaboración propia, sobre datos OLADE, 2013.

2. Intensidad energética del sector transporte en América Latina

El consumo de energía para transporte, presentado en los párrafos anteriores, no es un indicador "per se" de la eficiencia energética, que expresa la relación entre los efectos útiles realizados (mover gente y bienes) y el consumo de vectores energéticos, como los combustibles y energía eléctrica. La racionalidad del uso de energía en verdad está determinada por la eficiencia energética "strictu sensu", establecida por el rendimiento y la operación de los motores y vehículos, como también depende del sistema de rutas, caminos y almacenamiento, y en un nivel más alto, de la necesidad de transportar, que puede ser eventualmente objeto de reevaluación buscando reducir perdidas energéticas. En este sentido es importante disponer de datos e informaciones sobre las actividades de transporte, la situación y evolución del parque de equipos, las condiciones de la infraestructura logística, etc.

Reconociendo la complejidad intrínseca del sector de transporte, para expresar su eficiencia energética son buscados indicadores físicos, que relacionen sus efectos directos con consumo energético e indiquen de forma más clara la evolución de la productividad física de la energía. Un indicador frecuentemente utilizado es el consumo de energía por tonelada/kilómetro o pasajero/kilómetro transportados, como recomienda la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2007). En la base de datos ODYSSEE (Energy Efficiency Indicators in Europe), implementada hace años en los países de la Unión Europea y región, además del consumo energético en tonelada/kilómetro para el transporte de carga, utiliza también como indicadores el consumo en transporte aéreo, el consumo en transporte de carretero por automóvil equivalente, el consumo específico promedio en automóviles (ADEME, 2008). La determinación de esos indicadores depende evidentemente de la disponibilidad de estadísticas nacionales consolidadas sobre transporte y energía.

Un ejemplo puntual de la evolución del consumo específico de energía sectorial para un país latinoamericano es presentado en la figura abajo, basada en datos relativos a las actividades de transporte de carga y pasajeros por carretera en Brasil, adonde el diesel es responsable por casi la totalidad del transporte de carga y su uso no es permitido en vehículos livianos. Como en el balance energético brasileño (MME, 2012) se presenta separadamente el consumo de diesel por modal de transporte, con estimativas de la fracción dedicada al transporte de pasajeros y las estadísticas de las actividades de transporte (EPE, 2012), es posible estimar el consumo específico de carga para los modales ferroviario y por carretera en el período 2003 a 2010, adonde es posible observar que el transporte por trenes consume alrededor de 12 veces menos combustible que el transporte de la misma cantidad de carga por carretera.

A pesar de esfuerzos hacia la producción de datos sobre transporte en algunos países, lamentablemente indicadores físicos de actividad en transporte de personas y bienes todavía no están disponibles de manera sistemática y consolidada para los países latinoamericanos. Para enfrentar esa dificultad con la base de datos, ya apuntada en estudios sobre los indicadores de eficiencia energética en la región (CEPAL, 2010), se propone, en una primera instancia mientras no estén disponibles datos físicos, utilizar como indicador el consumo de energía total de sector por unidad de PIB, ya que la demanda de transporte correlaciona en alta medida con la actividad económica. Así, el indicador posible es la intensidad energética del transporte, definida como el cociente entre el consumo de energía del sector transporte dividido por el valor económico agregado en esa actividad o el PIB sectorial.

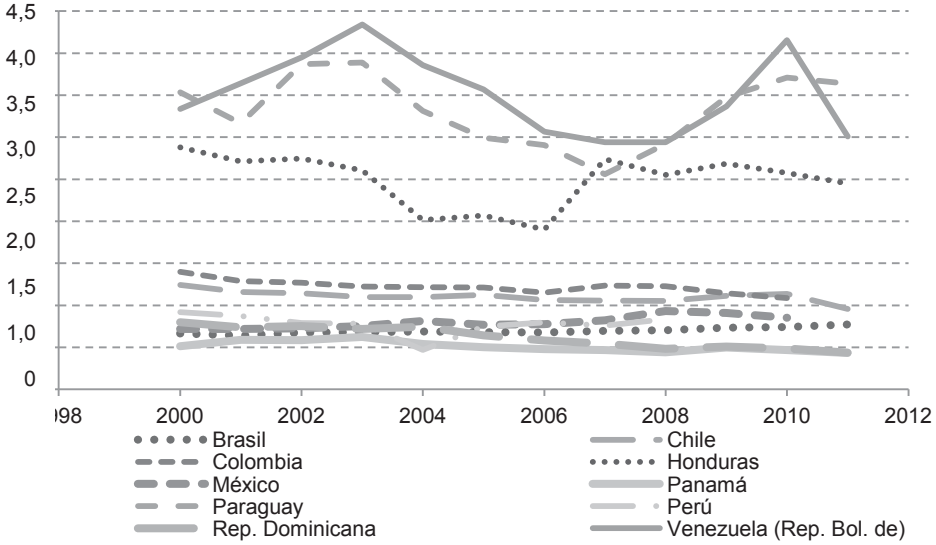
Cabe observar que la intensidad en base económica presenta dificultades de interpretación y limitaciones para reflejar el uso eficiente de la energía debido a los cambios estructurales que ocurren dentro del sector, asociadas a las sustituciones en la demanda de transporte entre modos y tipos de vehículo de muy diferente consumo específico. Un indicador alternativo que podría ser el consumo de energía dividido el parque de vehículos, con el mayor grado de desagregación que se pueda obtener, tiene el inconveniente de no considerar el recorrido medio anual de los vehículos, que puede ser muy variable y afecta directamente el consumo energético.

Para determinar la intensidad energética del transporte en los países de América Latina los datos de consumo energético sectorial fueran tomados de la base SIEE de OLADE, ya presentados en el tópico anterior, y para los datos de valor agregado en el transporte fueran consultadas inicialmente las bases estadísticas referenciadas en el LANIC (Latin American Network Information Center), en las cuales son

disponibles valores para parte de los países latinoamericanos. Sin embargo, hay una limitada armonización de los procedimientos de contabilización del valor agregado en las actividades de transporte, frecuentemente incluyendo en un mismo rublo los sectores/actividades de transporte, almacenamiento y comunicación en general, y presentando dificultades significativas para la identificación del componente directamente relacionado con el transporte de pasajeros y cargas.

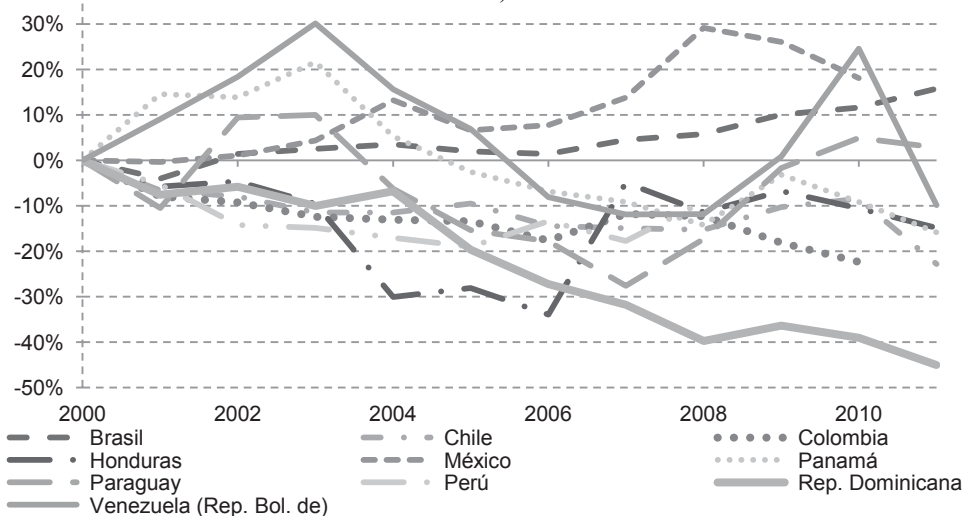
En esas condiciones, se optó por utilizar los datos disponibles de valor agregado sectorial presentados en el Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe (CEPAL, 2012), una fuente única y suficientemente estandarizada. Así, los valores de intensidad energética del transporte presentados en la figura 43 (valores absolutos, en kep/USD y en valores relativos al año 2000) se refieren a los diez países para los cuales todos los datos fueran localizados.

GRÁFICO 28
INTENSIDAD ENERGÉTICA DEL TRANSPORTE PARA PAÍSES SELECCIONADOS DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



Fuente: Elaboración propia, sobre datos de CEPAL, 2012 y OLADE, 2013.

GRÁFICO 29
INTENSIDAD ENERGÉTICA DEL TRANSPORTE PARA PAÍSES SELECCIONADOS DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, VALORES RELATIVOS AL AÑO 2000[a]



Fuente: Elaboración propia, sobre datos de CEPAL, 2012 y OLADE, 2013.
[a] El valor para Perú en 2005 ha sido corregido dado un error en los datos.

En la figura 55 es interesante observar como en la mayor parte de los países estudiados la intensidad energética se ubica en el rango 0,5 a 1,3 kep/USD, excepto para Honduras, Paraguay y La República Bolivariana de Venezuela, que presentan los valores bien más elevados, entre 2,5 y 4,1 kep/USD. Además de razones de orden metodológica, eso podría señalar consumos efectivamente más altos, pero siempre es necesario tener en cuenta que la intensidad energética valora la productividad económica global de la energía y no la eficiencia energética desde un punto de vista técnico. Más razonable es el análisis de la evolución de esa variable para uno mismo país. Para el periodo analizado (2000 hasta 2010), siete de los diez países estudiados presentaran una reducción en la intensidad energética del transporte, mientras en otros países se constata un incremento en ese indicador: Brasil (+ 5%), República Dominicana (+12%) y La República Bolivariana de Venezuela (+18%). De toda manera, como observado, esa variación puede estar relacionada con cambios de precios relativos y otros aspectos netamente económicos.

Concluyendo esa breve revisión de la intensidad energética en base económica para el transporte en los países latinoamericanos, cabe observar que el valor agregado sectorial contabilizado en las cuentas nacionales incluye solamente las actividades comerciales de transporte, asociadas de alguna manera a la agregación de valor, sin considerar el transporte privado, de gran importancia en algunos países, mientras para el consumo energético en el sector de transporte se refiere generalmente a las divisiones 60 a 62 de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), en conformidad con los procedimientos estadísticos adoptados en la región y utilizados en los balances energéticos (OLADE, 2011). Así, el consumo final de energía del sector transporte corresponde a la cantidad total de combustible requerido para mover vehículos de pasajeros y carga, por los diferentes modos, como el carretero, ferroviario, aéreo, fluvial, y marítimo. Cabe observar que el consumo del sector de transporte considera los vehículos que se abastecen de combustible y lo consumen dentro de las fronteras del país, excluyendo los barcos y aeronaves, que se abastecen de combustible para viajes internacionales, puesto que estos consumos se los registra en la actividad "Bunker".

Otra dificultad metodológica es la fracción del consumo energético dedicada al transporte internacional de cargas y pasajeros, usualmente referida como bunker y no asociada al consumo doméstico para transporte, relevante en algunos países y computada de diferentes maneras. Efectivamente hay una contradicción entre la gran importancia en términos de consumo energético y la disponibilidad de informaciones del sector transporte, señalando la necesidad de sistematizar y homogenizar las bases de datos sobre transporte, en sus indicadores económicos, físicos y energéticos, deseablemente desagregados por modales, usos (personas y cargas) y vector energético (diesel, gasolina, etc.). Asimismo, son poco disponibles datos estadísticos sobre la composición y edad de la flota vehicular, descarte de vehículos, etc., que pueden ofrecer elementos interesantes para comprender como se utiliza energía para mover gente e bienes.

3. Una evaluación de las perspectivas del uso de energía en el sector de transporte en el contexto latinoamericano

La intensidad absoluta y relativa del uso de energía para transporte en los países latinoamericanos está determinada por el nivel de actividad económica, por el nivel de ingresos y el crecimiento de población, como factores exógenos, y propiamente asociado al sector de transporte, a la estructura modal y la eficiencia, en una amplia acepción, que incluye las tecnologías de los equipos, el nivel de utilización (factores de carga), condiciones del sistema vial, entre otros aspectos. Aun que existan limitados estudios abordando la contribución de esos factores, algunas tendencias son evidentes en los países latinoamericanos.

La significativa expansión de la flota vehicular, particularmente para transporte individual es un aspecto relevante a tener en cuenta. El crecimiento del número de automóviles por habitante, en una red vial sin correspondiente expansión, ha convertido la movilidad en un desafío y un tema de alta prioridad para la administración de muchas ciudades y especialmente en las metrópolis de América Latina, con altos costos económicos e impactos negativos sobre la calidad de vida de sus habitantes, en conforto y tiempo necesario para moverse, y en cuanto a las condiciones de contaminación atmosférica. Debido a los

constantes embotellamientos, casi obligatorios e inevitables en los periodos de grande demanda (periodos de rush) el tiempo promedio requerido para un trabajador moverse entre su residencia y su local de trabajo llega a varias horas por día. Esta problemática ha sido enfrentada mediante la gestión de los flujos de vehículos privados, inclusive con la adopción de sistemas de peaje urbano y prohibición de circular en algunas zonas y horarios, asociada al estimulo de los sistemas de transporte público, desde corredores reservados para buses (sistemas BRT, Bus Rapid Transport), adoptados en diversas ciudades latinoamericanas, replicando y adaptando la iniciativa pionera desarrollada en Curitiba, hasta la introducción y expansión de los sistemas con trenes subterráneos (metros), bastante más costosos. Entre las innovaciones que han sido promovidas para mitigar los problemas de transporte de masa en las ciudades latinoamericanas, es interesante mencionar las ciclovías, promoviendo el uso de bicicletas y los esquemas de parqueo en terminales de trenes, buscando reducir el tránsito de vehículos privados en el centro de las grandes ciudades.

Otra tendencia notable en la condiciones de transporte de América Latina es la expansión de la fracción del consumo de diesel entre los combustibles automotrices, motivada básicamente por un precio generalmente más atractivo de este combustible y la acelerada expansión de uso de las camionetas para uso individual (SUV's, *Sport Utility Vehicles*), generalmente equipadas con motores para ciclo Diesel. De una manera general, el precio más bajo del diesel es debido a una tributación más blanda, justificada por los usos típicos de este combustible en el transporte de carga, transporte colectivo de pasajeros y actividades agrícolas. Como implicaciones de esa tendencia, se observa un creciente desequilibrio entre las demandas y disponibilidades de productos en las refinerías latinoamericanas, con excedentes de gasolina y déficits de diesel, y un agravamiento de la contaminación atmosférica local en las ciudades, ya que los motores Diesel generalmente presentan niveles más altos de emisión de hollín y, dependiendo de la especificación, de óxidos de azufre. Por ejemplo, en México se estima que los motores diesel corresponden a 26% de las emisiones de CO_2, la parcela más importante de las emisiones de particulados (51% de PM10 y 60% de PM2,5) y a 50% de las emisiones de NOx (SERMANAT, 2013).

Una tercera tendencia, no tan diseminada, pero significativa en términos ambientales y observable en diversos países y potencialmente posible para otros países latinoamericanos es la expansión del uso de biocombustibles. El etanol, mayormente producido a partir de caña de azúcar, es utilizado regularmente en mezclas con gasolina en Argentina, Brasil (adonde también se utiliza ampliamente etanol hidratado puro), Colombia, Costa Rica y Paraguay, mientras el biodiesel, producido con aceite de palma o de soya, es utilizado en Argentina, Brasil y Colombia. Las condiciones particularmente favorables de clima y disponibilidad de tierras para la producción en bases sostenibles de esos biocombustibles indican que su participación, en bases económicamente competitivas y ambientalmente deseables deberá proseguir expandiendo, con impactos interesantes en las condiciones atmosféricas local e globales.

B. Programas e iniciativas en América Latina para la promoción de la eficiencia energética en movilidad

Una búsqueda de programas gubernamentales dedicados a promover la eficiencia energética en el transporte en el contexto latinoamericano brinda resultados interesantes, pero limitados. En los próximos párrafos se presentan los programas e iniciativas identificadas, describiendo sus características, alcance y resultados esperados, cuando disponible la información requerida. Esos programas fueran agrupados por categorías, teniendo en cuenta su aspecto más relevante; relacionado con el comportamiento de los conductores y uso de los vehículos o con la tecnología vehicular. En algunos casos los objetivos son múltiples y naturalmente que siempre son complementares, la tecnología más eficiente no prescinde del uso adecuado, y viceversa.

1. Programas de inspección y entrenamiento de conductores

Esos programas, generalmente orientados para conductores de vehículos comerciales, como buses y camiones, buscan evaluar las condiciones de operación de los motores (generalmente motores Diesel, verificando las condiciones de mezcla aire/combustible y emisión de contaminantes en diferentes regímenes de carga) y informando los conductores como manejar con seguridad y eficiencia, destacando las economías asociadas de energía y plata.

Es interesante observar que en diversos países latinoamericanos existen programas de inspección vehicular específicamente dedicados a reducir las emisiones, sin embargo con beneficios inmediatos en términos de eficiencia energética.

a) Programa de entrenamiento e información de conductores (Brasil)

El Servicioo Social de Transporte, SEST y su institución asociada, el Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte, son entidades sin fines de lucro creadas y mantenidas por empresas del sector de transporte en Brasil, congregando 124,6 mil empresas y 15.824 mil transportistas autónomos, y cuenta con 146 unidades distribuidas en todo el territorio brasileño. El SENAT promueve regularmente cursos presenciales y a distancia para profesionales de las empresas transportistas, dedicados al desarrollo profesional de los trabajadores, actuando en su formación, perfeccionamiento y actualización, asimismo buscando mejorar la seguridad del trabajo y en tráfico.

En este contexto, desde 2007 son ofrecidos cursos de "Conducción Segura y Económica", en las unidades ubicadas en los estados de Espirito Santo, Distrito Federal, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, São Paulo. El programa desarrollado cubre los principales componentes y partes de los vehículos de transporte, la definición, objetivos y técnicas de la conducción económica, los beneficios y procedimientos de la conducción económica. La carga horaria del curso es de 32 horas y el vehículo utilizado permite clases prácticas e incluye una sala para presentaciones, con capacidad para entrenar alrededor de 1.500 conductores por año. Según el SENAT ya fueran capacitados más de 24.000 conductores de vehículos de pasajeros (54%) y de carga (46%)(SENAT, 2013).

Esperase que un conductor aprobado en este curso sea capaz de manejar bien su vehículo, proporcionando ahorro de combustible, reducción de las emisiones, incremento de la durabilidad de los equipos y de la seguridad. Una evaluación puntual indicó que un ahorro de combustible alrededor de 14% (SENAT, 2013).

En un formato más sencillo, enfocando aspectos ambientales, son ofrecidos por el SENAT cursos de 8 horas, "Caminhoneiro Amigo do Ambiente", con un total de 5.300 conductores capacitados, y realizados ciclos de conferencias para conductores, sobre el tema "Condução Econômica no Transporte Rodoviário", alcanzando un total de 21.210 participantes (SENAT, 2013). Es interesante verificar que esta institución reconoce que el principal desafío en esas actividades es promover y consolidar un cambio de comportamiento, basado en beneficios económicos y ambientales.

También vinculado a las entidades transportistas y más relacionado con la inspección de los vehículos, la Confederação Nacional de Transportes, asociada con la SEST/SENAT desarrolla desde 2007 el Programa Despoluir, dedicado a mitigar el impacto ambiental del transporte de una manera general. Como hechos relevantes de este programa se debe mencionar la creación de una base de informaciones a partir de los datos de vehículos y resultados de las evaluaciones de emisiones, que ya reúne más de 900 mil evaluaciones en cerca de 20 mil transportistas, y la edición periódica de un informe con datos ambientales relacionados al transporte en carretera. Según este informe, la edad promedia de los vehículos de transporte comercial en Brasil es 13 años, con 64% de la flota concentrada en cuatro estados: São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná y Minas Gerais. Los camiones brasileños circulan en promedio 125 mil km por año, con una reducción de la intensidad de uso con la edad. Entre las informaciones disponibles de interés para la eficiencia energética, son presentados datos sobre los intervalos de mantenimiento, uso de aparatos para reducción del arrastro aerodinámico, la fracción de viajes sin carga (indicando que los contenedores o

containers permiten reducir las viajes sin carga en el caso del transporte terrestre) y el efecto de la calidad de la carretera sobre el consumo de combustible (CNT, 2013).

b) Programas para el ahorro de combustibles en empresas transportistas (Brasil)

Creado en 1991, el Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, CONPET, es el programa del gobierno federal brasileño dedicado a promover el uso eficiente de combustibles, ejecutado por la Petrobras, la empresa petrolera estatal de Brasil. En los últimos años fueran desarrollados por el CONPET dos programas relacionados con transporte de cargas y pasajeros: los Projetos EconomizAR e TransportAR. Desde 2011 esos programas están suspendidos, pero es interesante ver como operaran y sus principales resultados.

El Projeto TransportAR tuve como objetivo orientar los transportistas de combustibles en el mantenimiento de sus vehículos y realizar evaluaciones de opacidad de los gases de combustión, de manera a reducir las emisiones de humo negro y economizar diesel. El público de este proyecto fue esencialmente los transportistas que utilizaban los terminales de distribución de las once refinerías de Petrobras, ubicadas en prácticamente todas las regiones del país pero más concentradas en el Centro-Sur. Según los resultados informados por el CONPET, entre 2003 y 2008 fueran realizadas 7.189 evaluaciones, en los camiones de 400 empresas. El 32% de estas evaluaciones se presentaba fuera de las especificaciones, estimándose que el posterior ajuste de esos motores permitió economizar anualmente 17 millones de litros de diesel (CONPET, 2012).

El Projeto EconomizAR fue criado en 1996 y ofreció apoyo técnico gratuito à empresas y propietarios de vehículos de transporte en carretera (cargas y pasajeros), buscando racionalizar o consumo de diesel e promover una mejora en la cualidad del aire. Fue un programa de amplitud nacional, implementado mediante un convenio entre la Petrobras (como responsable por el CONPET), el Ministério de Minas e Energia, el Ministério dos Transportes y la Confederação Nacional do Transporte (CNT). Los principales resultados, considerando el periodo (1996-2005) fueran: 1.750 empresas participantes, 48 unidades móviles de evaluación (generalmente estacionadas por algunas semanas en estaciones de servicio de grande movimiento, ubicadas estratégicamente a lo largo de las principales carreteras) con 120.000 evaluaciones realizadas en 98.000 vehículos (buses y camiones).

Para complementar y apoyar las evaluaciones de los vehículos, las estaciones disponían también de una sala anexa donde los conductores de los vehículos tenían acceso a información técnica en forma de materiales impresos o por medio de videos sobre como racionalizar el uso del combustible, mientras esperan el resultado del diagnóstico de su vehículo. En términos energéticos se estimó un ahorro total anual de 252 millones de litros de diesel, significando no emitir cerca de 700 mil toneladas de CO_2 por año (CONPET, 2012).

Lamentablemente esos programas fueran descontinuados y el CONPET se encuentra actualmente en un proceso de revisión de sus acciones en este campo. No obstante, este programa permanece activo en el programa de etiquetado vehicular, conforme se comenta más adelante.

c) Evaluación de los impactos del entrenamiento de conductores (Brasil)

La empresa municipal de limpieza pública de Rio de Janeiro, con suporte de la Universidade Federal do Rio de Janeiro e del SENAT, desarrolló en los primeros meses de 2013 el Proyecto COMLURB Eco-driving, un estudio para estimar el impacto energético de un programa de entrenamiento de conductores de camiones de coleta domiciliar de basura y de transporte a las estaciones de tratamiento de residuos. Fue realizado un detallado planeamiento, con selección de 21 conductores y 11 camiones, en bases estadísticamente representativas, con los conductores designados utilizando siempre los mismos camiones en las mismas rutas (D'Agosto, 2013).

Fueran realizadas mediciones de consumo en los camiones antes y luego del programa de capacitación, desarrollado en dos fases: capacitación básica, con 5 horas de clases teóricas y 3 horas de clases prácticas, y un programa de discusión y valorización profesional, buscando motivar los

conductores hacia el uso eficiente de combustible en su día a día, y darles oportunidad para comentar y sugerir procedimientos de mantenimiento y condiciones de trabajo. En la fase de discusión y motivación se conto con la participación de gerentes y directivos de la empresa.

Los resultados de este estudio son interesantes. Para los camiones compactadores se observó un sorprendente incremento de 7,7% en el consumo promedio, que pasó de 1,42 km/litro de diesel para 1,31 km/litro, con una marcada reducción de la dispersión, asociada a una reducción en el consumo de los vehículos menos eficientes antes de la adopción del programa. Para los camiones de transferencia de basura, se constató una reducción de 13,0%, pasando de 1,73 km/litro para 1,96 km/litro (D'Agosto, 2013).

Según los responsables por eso estudio, hay una expectativa de que la continuidad de los programa de entrenamiento promueva un ahorro en todos los tipos de camiones. De toda manera, estos resultados indican la importancia de un cuidadoso planeamiento, el potencial y las limitaciones de los programas de entrenamiento de conductores.

d) Proyecto Transporte Limpio (México)

La Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT), en cooperación con la Secretaria de Ciencia y Tecnología, desarrolla desde 2007 el Programa Transporte Limpio, dedicado a promover en todo el país 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) y las empresas usuarias de servicio de carga, que podrán actuar incrementando la demanda de servicios ambientalmente más bien calificados de transporte. Así, el beneficio energético es solo una de las varias ventajas proporcionadas pela promoción de la eficiencia.

En el cuadro siguiente se presentan las medidas promovidas y correspondientes potenciales en ahorro energético, involucrando estrategias relacionadas al comportamiento de los conductores y medidas de mantenimiento, y medidas de carácter tecnológico (SEMARNAT, 2013).

CUADRO 24
MEDIDAS ADOPTADAS E IMPACTOS ENERGÉTICOS ESPERADOS EN EL PROGRAMA TRANSPORTE LIMPIO

Medidas	Ahorro potencial de combustible
Estrategias de uso y manejo	
Entrenamiento de operadores en conducción técnica-económica	10 - 30%
Regulación de la velocidad máxima	5 - 10%
Reducir la operación desnecesaria del motor	mínimo 5%
Selección y especificación vehicular	variable hasta 30%
Mantenimiento	7 - 15%
Control de combustible	mínimo 5%
Medidas de orden tecnológicas	
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 actúa brindando apoyo a las empresas interesadas de cuatro maneras complementarias:

- Proporcionando asistencia técnica, incluyendo capacitación de operadores y orientando empresarios;
- Incrementando la disponibilidad de tecnologías eficientes, mediante enlace con los proveedores;
- Reduciendo costos de equipos importados, resultado de un acuerdo entre las Secretarias de Economía y Medio Ambiente y Recursos Naturales para importación de equipos anticontaminantes con arancel cero;
- Evaluando las actividades y informando resultados, con un reconocimiento anual y una página web del programa.

Para su implementación y operación, el Programa Transporte Limpio tomó como referencia el Modelo Fleet, desarrollado por la Environmental Protection Agency de los EUA en el contexto del Smart Way Transport Partnership (EPA, 2013), comprendiendo las siguientes fases: 1) los interesados (empresas) envían una carta de adhesión, 2) los interesados llenan una cuestionario, 3) con base en el cuestionario la SEMARNAT evalúa la situación de la empresa, utilizando un modelo de desempeño ambiental, similar al Modelo Fleet, 4) los interesados elaboran un plan de acción a tres años, y 5) anualmente, los interesados elaboran un informe de avances y resultados (SEMARNAT, 2013).

En fines de 2011 se contabilizaban 118 empresas participantes de este programa, involucrando un total de 16.561 camiones en servicio. Las emisiones anuales de CO_2 de esta flotilla de vehículos en 2011, operando en las condiciones de referencia (línea base), serian de 2.259,4 mil toneladas, mientras para las condiciones mejoradas, esas emisiones son estimadas en 1.663,2 toneladas, significando una reducción de 596,2 mil toneladas de CO_2, o sea, una reducción de 26,4% en esas emisiones, resultado de u ahorro similar de combustible (SEMARNAT, 2013).

En el Programa Transporte Limpio se considera que la promoción de la conducción técnico-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 o conductor hace habitualmente con medición de consumo, luego se le presenta la teoría de la conducción técnico-económica, y se realiza una nueva de medición de consumo, en el mismo recorrido, pero aplicando los conceptos de manejo enseñados. En el Programa Transporte Limpio fueran impartidos 21 cursos de conducción técnico-económica, capacitando a más de 300 personas de 90 empresas, logrando ahorros de combustibles entre el 6 y el 50% (SEMARNAT, 2013).

Entre los próximos pasos hacia la expansión y consolidación del programa, se plantea adaptar para las condiciones mexicanas el Modelo Fleet para estimativa del ahorro de energía en transporte, ofrecer este modelo de evaluación para uso on-line, reforzar los recursos de comunicación, crear un sello verde para transporte (distinguiendo las empresas menos contaminantes), desarrollar mejor la componente urbana e involucrar los gobiernos estatales, y crear una red de capacitadores en conducción técnico-económica a nivel nacional.

e) Programas de promoción de tecnologías vehiculares eficientes

Mientras los programas de entrenamiento de conductores buscan cambiar posturas e comportamientos, los programas de promoción de las tecnologías vehiculares más eficientes pueden alcanzar resultados con bajo envolvimiento de los conductores. Por otro lado, esos programas típicamente son más costosos, sea para desarrollar las tecnologías más eficientes, sea para introducirlas, lo que puede requerir mecanismos de promoción y mercadeo, inclusive mediante la definición de alícuotas de tributos que tengan en cuenta tales aspectos.

f) Programas de etiquetado vehicular y normas de desempeño (Brasil, Chile y México)

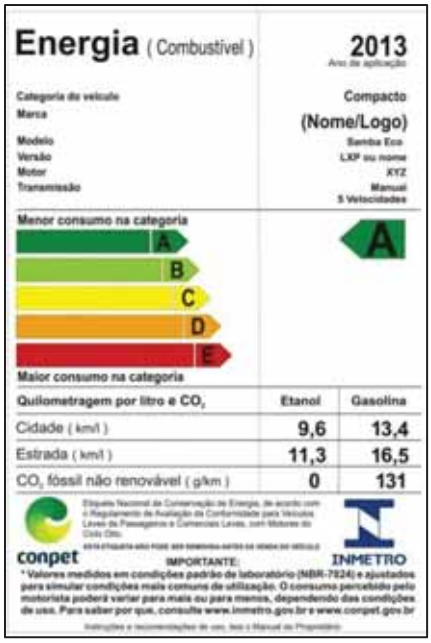
Siguiendo los buenos resultados alcanzados con los programas de etiquetado con datos de eficiencia ampliamente adoptados para electrodomésticos, hace algunos años se introdujeran en los EUA y los países europeos el etiquetado de vehículos automotores livianos y más recientemente de vehículos pesados. La experiencia latinoamericana es todavía limitada, pero en algunos países existen iniciativas en esa dirección. Esos programas dependen fundamentalmente de una sistemática consolidada para evaluación y certificación de la eficiencia, cubriendo las diferentes categorías de vehículos y señalando de forma clara las opciones de mejor performance y sus implicaciones. Importante observar la clara articulación de esos programas de valorización de la eficiencia energética con los programas ambientales, enfocados en la reducción de las emisiones.

g) Programa Brasileño de Etiquetado Vehicular

El programa brasileño de etiquetado de productos eficientes fue creado en 1984, y se consolidó como elemento de orientación de los consumidores e del mercado, pero por mucho tiempo se mantuve restricto a aparatos eléctricos, como heladeras y motores eléctricos. Solo en 2007 fueran introducidos etiquetas con informaciones sobre eficiencia energética para equipamientos consumidores de combustible como las cocinas y calentadores de agua a gas, en el marco de la cooperación entre el Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, INMETRO, y el CONPET, un programa del Ministério de Minas e Energia ya comentado. En caso de los vehículos automotores livianos, como resultado de estudios desarrollados iniciados en 2004 (CONPET, 2005) y luego de una demorada negociación para armonizar los procedimientos de ensayos y de clasificación de los vehículos de acuerdo con su desempeño energético, en 2008 fue lanzado en Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular, inicialmente en base voluntaria y desde 2012 de forma crecientemente obligatoria, con normativas para plena y total adopción por la industria automotriz en 2017. Participaran de su elaboración, por parte del gobierno, el INMETRO, el CONPET, la Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, ANP, el Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, IBAMA, la Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, CETESB y el Centro de Pesquisas Petrobras, CENPES, y todas la industria automotriz instalada en Brasil, directamente y mediante su unión, a través de la Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores, ANFAVEA, y la Associação Brasileira de Empresas Importadoras de Veículos Automotivos, ABEIVA.

La etiqueta adoptada en el programa brasileño, mostrada en la imagen 4, clasifica los vehículos de acuerdo con la eficiencia energética por categoría, de ‘A’ (más eficiente) hasta ‘E’ (menos eficiente), con valores de consumo determinados en condiciones de referencia para uso urbano o en carretera, y, dependiendo del modelo considerado, debe incluir los combustibles usuales, disponibles en las estaciones de servicio brasileñas: gasolina (con 22% de etanol), etanol hidratado puro y/o gas natural comprimido, este último de uso más restricto, para los vehículos producidos originalmente para este combustible.

IMAGEN 4
ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA VEHICULAR ADOPTADA EN BRASIL



Fuente: INMETRO, 2012.

Los valores de consumo son presentados de manera absoluta y comparativa, cotejando el vehículo con otros vehículos etiquetados de su categoría. Las categorías dependen del área proyectada sobre el suelo y pueden ser: subcompacto, compacto, medio y grande, y tipo deportivo, fuera-de-estrada, utilitario deportivo, minivan, comercial y comercial derivado de vehículo de pasajeros. Esa etiqueta fue evolucionando al largo de los últimos anos y incorporando más informaciones, como emisiones de CO_2 de origen fósil (las emisiones asociadas al etanol no son consideradas).

Los valores de consumo y demás datos para los vehículos evaluados están disponibles en las páginas Web de INMETRO y CONPET y son determinados de acuerdo a la Norma Técnica ABNT NBR 7024, similar a las normas norteamericanas, con pruebas en dinamómetro de rodillos, adonde el vehículo es sometido a ciclos de conducción urbana (Federal Test Procedure, FTP 75) y de carretera (Highway Driving Cycle). Estes ciclos de conducción, definen valores de velocidad y condición de operación. La carga en el dinamómetro es definida a través de su clase de inercia asociada a la masa en orden de marcha del vehículo. La calibración del dinamómetro debe estar de acuerdo con los Coeficientes de Fuerza Resistiva determinados en pista, conforme Norma Técnica ABNT NBR 10312, de manera a indicar correctamente toda la fuerza necesaria para la locomoción, como el arrastro aerodinámico, por ejemplo. Esos detalles indican como la implementación de etiquetas de desempeño requiere un base normativa consistente.

Los componentes adicionales u opcionales, como equipos de aire acondicionado que afecten el consumo energético y que tengan previsión de venta superior a 33% de las unidades comercializadas de un modelo, deben ser obligatoriamente considerados en el modelo evaluado. Para monitoreo de los valores de consumo de combustible presentados por los fabricantes, anualmente el INMETRO selecciona al acaso una unidad de cualquier vehículo de cada fabricante participante del programa de etiquetado y realiza los ensayos para evaluación de consumo, siendo aceptables valores de consumo superiores en hasta 10% que el consumo declarado.

En su cuarta edición, divulgada en 2012, el etiquetado con datos de la eficiencia vehicular en Brasil cuenta con la participación de ocho fabricantes: Fiat, Ford, Honda, Kia, Peugeot, Renault, Toyota e Volkswagen, involucrando 157 versiones de 105 modelos de vehículos, que corresponden a

55% de las ventas de la industria automotriz en el mercado nacional. De acuerdo a la legislación vigente en los próximos cinco anos todos los vehículos y modelos deben ser etiquetados.

IMAGEN 5
ESTAMPILLA DE ENDOSO SELO CONPET, APLICADO EN LOS MEJORES VEHÍCULOS DE CADA CATEGORÍA EN BRASIL

Fuente: CONPET, 2012.

Como un complemento a la etiqueta, se aplica una estampilla adicional en los modelos más bien clasificados el Selo CONPET, mostrado en la imagen, que endosa las informaciones de la etiqueta y llama la atención de los consumidores para los mejores vehículos de cada categoría (CONPET, 2012). También como un complemento al etiquetado de vehículos livianos, se encuentra en fase de implementación por el INMETRO y CONPET un programa de etiquetado de neumáticos, enfocado en evaluar esos componentes por su contribución a la eficiencia energética (por su resistencia al rodamiento más baja) y la seguridad de los vehículos que los utilizan, y etiquetado de vehículos pesados, como camiones.

h) Programa Chileno de Etiquetado Vehicular

En 2010 por iniciativa de los ministerios de Energía, Transportes y Telecomunicaciones y Medio Ambiente, en conjunto con ANAC, Asociación Nacional Automotriz de Chile, una agrupación gremial de los representantes de las marcas automotrices presentes en el mercado chileno, fue lanzado el programa de etiquetado de vehículos livianos, con peso menor a 2.700 kg y que hayan sido homologados a partir de enero de 2008. A partir de septiembre de 2012 esa etiqueta, presentada en la siguiente imagen, pasó a ser utilizada en forma voluntaria y desde febrero de 2013 debe ser aplicada de forma obligatoria.

La etiqueta adoptada en Chile aporta informaciones sobre el consumo de combustible en ciudad, carretera y mixto, expresado en km/litro; y las emisiones de CO_2, expresadas en g/km. Esas informaciones son proporcionadas por el Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV), del Ministerio de Transporte, determinadas en conformidad con el proceso de homologación del vehículo a través de pruebas de laboratorio realizadas bajo determinadas condiciones de conducción. De acuerdo con la legislación esa etiqueta debe ser pegada en el parabrisas del vehículo que está en exhibición en los salones de venta y mantenerse siempre visible para el público. Si el vehículo no está en exhibición, pero sí está siendo ofrecido para su venta, la etiqueta deberá estar disponible en impresos o volantes, en lugares donde puedan ser vistos por el público (ME, 2012).

IMAGEN 6
ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA VEHICULAR ADOPTADA EN CHILE

Fuente: ME, 2013.

En la etiqueta se resalga que se trata de consumo referencial, pues el desempeño energético efectivamente obtenido por cada conductor depende de sus hábitos de conducción y de la frecuencia con la que realiza la mantención de su vehículo. También influyen en el rendimiento del vehículo las condiciones ambientales y geográficas. En la página Web de este programa se presenta un "comparador de vehículos", que permite cotejar el consumo de diferentes modelos y que puede ser consultado con auxilio de un código QR en la etiqueta (ME, 2013).

Como se trata de un programa empezado hace pocos meses no se cuenta todavía con resultados o indicadores, pero es interesante constatar que en ese programa el etiquetado es obligatorio desde su comienzo, lo que refuerza su potencial de promover cambios.

En México, el Programa Nacional para Aprovechamiento Sustentable de Energía 2009-2012, en que se reconoce que el sector de transporte presenta elevada diferencia entre las tecnologías predominantemente adoptadas y las tecnologías más eficientes disponibles, y define este sector como de alta prioridad, se propone dos estrategias con el objetivo de incrementar la eficiencia del parque vehicular: mejorar el rendimiento de los vehículos y mejorar las prácticas de uso de los vehículos, con potencial para alcanzar una reducción de consumo final de combustible para transporte entre 18 a 26% frente a los valores en la línea de base (Gobierno de México, 2009).

Bajo esas orientaciones, el gobierno mexicano promovió la preparación de un ante-proyecto de norma de rendimiento vehicular y emisiones, involucrando organizaciones gubernamentales y civiles, entre las que se encuentran la Secretaría de Economía, la Secretaria de Energía, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Secretaria de Comercio y Fomento Industrial, el Instituto Nacional de Ecología, la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, AMIA, y CTS-EMBARQ México (ONG mexicana actuante en movilidad, transporte público, desarrollo urbano, cambio climático y calidad del aire). Este ante-proyecto fue divulgado en mayo de 2012 y sometido a los tres Comités Consultivos Nacionales de Normalización: el de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el de Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos y el de Seguridad al Usuario, de Información Comercial y Prácticas de Comercio. De ese amplio proceso de discusión resultó un proyecto de norma de rendimiento de combustible y emisiones de CO_2 para vehículos ligeros nuevos (Gobierno de México, 2013), colocado en consulta pública en febrero de 2013. En

junio de 2013 fueran divulgados los comentarios recibidos y las correspondientes respuestas presentadas por las entidades responsables, de manera que esa norma se encuentra en su fase final de discusión y aprobación.

Empleando una normativa de evaluación y homologación similar a la norma regulatoria Corporate Average Fuel Economy, CAFE, adoptada en los Estados Unidos en 1975, la norma mexicana establece los valores y parámetros para el cálculo de la meta de emisiones de CO_2 aplicable a cada corporativo (fabricante o importador) que comercialice vehículos ligeros nuevos para los años modelo desde 2014 hasta 2016. La metodología de cálculo está homologada con la regulación americana de la siguiente manera:

- Establece promedios ponderados por ventas para cada corporativo con base en el atributo de sombra (tamaño del vehículo),
- Define objetivos independientes para dos categorías, vehículos de pasajeros y camionetas ligeras,
- Utiliza las fórmulas "CAFE" para definir las proyecciones en emisiones de CO_2 y su equivalente en rendimiento de combustible, y
- Incluye las siguientes flexibilidades: mecanismos de generación de créditos (por ejemplo mediante la utilización de equipos mejorados de aire acondicionado), acumulación de los mismos durante 2014 a 2016, intercambio de créditos entre categorías de vehículos y armadoras,
- Incluye un esquema de metas alternativas para compañías de nicho, de baja producción o dedicadas a la exportación.

En esa norma se presenta como meta para la flota de vehículos nuevos un consumo promedio de 14,6 km/litro en el año 2016. Como en 2011 el consumo promedio de la flota de vehículos ligeros nuevos comercializados fue de 13,1 km/litro, tal meta implica en reducir las emisiones específicas en cerca de 11% a lo largo de cinco años. Se espera que esa norma proporcione una reducción del consumo de 35 millones de litros de combustible por año, lo que implica en dejar de emitir anualmente 13,2 millones toneladas de CO_2 y aportar significativos beneficios para la salud pública por reducción de la contaminación (ICCT, 2013).

Es importante constatar que el incremento de la eficiencia vehicular tiene su costo. Particularmente en el caso del programa mexicano, se estima que el precio promedio de los vehículos podrá incrementarse para 2014 en 4,7% por la entrada en vigor de la Norma 163 de eficiencia energética y rendimiento de combustible, según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y de acuerdo con la Comisión Federal de Mejora Regulatoria debido a la implementación de esta norma el precio de los autos subcompactos se elevaría 6,30%; los compactos, 3,80%; los de lujo, 2,58% y los deportivos, 2,66%, mientras las camionetas de uso múltiple elevarían su precio 3.6 por ciento, y las ligeras, 5,23% (Reforma, 2013). Sin embargo, estas elevaciones muy probablemente serán compensadas por el ahorro de combustible en el uso de los vehículos.

Las características más importantes de los programas actualmente existentes para promover eficiencia en vehículos livianos en América Latina son sintetizadas en el siguiente cuadro.

CUADRO 25
PROGRAMAS DE VALORIZACIÓN DE LA EFICIENCIA VEHICULAR EN AMÉRICA LATINA

País	Inicio	Abordaje	Carácter mandatorio	Motivación
Brasil	2008	Etiqueta	Progresivo	Energía y medio ambiente
Chile	2010	Etiqueta	Desde comienzo	Energía y medio ambiente
México	2012	Meta por empresa	No definido	Energía y medio ambiente

Fuente: Elaboración propia.

i) Tributación en función de la adopción de tecnologías eficientes

Una manera de inducir la adopción de tecnologías eficientes es mediante la tributación diferenciada, adoptada en algunos países, en los cuales se carga de forma más elevada los vehículos de gran potencia y por lo tanto generalmente menos eficientes. Además de esa tributación diferencial, es posible promover la eficiencia estableciendo una estructura tributaria con descuentos en función del cumplimento de metas de desempeño, como en programa InovarAuto, implementado en Brasil en mayo de 2013.

La industria automotriz es un importante elemento de la economía brasileña, con una diversificada base de fabricantes (empresas terminales) y marcas y una amplia cadena de producción de partes y servicios. En 2000 habían 15 diferentes fabricantes, actualmente son 49, de origen norteamericana, europea y asiática, que produjeran en los últimos años más de 2,6 millones de vehículos por año. En ese contexto, debido a tributación más baja, se estimuló la venta de autos con menor potencia (vehículos con motores con menos de 1.000 cc o 1 litro de cilindrada) que entre 1990 y 2001 incrementaran su participación en el mercado desde menos 4% para 70%. Sin embargo, la posterior reducción de este estímulo y la promoción por la industria automotriz de modelos de más grande capacidad disminuyeran esta participación para alrededor de 40% en 2012 (Façanha, 2013).

Frente a esos hechos, se constató la posibilidad de estimular la introducción de tecnologías vehiculares más eficientes, de manera a promover la competitividad y el uso más racional de energía, y en septiembre de 2012 el gobierno brasileño promulgo la Ley 12.715 creando el Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores, Inova Auto, posteriormente reglamentada por los Decretos 7.819 y 8.015, buscando implementar innovaciones tecnológicas en la industria automotriz, principalmente relacionadas con el desempeño energético, en el período 2013-2017. Como estímulo para la adopción de esas innovaciones, fueran proporcionados descuentos de hasta 30% en el principal tributo sobre los vehículos nacionales e importados, el Imposto de Produtos Industrializados, IPI, aplicado de acuerdo con la Tabla 4. Por esa tabla es posible constatar que este programa esencialmente no disminuyó los impuestos vigentes en 2012, pero puse condiciones para su mantenimiento en los niveles originales.

CUADRO 26
ALÍCUOTAS DEL IMPOSTO DE PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS (IPI) APLICADAS SOBRE VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN BRASIL

Cilindrada del motor	IPI antes de 2012	IPI después de 2012
Menos que 1.000 cc	7%	37%
Entre 1.000 a 2.000 cc, etanol o flex-fuel	11%	41%
Entre 1.000 a 2.000 cc, gasolina	13%	43%
Más que 2.000 cc	25%	55%

Fuente: Elaboración propia, basado en Façanha, 2012.

Para que las empresas interesadas se habiliten a los beneficios del Inova Auto, deberán se comprometer con un conjunto de metas de productividad y eficiencia, y habilitarse junto al Ministerios del Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) y de la Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Las metas de eficiencia son progresivas, implicando en reducciones entre 12 y 19% del consumo vehicular, actualmente alrededor de 2,05 MJ/km, evaluado de acuerdo con la metodología ya presentada para el etiquetado vehicular en Brasil y considerando un promedio de los valores de consumo ponderado por peso de los vehículos comercializados en Brasil por la empresa habilitada, un abordaje similar al CAFE.

Las metas definidas por el Inovar Auto son compatibles con las metas europeas para 2015 (130 g de CO_2/km), adaptadas a Brasil tomando en cuenta las diferencias en la ciclo de conducción, combustible, y especificaciones de la carretera (ICCT, 2013). Esperase que la combinación de

instrumentos como el etiquetado y la tributación diferenciada de vehículos sea un factor decisivo hacia el incremento de la eficiencia en el parque automotor y consecuente reducción de las emisiones.

j) Evaluación del uso de carenados y faldones (spoilers) en camiones (Chile)

La reducción del arrastro aerodinámico, mediante la colocación de dispositivos aerodinámicos en camiones, incrementa la eficiencia en el transporte de carga. Un estudio hecho en Chile por el Centro Latinoamericano de Innovación en Logística (CLIL) de la Universidad Andrés Bello muestra que el uso de carenados y faldones puede generar un ahorro de hasta un 15% en el consumo de combustible en el transporte de carga carretero. Fueran probados cuatro combinaciones de dispositivos, compuestas por distintos tipos de carenados, que incluyeron, entre otras cosas, cúpulas sobre la cabina, carenados laterales en el tracto-camión y semirremolque y faldones. Los ahorros de combustible fueran estimados entre 12%, para el caso básico, y 16% para el caso más completo, cuya adopción podría significar una economía anual de la orden de 9.944 litros de combustible por camión, con una recuperación de la inversión al cabo de 8 a 11 meses (Contreras, 2013).

Un resultado interesante de este estudio fue el establecimiento de un protocolo de pruebas estandarizado para Chile, para medir de forma rigurosa el potencial de ahorro de combustible de elementos aerodinámicos, neumáticos, tipo y diseño de cabinas y semirremolques, lubricantes, etc., y asimismo desarrollar la norma chilena NCh3331 "Método de ensayo para la determinación del consumo de combustible para vehículos de transporte terrestre", en el Instituto Nacional de Normalización – INN.

2. Resumen de los programas de promoción de eficiencia en el transporte

En la tabla abajo son presentados los elementos principales de los programas presentados en este trabajo.

CUADRO 27
SÍNTESIS DE LOS PROGRAMAS ESTUDIADOS PARA PROMOCIÓN DE LA EFICIENCIA EN EL TRANSPORTE EN AMÉRICA LATINA

Programa	Institución responsable	Impacto estimado
Programas de inspección y entrenamiento de conductores		
Programa entrenamiento e información de conductores	SEST/SENAT (Brasil)	Aprox. 14% de ahorro energético por conductor entrenado
Programas para el ahorro de combustibles en transportistas	CONPET (Brasil)	Ahorro anual de 252 millones de litros de diesel (2012)
Evaluación de los impactos del entrenamiento de conductores	COMLURB (Brasil)	Ahorro de hasta 13%
Proyecto Transporte Limpio	SEMARNAT (México)	Ahorro de 26,4% en el consumo de combustible
Programas de promoción de tecnologías vehiculares eficientes		
Programas de etiquetado vehicular y normas de desempeño	Instituciones de Brasil, Chile y México	Para méxico se estima un ahorro de 35 millones de litros combustible por año, no hay evaluaciones para brasil y chile
Tributación en función de la adopción de tecnologías eficientes	MDIC y MCTI (Brasil)	Entre 19 y 34% de ahorro de combustible
Evaluación del uso de carenados y faldones (spoilers) en camiones	CLIL (Chile)	Ahorros potenciales entre 12 a 16% del consumo de combustible

Fuente: Elaboración propia.

C. Perspectivas y condicionantes de los programas para la promoción de la eficiencia energética en movilidad en América Latina

Las actividades de fomento a la eficiencia energética en el sector de transporte son todavía limitadas y pueden expandir bastante en América Latina, adonde como visto el consumo sectorial es una de los componentes más importantes de la demanda energética. Además de ampliar sus acciones, es interesante buscar en la región latinoamericana una mejor articulación entre los programas de estímulo a la eficiencia y otros propósitos naturalmente alineados, como la reducción de emisiones (con valoración local y global de los beneficios), el desarrollo y la competitividad industrial, la seguridad del suministro energético, el desarrollo urbano, transporte público y la infraestructura vial.

Aun que en diversos casos se reconozca esa complementariedad, especialmente en aspectos ambientales, seguramente hay un amplio espacio para articulación de los temas energéticos y otros aspectos en la promoción de la eficiencia energética. Por ejemplo, los planes de desarrollo vial de las grandes ciudades de América Latina, al considerar el uso de vías exclusivas para buses (Sistemas BRT), promueven una mejora de la calidad del transporte en las grandes ciudades, al mismo tiempo en que las emisiones se reducen y por ende mejora la calidad del aire, el uso de vehículos privados tiende a disminuir y consecuentemente el consumo ineficiente de combustibles.

Luego de revisar brevemente algunos programas desarrollados o en desarrollo enfocando la eficiencia energética en actividades de transporte en países latinoamericanos, hay que hacer hincapié en la necesidad de que los usuarios sean siempre tomados en cuenta en los programas, pues será siempre del binomio tecnología y forma de uso que se puede promover la racionalidad energética. Las innovaciones, como por ejemplo los vehículos eléctricos, deben ser consideradas y efectivamente han recibido atención en muchos países, pero es esencial que sean analizadas desde un punto de vista integral, de forma a caracterizar bien sus ventajas y implicaciones.

Seguramente no será de una manera espontanea que la eficiencia energética del sector de transporte deberá incrementarse, siendo decisivo el rol del gobierno como ente formulador de estrategias e inductor de cambios. En línea con esa realidad, en el tópico anterior fueran presentados programas para promover el uso eficiente de combustible en el transporte en algunos países latinoamericanos, indicando la posibilidad de estimular la adopción de padrones de comportamiento adecuados y tecnologías más eficientes. Programas similares pueden y deben ser considerados para todos los países, sin embargo son esenciales condiciones y estructuras institucionales favorables, que permitan plantear, implementar y desarrollar tales iniciativas. Sin embargo, las condiciones actualmente vigentes de una manera general todavía no son las mejores, siendo necesarios ajustes relevantes y decisiones gubernamentales claras a favor del uso eficiente de la energía, bajo el interés de la sociedad.

Un detallado análisis desarrollada por CEPAL sobre la situación de los países de la región en cuanto a la promoción de la eficiencia energética identificó tres principales barreras (CEPAL, 2009):

- En muchos países, los cambios políticos han conducido a una incertidumbre generalizada sobre el contexto regulatorio en la que se desarrollan las acciones, demorando la factibilidad de las inversiones de largo plazo, tal como suelen ser las vinculadas a proyectos de Eficiencia Energetica.
- El hecho de que muchos de los países de la región son exportadores de energía y/o controlan el mercado de los servicios energéticos, quita, en muchos casos, incentivos a la reducción del consumo energético por medio de inversiones en eficiencia energética, desde el momento que la percepción de impuestos al consumo de energía representa una fuente de ingresos fiscales con muy bajo costo político.

- La interesante mezcla de energía limpia que consumen varios países de la región (gracias a la hidroelectricidad y a los biocombustibles) hace que las consideraciones referidas al impacto ambiental se sientan con menor intensidad.

No obstante esas dificultades, existen iniciativas hacia la promoción de la eficiencia energética en diversos países, cuya evaluación permitió sacar una gama de conclusiones que apuntan más en detalle los problemas que cumple superar (CEPAL, 2009):

- La situación de los programas, proyectos e iniciativas en eficiencia energética es muy diferente, dependiendo del país analizado. Las condiciones institucionales son decisivas.
- No es ni posible ni conveniente el copiar simplemente regulaciones de otros países. Las iniciativas deben ser diseñadas "a medida" para cada país.
- En varios países de la región, la falta de continuidad en las medidas de eficiencia energética ha sido crítica, con pérdida de equipos técnicos experimentados. De hecho, contar con expertos locales entrenados y capaces de manejar los programas nacionales de eficiencia energética requiere tiempo y esfuerzos continuos.
- En la mayoría de los países, no existen fuentes locales de financiamiento enfocadas específicamente en el apoyo a programas de eficiencia energética.
- Es evidente la dificultad en el monitoreo de los resultados de un programa de eficiencia energética y la introducción de indicadores de performance para el monitoreo de programas de eficiencia energética resulta ser un elemento clave en cada país de la región.
- La mera existencia de leyes o regulaciones que hagan obligatorio el uso eficiente de la energía no garantiza el éxito de un programa nacional de eficiencia energética.
- En muchos casos los programas nacionales de eficiencia energética aún dependen excesivamente del apoyo internacional, aunque la volatilidad de los precios de la energía está comenzando a disparar iniciativas e inversiones locales relacionadas a la eficiencia energética.
- Las barreras referidas a la falta de información al consumidor de energía son, a pesar de los numerosos estudios al respecto, todavía bastante altas.

Con referencia al marco institucional, aun que exista en diversos países de la región agencias o divisiones ministeriales encargadas de promover la eficiencia energética, su acción es casi siempre enfocada en usos finales de energía eléctrica, con reducida cobertura del sector de transporte. El contexto de este sector, diversificado en términos de modales y equipos, con varios tipos de usuarios y finalidades hace aún más desafiador la promoción de la eficiencia energética. Entre los problemas particulares que deben ser tomados en cuenta cabe mencionar: a) las estructuras de precios de los combustibles, bastante distorsionadas en algunos países, presentando reducida correlación entre los precios al consumidor y los costos reales de producción/importación dificultan ponderar adecuadamente los beneficios de la reducción de pérdidas de energía, b) las limitaciones para promoción de sistemas de transporte público más eficientes e de calidad casi imponen el uso de vehículos particulares, de baja eficiencia, c) la carencia de sistemas nacionales de laboratorios para evaluación de vehículos automotores y d) la participación relevante de vehículos usados importados en la flota de algunos países de la región latinoamericana.

Vale notar que la relativa ausencia de laboratorios equipados para evaluar la eficiencia energética puede de alguna manera ser compensada por evaluaciones directas de las emisiones de los vehículos, ya que hay una evidente correlación entre el desempeño energético y ambiental en el sector de transporte. Por ejemplo, estudios desarrollados para reducir las emisiones vehiculares en Colombia, considerando ajustes en las especificaciones de los combustibles, programas de inspección vehicular y

la adopción de vehículos más eficientes fornecen elementos importantes para acciones más enfocadas en el uso eficiente de energía (Instituto Aire Limpio, 2010).

La situación del sector de transporte en América Latina, en que conviven países vecinos con estructuras de consumo y problemáticas similares, crea condiciones especialmente propicias para que se promueva la cooperación en temas de eficiencia energética, en aspectos relacionados con el desarrollo de esquemas regulatorios, implementación y evaluación de programas y intercambio y capacitación de personal gestor de los programas. El monitoreo de resultados y evaluación de impactos de medidas de fomento a la eficiencia en sistemas de transporte es una área adonde la cooperación puede ser particularmente efectiva, por la necesidad de desarrollar y probar metodologías, definir indicadores y establecer comparaciones (CEPAL, 2010). En este sentido es interesante conocer hasta que punto los programas de entrenamiento y conducción económica son duraderos y como se puede consolidar los resultados alcanzados en corto plazo. Otra línea de posibles estudios está relacionada con los ciclos de conducción para la realidad latinoamericana, adonde el transito en las ciudades y carreteras presenta substanciales diferencias frente a la situación expresada en los ciclos actualmente utilizados, que permiten la comparación en bases homogéneas pero indican impactos posiblemente no muy adherentes à realidad.

La amplia y creciente disponibilidad de tecnologías innovadoras y eficientes, desde los vehículos híbridos (livianos y pesados), hasta los aceites lubricantes más avanzados y ahorradores de energía y los deflectores que reducen el arrastro aerodinámico de camiones, destaca la importancia de una permanente atención a posibilidad de promover su adopción, al mismo tiempo en que se debe valorizar el rol del comportamiento de los conductores, de los programas de mantenimiento y los estudios de optimización logística, que permiten utilizar correctamente las tecnologías existentes. Sin embargo, seguramente el ahorro energético más elevado en sistemas de transporte ocurre cuando se evita la necesidad de mover personas y bienes, por el uso de alternativas inteligentes con soporte de la informática, reorganización de las actividades y sistemas distribuidos de producción y uso de bienes, entre otras posibilidades.

Es interesante observar que la eficiencia energética, definida como la relación entre los efectos útiles y el consumo energético, independe de la capacidad de los vehículos, que puede ser excesiva frente a las condiciones normales de uso. Por ejemplo, un vehículo equipado con un motor exageradamente potente, aunque sea relativamente eficiente, presenta un consumo elevado para atender la finalidad esencial de transportar personas y bienes, en relación a las demás alternativas. La diseminada utilización de las SUV's (Sport Utilities Vehicles) para transporte individual o de pocos pasajeros en ciudades, con motores de gran potencia equipando vehículos relativamente pesados, es una forma de despilfarro energético difícilmente compensada por tecnologías eficientes.

El modelo de desarrollo predominante en América Latina, con intensa concentración de la población y las actividades económicas en grandes metrópolis, con un nivel de motorización individual creciente, enfrentando condiciones cada vez peores en la red vial, impone una reflexión sobre las alternativas posibles y más sostenibles, en que el transporte sea antes un factor de producción y bien estar, que permanente fuente de impactos al medio ambiente, desafíos para los planificadores y gastos elevados para la sociedad.

D. Potencial de impacto energético del incremento de la eficiencia energética en la movilidad

Concluyendo esa revisión de la situación y perspectivas para los programas de eficiencia energética en el sector de transporte en América Latina es interesante estimar cual puede ser la contribución de esos programas en términos de ahorro energético, considerando un escenario en que sean adoptadas medidas eficaces para el incremento de la eficiencia energética en movilidad. Esa estimativa se alinea con la iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4ALL), que propone doblar la eficiencia energética global hasta 2030 (UN, 2013).

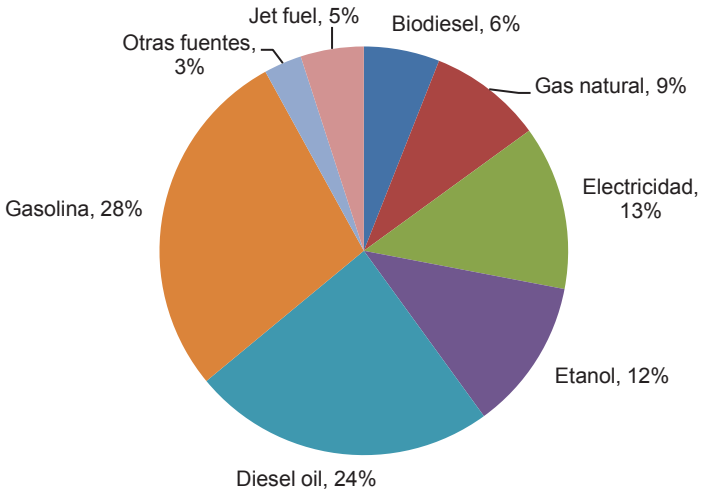
Con este propósito, una evaluación del potencial regional para promover la eficiencia energética en el sector de transporte fue desarrollada por la Organización Latinoamericana de Energía, simulando la adopción de medidas de fomento a la eficiencia energética en el sector de transporte al año de 2030. Este ejercicio fue desarrollado con auxilio del Modelo de Simulación y Análisis de la Matriz Energética, SAME, comparando un escenario proyectado a partir de las condiciones actuales (escenario de base) con un escenario simulado en el cual se consideraran las modificaciones resultantes de políticas especificas de desarrollo y posibles cambios tecnológicos (OLADE, 2013).

El escenario de base fue definido a partir de las condiciones observadas en 2011, el año más reciente para el Sistema de Información Económica Energética de OLADE dispone de información completa y validada. En este año el sector de transporte en América Latina presentó un consumo final de 211 millones de tep, el 35% del consumo final total de energía en la región. Para la proyección del consumo energético regional se adoptó una tasa promedio de crecimiento anual de 3.3% a partir de 2011, correspondiente a un incremento de los flujos del balance energético en un 85% durante el periodo 2011-2030, lo que coincide con la estimación presentada por la Agencia Internacional de Energía que prevé que la demanda de energía en la región latinoamericana podrá a duplicarse hasta el 2030 (IEA, 2012).

Una síntesis de los resultados es presentada en el siguiente gráfico, indicando que la introducción de tecnologías eficientes y el incremento del uso de vectores energéticos innovadores, como los biocombustibles y la electricidad, en el transporte podrá inducir a una relevante alteración de la matriz energética y reducir el consumo energético en 102 Mtep por año, con el escenario simulado demandando cerca de 26% menos energía que en el escenario proyectado.

En terminos de emisiones de impacto global, las emisiones anuales de CO_2 asociadas al transporte en 2030 podrán se reducir en 32%, pasando de 582,6 Mt CO_2e para 394,4 Mt CO_2e.

GRÁFICO 30
ESTRUCTURA Y DEMANDA FINAL DE ENERGÍA EN EL SECTOR TRANSPORTE DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE EN 2030
(Escenario proyectado: Consumo final 289 Mtep)



Fuente: Elaboración propia, adaptado de OLADE, 2013.

La magnitud y la factibilidad de un escenario más eficiente podría ser constatada retomando los valores de consumos y intensidades energéticas presentados en el inicio de este trabajo y asumiendo que sean alcanzados los niveles más bajos observados. Sin embargo este tipo de evaluación impone cautela pues las expresivas variaciones observadas entre los diferentes países o para un mismo

país al largo del tiempo puede ser el resultado de cambios de orden económico, sin nexo con la eficiencia propiamente dicha.

Los resultados más consistentes y efectivos de promoción de la eficiencia energética en el sector de transporte resultaran más seguramente de cambios tecnológicos bien conducidos, incluyendo equipos, sistemas logísticos, infraestructuras viales, etc. y padrones de uso y mantenimiento más racionales.

VII. Eficiencia energética en opciones de movilidad internacionales entre Buenos Aires, Argentina y Montevideo, Uruguay

A. Introducción

Actualmente alrededor del 80% de la población latinoamericana vive en centros urbanos y se proyecta que alcance el 90% en las próximas décadas. Casi 60 ciudades en LAC tienen más que un millón de habitantes, incluyendo cuatro "mega ciudades" (con más de 10 millones) y 23 con más de 2 millones de residentes, todas ellas con un promedio de crecimiento poblacional superior a la media de sus respectivos países (OMU, Observatorio de Movilidad Urbana para América Latina, 2010).

Este capítulo se centra en el análisis de consumo de energía y patrones de movilidad de pasajeros y bienes entre la dos capitales de Argentina y Uruguay - Buenos Aires y Montevideo.

B. Contexto socioeconómico e información general de movilidad

Argentina y Uruguay comparten 495 km de frontera. Las capitales, Buenos Aires y Montevideo, se localizan en las costas occidental y nortina del Río de la Plata.

En término de características socioeconómicas, las ciudades de Montevideo y Buenos Aires son importantes en cuanto a dimensiones, siendo Buenos Aires la más grande y Montevideo la más pequeña entre las 15 áreas metropolitanas analizadas por el Observatorio de Movilidad urbana para América Latina, OMU, 2010.

CUADRO 28
CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS, 2007

Área metropolitana	Total area metropolitana			Area urbanizada		
	Área [km^2]	Población [habitantes]	Densidad de población [inhabit./km^2]	Area [km2]	Población [habitantes]	Densidad de población [inhabit./km^2]
Buenos Aires	16 770	13 267 181	791	3 883	13 156 404	3 388
Montevideo	529	1 325 968	2 507	196	1 273 934	6 509

Fuente: Elaboración propia, adaptado de OMU, 2010.
Nota: Última información disponible de OMU –omu.caf.com/(accessed Juanuary2014).

En ambos casos la prioridad dada al medio de transporte público y vialidad peatonal es relativamente baja, considerando que Buenos Aires y Montevideo tienen 44.994 y 3.011 km de calles respectivamente, y sólo en muy pocos kilómetros se da prioridad al transporte público y peatonal.

CUADRO 29
CARRILES PRIORITARIOS, 2007

Área metropolitana	Carriles con prioridad para el transporte público [km]	Carriles con prioridad para peatones [km]
Buenos Aires	16	5,4
Montevideo	0	1

Fuente: Elaboración propia, adaptado de OMU, 2010.
Nota: Última información disponible de OMU –omu.caf.com/(accessed Juanuary2014).

Independientemente a los carriles reservados, el transporte público ofrecido en ambas ciudades se basa principalmente en los autobuses, aunque Buenos Aires complementa sus opciones con el ferrocarril, metro y tranvía. La edad promedio de la flota de autobuses de Buenos Aires es de diez años o menos, pero los vagones de ferrocarril y locomotoras tienen alrededor de 40 años de edad. La edad media de la flota de autobuses de Montevideo es sobre los 18 años.

CUADRO 30
TRANSPORTE PÚBLICO OFRECIDO, 2007

Área metropolitana	Transporte público sobre ruedas					Transporte público en ferroviarios		
	Vans	Microbus	Minibus	Bus estándar	Bus articulado	Ferrocarril	Metro	Tram
Buenos Aires	401	0	496	15 585	0	1 207	447	12
Montevideo	0	43	0	1 435	2	2	0	0

Fuente: Elaboración propia, adaptado de OMU, 2010.
Nota: Última información disponible de OMU –omu.caf.com/(accessed Juanuary2014).

CUADRO 31
PROMEDIO DE EDAD DEL TRANSPORTE PÚBLICO, 2007

Área metropolitana	Transporte público sobre ruedas					Ferroviarios		
	Vans	Microbus	Minibus	Bus estándar	Bus articulado	Ferrocarril	Metro	Tram
Buenos Aires	3,6	0	7,2	10,3	0	40	43	16
Montevideo	0	18	20	n.a.	n.a.	n.a.	0	0

Fuente: Elaboración propia, adaptado de OMU, 2014.

Buenos Aires presenta una mayor tasa de motorización en los coches, en comparación a Montevideo, sin embargo, en ésta última el número de motocicleta per cápita es más alto. La ciudad de Buenos Aires tiene una de las tasas de motorización más altas dentro de las 15 áreas metropolitanas analizadas por el Observatorio de Movilidad Urbana en América Latina, y Montevideo una de las más bajas. (OMU, 2010).

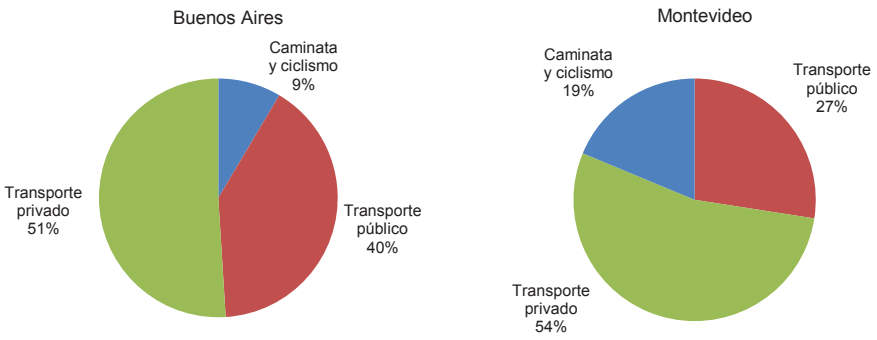
CUADRO 32
TASA DE MOTORIZACIÓN DE TRANSPORTE PRIVADO, 2007

Área metropolitana	Autos	Motocicletas	Autos/1 000 habit.	Moto/1 000 habit.
Buenos Aires	4 285 312	470 000	320	40
Montevideo	210 004	75 500	160	60

Fuente: Elaboración propia, adaptado de OMU, 2014.
Nota: Última información disponible en OMU- omu.caf.com/ (accessed January 2014).

La distribución modal de los viajes diarios en las dos ciudades (véase el gráfico siguiente) revela que existe una preferencia en Buenos Aires por el transporte motorizado[55] individual y por el transporte público en Montevideo. Con 3,1 pkm el transporte público urbano (autobús) en Montevideo muestra una productividad más alta que en otras ciudades de América Latina (BID, 2011). En comparación, los costos de utilizar el vehículo particular en Montevideo están alrededor de US$438 por persona por año, mientras que el costo de utilizar el transporte público llega a US$106 por persona al año, una cantidad significativamente menor. Desde el año 2003 la demanda de transporte público ha ido en aumento, ya que el precio para el transporte público se redujo significativamente en esa fecha.

GRÁFICO 31
MODO DE DISTRIBUCIÓN DE VIAJES DIARIOS EN BUENOS AIRES Y MONTEVIDEO, 2007

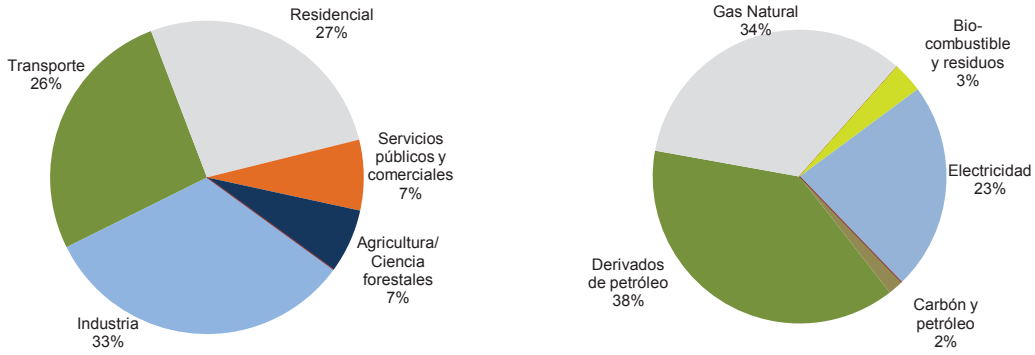


Fuente: Elaboración propia, adaptado de OMU, 2014.
Nota: Última información disponible en OMU - omu.caf.com/ (accessed January 2014).

[55] Incluye automóviles, motocicletas, taxis y bicicletas.

Con el fin de entender las cuotas y las diferencias en el consumo de energía de cada uno de los medios disponibles, las figuras reportan el total de consumo final de energía por sector y fuente de energía en ambos países. En general, el sector de la industria consume la mayor parte de la energía, seguido inmediatamente por el sector del transporte.

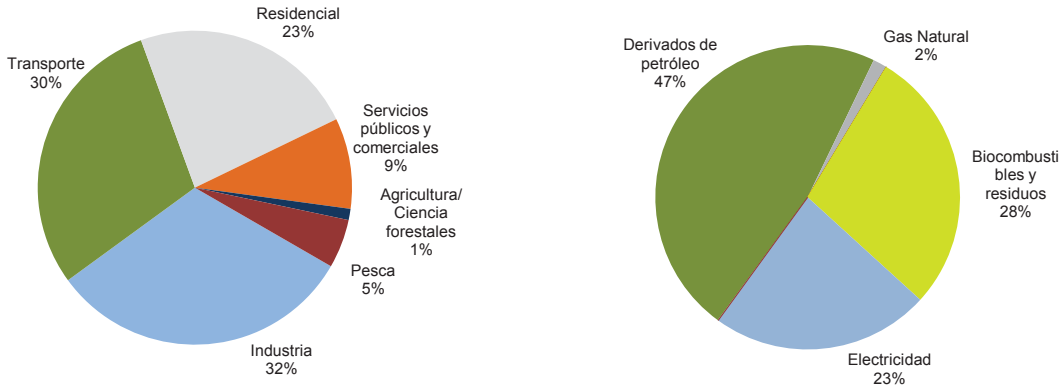
GRÁFICO 32
CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA POR SECTOR (IZQUIERDO) Y FUENTES DE ENERGÍA (DERECHO) EN ARGENTINA, 2009



Fuente: Elaboración propia, basado en AIE, 2013.

En Argentina, las fuentes más importantes de energía son productos derivados del petróleo y gas natural, seguido de la electricidad y una menor participación de los biocombustibles, el carbón y el petróleo. El sector del transporte depende en un 80% en productos derivados del petróleo y el 19% en el gas natural. La electricidad y los biocombustibles son el 1% restante y se utiliza como fuente de energía (AIE, 2013). La matriz de importación de materias primas energéticas incluye gas natural (39%), productos derivados del petróleo (24%), carbón y coque de petróleo (22%) y electricidad (14%) (AIE, 2012).

GRÁFICO 33
CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA POR SECTOR (IZQUIERDO) Y FUENTES DE ENERGÍA (DERECHO) EN URUGUAY, 2009

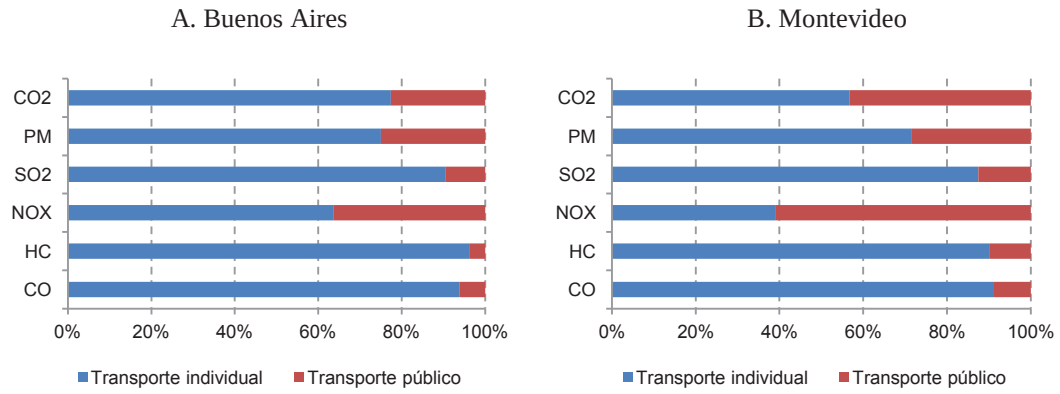


Fuente: Elaboración propia, basado en AIE, 2013.

En Uruguay los productos del petróleo son la principal fuente de energía en el país, seguido por participación similar de biocombustibles y electricidad. El sector del transporte es 100% basado en el uso de productos derivados del petróleo. La principal participación de importaciones de materias primas de energía son el petróleo crudo (60%), productos derivados del petróleo (34%) y la electricidad y el gas natural (con 4% y 2%, respectivamente) (AIE, 2012).

En ambas ciudades, las emisiones del sector del transporte derivan predominantemente desde el transporte motorizado individual. NOX es una excepción, ya que es emitido principalmente por el transporte público de Montevideo y Buenos Aires.

GRÁFICO 34
EMISIONES COMPARATIVAS DEL TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO DIARIO, 2007



Fuente: Elaboración propia, adaptado de OMU, 2010).
Nota: Última información disponible en OMU - omu.caf.com/ (accessed January 2014).

El G-20 ha puesto de relieve los numerosos impactos climáticos negativos de las subvenciones a los combustibles fósiles y, conectando los subsidios al cambio climático, un informe reciente del Fondo Monetario Internacional (FMI) ha dicho, "los subsidios a los combustibles fósiles (para los consumidores) son casi siempre una mala política , incluso sin considerar el aumento de las emisiones que causan y, en general, hay mejores formas de ayudar a los pobres "(Whitley, 2013).

Argentina, como parte de los países del G-20, se ha comprometido a racionalizar y eliminar subsidios al combustible ineficiente en el mediano plazo, porque los subsidios a los combustibles "fomentan el consumo derrochador, distorsionan los mercados, impiden la inversión en fuentes de energías limpias y socavan los esfuerzos para hacer frente al cambio climático"[56]. En 2012 los subsidios de energía se redujeron para los usuarios comerciales (bancos, compañías de seguros, casinos, operadores de aeropuertos, etc.) y para los residentes de varios barrios ricos de la ciudad de Buenos Aires. El 14 de febrero de 2012, Argentina abolió los subsidios a los combustibles fósiles para el transporte público urbano y suburbano. Al mismo tiempo, Argentina continúa con sus planes de expansión de la red de gaseoductos para gas natural para reducir su dependencia de las fuentes de energía de gas menos eficaces, tales como cilindros de gas butano. En Uruguay se tomó una decisión con respecto a los subsidios de combustible de avión, como parte de una política nacional de aeronáutica. Actualmente, el país cuenta con un subsidio de combustible para las empresas de transporte de pasajeros.

El análisis anterior revela al sector del transporte como uno de los principales consumidores de energía en Argentina y Uruguay. Las siguientes secciones presentan un análisis detallado y la comparación de los patrones de consumo de energía y de movilidad de pasajeros y mercancías entre Buenos Aires y Montevideo, para cada uno de los medios de transporte. Los datos proceden de fuentes oficiales disponibles o, si se basan en cálculos propios, utilizando la documentación nacional o en referencia.

[56] En la declaración de líderes del G20: Cumbre de Pittsburgh Summit, G20 Centro de Información (Toronto) 24-25 Septiembre 2009. http://www.g20.utoronto.ca/2009/2009communique0925.htm .

C. Opciones de movilidad y análisis comparativo

Esta sección analiza las opciones disponibles entre Buenos Aires y Montevideo. Los pasajeros tienen las siguientes opciones de traslado entre Bueno Aires y Montevideo:

- El transporte por carretera comprende vehículos privados (automóviles y motocicletas) y transporte público. En el caso del transporte privado, los usuarios pueden llegar a Buenos Aires y Montevideo con su coche privado/moto, eligiendo uno de los tres pasos fronterizos entre los dos países y a través de las carreteras pavimentadas nacionales. También hay 4 empresas de transporte público que prestan servicio diario de bus en la ruta entre las dos ciudades, con flota de vehículos modernos que ofrecen comodidad para sus pasajeros;
- El transporte marítimo desde Buenos Aires (Terminal Dársena Norte) y Montevideo (Terminal Montevideo) es ofrecido por Buquebus con conexiones diarias entre los dos puertos. La mayoría de estos barcos también tienen la capacidad de transporte de vehículos privados;
- El transporte aéreo entre las ciudades se hace a través de dos aeropuertos en Buenos Aires: Aeropuerto Internacional de Ezeiza "Ministro Pistarini" (situada unos 34 km a las afueras de Buenos Aires) y Aeroparque Internacional "Jorge Newbery" (ubicado en el centro de Buenos Aires). Ambos aeropuertos tienen conexiones con el Aeropuerto Internacional de Carrasco, en Montevideo (unos 19 km a las afueras de Montevideo) en base diaria;
- El transporte por ferrocarril no es una opción en este momento, ya que el servicio ha estado inactivo durante 30 años. En agosto de 2011, una primera etapa del sistema ferroviario se inauguró; la conexión de la ciudad de Pilar a 35 km de Buenos Aires, a Paso de los Toros en Uruguay, con un total de 813 km, cruzando la frontera en Salto Grande. El tren fue diseñado con una capacidad de 140 pasajeros y un trayecto de ocho horas. La concesión del servicio se le dio a la empresa "Trenes de Buenos Aires". Sin embargo, desde el año pasado el servicio ya no está en funcionamiento, y no se indica fecha de reanudación.
- El transporte de carga incluye las siguientes posibilidades:
- El transporte por carretera es posible a través de los tres pasos fronterizos entre los dos países, que tienen un control integrado también para el transporte de carga;
- El transporte ferroviario también es posible, aunque sólo a través de los paso fronterizos de Concordia (Argentina) y Salto (Uruguay), donde existe un puente de ferrocarril. En Argentina, el servicio de transporte de carga por ferrocarril a Uruguay es ofrecido por la empresa privada América Latina Logística Mesopotámica. En Uruguay, la Administración de Ferrocarriles del Estado (AFE) es la entidad autónoma responsable del transporte ferroviario y el mantenimiento de la red ferroviaria uruguaya. Sin embargo, los datos del Instituto Nacional de Estadística de Argentina muestran que desde 2011 no hay un movimiento registrado de carga por ferrocarril entre Argentina y Uruguay;
- El transporte marítimo de carga entre el puerto de Buenos Aires y el de Montevideo, puede hacerse cruzando al Río de la Plata, una distancia de 128 millas náuticas;
- El transporte de carga aérea se puede hacer entre el Aeropuerto Internacional de Ezeiza "Ministro Pistarini" o el Aeroparque Internacional "Jorge Newbery" hacia el Aeropuerto Internacional de Carrasco, en Montevideo pero, no se ha encontrado ningún registro específico de los movimientos de carga entre estos aeropuertos.

Además, el transporte combinado para pasajeros y carga, está disponible a través del servicio de trasbordador (ferri):

- Los pasajeros pueden viajar entre Buenos Aires y Montevideo, con ferris Buquebus y los autobuses que hacen la conexión del terminal Tres Cruces en Montevideo, al Puerto de Colonia (182 km). Las compañías Colonia Express y SEACAT también conectan Buenos Aires y Montevideo a través de Colonia. Esta conexión también se puede hacer en ferri desde el puerto de Buenos Aires a Colonia y después en autobús hasta el terminal de Tres Cruces en Montevideo;
- Los movimientos de carga también se pueden hacer utilizando los transbordadores Ro-Ro (Roll-on/Roll-off) de Líneas Platenses que transporta camiones y otros vehículos y conectan directamente el puerto de Buenos Aires al terminal de Río de la Plata (terminal 1, 2 y 3), un sector exclusivo para estos servicios. Con el uso de este ferri, los camiones comienzan su viaje en Buenos Aires, arribando alrededor de 5 horas más tarde en el puerto de Juan Lacaze, siendo capaces de continuar después su viaje a Montevideo, evitando el tráfico por carretera en los ríos Paraná y Uruguay.

Como se ha mencionado anteriormente, las opciones de movilidad entre Montevideo y Buenos Aires, tanto para pasajeros como carga, son varias y presentan diferentes aspectos operacionales que son relevantes cuando se analiza el rendimiento y el consumo de energía de cada uno de los modos. Un aspecto es la distancia de viaje, ya que influye directamente en la duración del viaje y su costo.

CUADRO 33
DISTANCIA ENTRE BUENOS AIRES Y MONTEVIDEO, USANDO DIFERENTES MODOS DE TRANSPORTE

		Distancia [km]
Modo de transporte	Via Frontera/Puerto/Aeropuerto	Buenos Aires <-> Montevideo
Carretera		
	Puerto Unzué - Fray Bentos	538
	Colón - Paysandú	703
Transporte privado	Concordia - Salto	962
Transporte privado	Puerto Unzué - Fray Bentos	600
Ferroviario		
Flete	Concordia - Salto	1,12
Aéreo		
privado y flete	Ezeiza - Carrasco	282[a]
privado	Aeroparque - Carrasco	238[b]
Marítimo		
Tranporte privado y flete	Dársena Norte - Montevideo	237
Combined		
Transporte privado	Dársena Norte - Montevideo	232[c]
Transporte de flete	Rio de la Plata - Juan Lacaze	303[d]

Fuente: Elaboración propia.
Nota: Distancia considerada del centro de Buenos Aires al centro de Montevideo.
[a] Incluye distancias desde y hacia el aeropuerto.
[b] Incluye distancia desde y hacia el aeropuerto.
[c] Incluye distancia desde el terminal Tres Cruces hacia el puerto de Colonia.
[d] Incluye distancia desde Juan Lacaze hacia Montevideo.

Para ser capaz de estimar el consumo de energía de diferentes opciones de movilidad fue necesario revertir el método estadístico. En el caso del transporte por carretera, el consumo se estimó,

de acuerdo a la metodología EMEP/EEA[57] (antes conocida como EMEP/CORINAIR), lo que permitió también la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Por lo tanto, en general, el consumo de energía asociado a los modos de transporte puede ser estimado usando la siguiente fórmula:

$$\text{Energía}_{\text{consumida}} = \Sigma \text{ (Factor de consumo x Actividad)}$$

Emisiones de GEI serán calculados a través del uso de la siguiente ecuación:

$$\text{Emisión}_{\text{GHG}} = \Sigma \text{ (Factor de emisión}_{\text{combustible, GHG}} \text{ x Energía}_{\text{consumida, combustible}})$$

1. Transporte terrestre

a) Transporte privado

Movilidad de pasajeros y carga entre Buenos Aires y Montevideo se puede realizar usando tres pasos fronterizos entre Argentina y Uruguay, cada uno con diferentes longitudes y tiempos de viaje (Ver cuadro).

CUADRO 34
DISTANCIAS A LOS PASOS LIMÍTROFES ENTRE BUENOS AIRES Y MONTEVIDEO

O/D	Frontera	Distancia [km]	Frontera	Distancia [km]	O/D	Duración	Costo del combustible[a] [$/l]
Buenos Aires	Puerto Unzué	229	Fray Bentos	309	Montevideo	6 hours	Diesel: 1.54 USD Gasolina Super 95: 1.61 USD Gas: 1.14 USD
	Colón	324	Paysandú	379		7h45	GNC: 0.54 USD
	Concordia	464	Salto	498		10h45	Gasolina Super 95: 1,39 USD

Fuente: Elaboración propia, basado en información de las páginas Web de los gobiernos de Uruguay y Argentina, 2013 y ANCAP, 2013.
[a] Valores convertidos a USD al tipo de cambio del 5 de septiembre 2013.

Teniendo en cuenta los diferentes tipos de combustibles, y las tres opciones diferentes de pasos fronterizos, las estimaciones para el consumo de energía se basan en el uso de un vehículo regular usando diferentes tipos de combustibles (DNETN, 2008 y MDSMA, 1997) y se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO 35
CONSUMO DE ENERGÍA ENTRE BUENOS AIRES Y MONTEVIDEO

Frontera		Vehículo petrolero [MJ]	Vehículo GNC[MJ]	Vehículo Diesel [MJ]	Motocicleta [MJ]
Puerto Unzué	Fray Bentos	1 619	1 543	1 372	341
Colón	Paysandú	2 116	2 016	1 792	445
Concordia	Salto	2 895	2 759	2 453	610

Fuente: Elaboración propia.

[57] Evaluación metodológica recomendada por las entidades que coordinan el tema de los niveles de cambio climático y contaminación del aire,- IPCC - Intergovermental Panel for Climate Change.

En un análisis más detallado, y asumiendo diferentes tasas de ocupación por vehículo, el consumo de energía por pasajero y kilómetro disminuye (demostrando una eficacia más alta) al aumento de los niveles de ocupación (véase el cuadro 36).

CUADRO 36
INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Uso	Puerto Unzué - Fray Bentos [MJ/pasajero/km]			Colón - Paysandú [MJ/pasajero/km]			Concordia - Salto [MJ/pasajero/km]		
Vehículo	Gas.	GNC	Die.	Gas.	GNC	Die.	Gas.	GNC	Die.
1	3	2,9	2,5	3,9	3,7	3,3	5,4	5,1	4,6
2	1,5	1,4	1,3	2	1,9	1,7	2,7	2,6	2,3
4	0,8	0,7	0,6	1	0,9	0,8	1,3	1,3	1,1
moto									
1	0,63	n.a.	n.a.	0,83	n.a.	n.a.	1,13	n.a.	n.a.
2	0,32	n.a.	n.a.	0,41	n.a.	n.a.	0,57	n.a.	n.a.

Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones de GEI procedentes del uso de estos vehículos, pueden ser derivadas directamente de la aplicación de un factor de emisión específico al consumo estimado de energía. En este sentido, es posible estimar la intensidad de gases de efecto invernadero para este modo de transporte. El vehículo a gasolina tiene mayores emisiones de GEI por kilómetro, y los coches que utilizan gas natural comprimido son los "más limpio" entre todos los vehículos de combustible fósil considerados. Esto también se refleja en la intensidad de carbono por pasajero y kilómetro. Estos indicadores también aumentan cuando aumenta la distancia, por lo que los usuarios elijan el paso fronterizo Concordia/Salto emiten más dióxido de carbono como consecuencia del mayor consumo de energía.

CUADRO 37
INDICIADORES DE EFICIENCIA DE GEI

Frontera		Gasolina	GNC	Diesel	Motocicleta
			[kg CO_2eq./vehic.km]		
		0,22	0,17	0,19	0,05
			[g CO_2eq./pass/km] [a]		
Puerto Unzué	Fray Bentos	109	85	93	23
Colón	Paysandú	142	111	122	30
Concordia	Salto	195	152	167	41

Fuente: Elaboración propia.

[a] Teniendo en cuenta una media de 2 pasajeros.

b) Transporte Público

Los servicios de transporte público por carretera son proporcionados por varias compañías de autobuses que conectan el terminal de Retiro, en Buenos Aires y el terminal de Tres Cruces en Montevideo (a través del puente General San Martín, una distancia de aproximadamente 600 km) en base diaria.

CUADRO 38
COMPAÑÍAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Compañía		Viajes (BA/MVD)	Duración	Precio[a]
Cauvi	Un acuerdo comercial fue hecho entre estas 3 compañías llamadas de autobuses de la carrera	Diario	7h40	n.a.
CITA		Diario	7 hours	43 - 61 USD
COT		Diario	8 hours	65 - 78 USD
El Cóndor - La Estrella		Diario	8 hours	78 USD
Pullman General Belgrano		Diario	8 hours	65 - 78 USD

Fuente: Elaboración propia, basado en entrevistas directas con las companies y sus páginas web.
Nota: Precios y horarios sujetos a cambio; información obtenida durante Julio 2013.
[a] Valores convertidos a USD al tipo de cambio del 5 de septiembre 2013.

El servicio prestado entre Buenos Aires y Montevideo utiliza vehículos muy modernos (por ejemplo Mercedes Benz con una carrocería Comil, a partir de 2012), que incluyen confort (por ejemplo, asientos reclinables que se asemejan a una cama) y otras comodidades (aire acondicionado, televisión, bar, aseo, etc.). El traslado se realiza normalmente durante la noche teniendo en cuenta los tiempos de viaje considerables.

Sobre la base de los datos proporcionados y asumiendo características operacionales similares (edad de los vehículos, el número de vehículos, el consumo de combustible, y la distancia recorrida), los siguientes datos promedio se obtuvieron para los viajes en autobús:

CUADRO 39
INDICADORES DE EFICIENCIA

Indicadores	2013
Número de vehículos	2
Viajes/por día	2
Capacidad (asientos)	42
Km/año.bus	219 000
Pasajero/mes	1 284
Asiento.km	18 396 000
Pasajero.km	9 243 600
Consumo de combustible (gas oil)	112 ton
MJ/pasajero	308
MJ/pasajero/km por año	0.5
	1,6 kg CO_2eq./km
	19 g CO_2eq./seat.km
Gases de efecto invernadero	38 g CO_2eq./pass/km

Fuente: Elaboración propia.

El análisis muestra que los autobuses son altamente eficientes, en comparación con el coche privado, con un consumo de energía por pasajero por kilómetro igual a 0,5 MJ en comparación con la energía utilizada en el transporte individual. Esto también se refleja en el resultado de la intensidad de carbono por pasajero y kilómetro, donde las emisiones de gases de efecto invernadero por pasajero y kilómetro son 38 g de CO_2eq., un número que puede ser hasta menor si los autobuses se utilizan a su máxima capacidad.

c) Transporte de carga

El transporte de carga utiliza los tres pasos fronterizos entre Argentina y Uruguay. Sin embargo, no existe información disponible específica para el movimiento de carga entre Buenos Aires y Montevideo.

CUADRO 40
MOVIMIENTOS DE CAMIONES ENTRE ARGENTINA Y URUGUAY

Tráfico entre	Cruce de frontera	Entradas	Salidas	Total
Uruguay - Argentina	Fray Bentos - Puerto Unzué	4 548	13 970	18 518
	Paysandú - Colón	7 249	11 885	19 134
	Salto – Concordia	12 455	18 754	31 209
Argentina - Uruguay	Puerto Unzué - Fray Bentos	13 970	4 548	18 518
	Colón - Paysandú	11 885	7 249	19 134
	Concordia - Salto	18 754	12 455	31 209

Fuente: DTN, 2012.
Nota: Número correspondiente a vehículos con carga. Salida incluye eportaciones en tránsito y otras operaciones de clientes. Entradas incluyen importaciones, en tránsito y otras operaciones de los clientes.

Teniendo en cuenta un valor de referencia para el consumo medio de combustible por camión y carga transportada (DNETN de 2008 y MDSMA de 1997), los siguientes datos sobre la energía y el medio ambiente se obtuvieron para las diferentes opciones de paso fronterizo.

CUADRO 41
EFICIENCIA ENERGÉTICA E INTENSIDAD DE GEI

Cruce de frontera	Consumo de combustible [MJ]	Tonelada/km	Eficiencia energética [MJ/ton.km]	GHG intensidad [g CO_2eq./ton.km]
Fray Bentos - Puerto Unzué	77 630	35 846	2,2	158
Paysandú - Colón	101 439	24 203	4,2	306
Salto - Concordia	138 811	24 724	5,6	410

Fuente: Elaboración propia.

2. Transporte ferroviario

El transporte ferroviario de pasajeros ya no está en funcionamiento. Asumiendo un comportamiento estándar, el consumo de energía fue calculado para movimientos de pasajeros y carga. En promedio, un pasajero que utiliza un ferrocarril diésel tiene una eficiencia energética de 1,4 MJpor pasajero-km y una intensidad de GEI de 48g CO_2eq./p-km. El movimiento de carga representa, en promedio, 0.5 MJ/tkm y una intensidad de GEI de 43g CO_2eq./tkm (AIE, 2010).

3. Transporte marítimo

a) Transporte de pasajeros

Buquebus opera una gran flota de transbordadores que, entre otras rutas, conecta directamente Buenos Aires (terminal de Dársena Norte) y Montevideo (terminal de Montevideo). Esto barcos también tiene la capacidad de transporte de automóviles y en 2011 casi medio millón de pasajeros y casi 60.000 vehículos fueron transportados en esta ruta.

CUADRO 42
MOVIMIENTO DE PASAJEROS ENTRE BUENOS AIRES Y MONTEVIDEO
(Número de pasajeros)

	2010	2011
Pasajeros BA-MVD	227 330	245 254
Pasajeros MVD-BA	227 755	249 363
Total	455 085	494 617
Número de vehículos	58 780	59 752

Fuente: Elaboración propia, basado en DTN, 2012.

El ferri Juan Patricio con una capacidad de 450 pasajeros y 55 vehículos hace dos ida y vuelta al día.

CUADRO 43
INFORMACIÓN OPERACIONAL PARA JUAN PATRICIO

	Capidad de pasajeros	Capacidad vehicular	Frecuencia diaria	Duración del viaje	Distanca [km]	Promedio del precio ticket[ab]
BA <-> MVD	450	55	4	3h15	237	80 - 150 USD[c] 115 - 133 USD[d]

Fuente: Elaboración propia, basada en página web official de Buquebus, 2013.
[a] Valores convertidos a USD al tipo de cambio del 10 de septiembre 2013.
[b] Precios y horarios sujetos a confirmación; datos recogidos durante septiembre 2013
[c] Billete de pasajero, unidireccional.
[d] Billete de vehículo, con peso entre 1201kg y 2001kg, unidireccional.

Basado en información previa y considerando las referencias del consumo de combustible de acuerdo a sus características técnicas (MTU, 2013), fue posible obtener los siguientes indicadores de eficiencia e intensidad GEI en los traslados entre el puerto de Montevideo y Dársena Norte el 2011.

CUADRO 44
EFICIENCIA ENERGÉTICA E INTENSIDAD DE GEI

	Consumo de combustible[MJ]	Pasajero/km	Eficiencia energética [MJ/pass/km]	GHG intensidad [g CO_2eq./pasajero/km]
BA - MVD	225 405 431	117 224 229	1,9	14,4

Fuente: Elaboración propia.

Este transbordador de alta velocidad, alcanza una velocidad máxima de 50 nudos y el consumo de energía por pasajero continúa siendo favorable en comparación con otros medios.

b) Transporte de carga

El exacto valor de traslados de carga entre Buenos Aires y Montevideo no pudo ser obtenido. Los siguientes indicadores de eficiencia y GEI fueron calculados por el traslado del ferri entre puerto de Montevideo y Dársena Norte.

CUADRO 45
EFICIENCIA ENERGÉTICA E INTENSIDAD GEI

	Consumo de combustible [MJ]	Tonelada.km	Eficiencia energética [MJ/ton.km]	GHG intensidad [g CO_2eq./ton.km]
BA - MVD	74 037	1 185 000	0,06	4,8

Fuente: Elaboración propia.

En comparación con los anteriores modos analizados hasta el momento, el transporte marítimo puede ser considerado el más eficiente, ya que menos energía se gasta por cada tonelada de carga transportada por un kilómetro. Por lo tanto, también hay un menor impacto ambiental, con valores de intensidad de GEI bastante inferior, en comparación con el transporte por carretera o por ferrocarril.

4. Transporte aéreo

a) Transporte de pasajeros

Hay dos aeropuertos en Buenos Aires que tienen vuelos directos al aeropuerto internacional Carrasco en Montevideo. Cinco líneas aéreas operan con vuelos diarios y semanales entre ambos destinos. El 2011 cerca de 56.000 pasajeros viajaron en avión entre BA y MVD.

CUADRO 46
AEROLÍNEAS

Aeropuerto origen/destino	Frequencia (semanal)	Compañía aérea	Avión	Capacidad (pasajeros)	Precio promedio[ab]
Ezeiza	4	Aerolíneas Argentinas; Austral	Embraer Jet E90	114	68-263 USD
Aeroparque	20				
Ezeiza	8	Air France	B777-200	309[c]	138-144 USD
Ezeiza	4	Aeromás	Embraer 110	21	n.a.
Ezeiza	2				
Aeroparque	4	Buquebus	ATR 75-500	68	148 USD
Aeroparque Carrasco	4	Air Class	Fairchild Metro III	19	100 USD

Fuente: Aeropuertos Argentina 2000, 2013 y Aeropuerto Internacional de Carrasco, 2013.
[a] Valores convertidos a USD al tipo de cambio del 5 de septiembre 2013.
[b] Precios promedio que se presentan son para viaje de ida (unidireccional).
[c] Este vuelo hace la ruta París - Montevideo - Buenos Aires ida y vuelta. En consecuencia no todos los asientos estarán disponibles por tan solo la trayectoria Montevideo - Buenos Aires y viceversa.

CUADRO 47
PASAJEROS TRANSPORTADOS ENTRE BUENOS AIRES Y MONTEVIDEO

	2011	2010
Entrada	254 118	280 272
Salida	258 096	280 229

Fuente: DNT, 2012

Teniendo en cuenta los valores de referencia para el consumo de combustible para cada tipo de avión, fue posible calcular el consumo total de energía, entre Buenos Aires y Montevideo. Usando como base el número de pasajeros transportados, los indicadores de eficiencia energética y de la intensidad de carbono se estiman como sigue a continuación.

CUADRO 48
EFICIENCIA ENERGÉTICA E INTENSIDAD DE GEI EN EL TRANSPORTE AÉREO

Aeropuerto origen/destino		Consumo de combustible [MJ]	Eficiencia energética [MJ/pass/km]	kg CO_2/pasajero	GHG intensidad [g CO_2 eq./pasajero/km]
Buenos Aires	Carrasco	534×10^6	2,33	75,3	168

Fuente: Elaboración propia.

Para cada pasajero es necesario un total de 2.33 MJ, que implica que en promedio cada uno emite 75.3 kg CO_2 por viaje. De todos este es el medio de transporte más contaminante y el menos eficiente energéticamente.

El cuadro 47 muestra que el número de pasajeros transportados se redujo entre 2010 y 2011. En caso que esta tendencia continúe, si hay que mejorar la eficiencia energética o bien una reducción en la oferta u otros conceptos de operaciones, pueden ser necesarios.

b) Transporte de carga

Según el Observatorio Nacional de Datos de Transporte (ONDAT) de la Universidad Tecnológica Nacional de Buenos Aires, los traslados de carga por avión entre Argentina y Uruguay registrados en 2010 y 2011 son los siguientes:

CUADRO 49
TONELADAS DE CARGA IMPORTADAS Y EXPORTADAS ENTRE ARGENTINA Y URUGUAY

	2011	2010
Exportaciones	2 195	574
Importaciones	126	133

Fuente: ONDAT, 2013.

Desafortunadamente, no se pudo obtener información sobre la aeronave utilizada. Se puede suponer que los movimientos propios de carga entre Buenos Aires y Montevideo están incluidos en los vuelos semanales de pasajeros, ya que los volúmenes de carga no son significativos.

5. Transporte combinado

a) Transporte de pasajeros

Los movimientos de transporte combinado entre Buenos Aires y Montevideo son las conexiones marítimas entre el puerto de Buenos Aires y el puerto de Colonia y la posterior conexión entre Colonia y Montevideo en autobús, al terminal de Tres Cruces. Buquebus, Colonia Express y SEACAT son las tres compañías que ofrecen este tipo de servicio. Sólo fue posible obtener movimiento de pasajeros entre Buenos Aires y Colonia, pero no para los servicios de autobús que conectan a Montevideo. Durante ciertas épocas del año SEACAT también transporta vehículos en el ferri.

CUADRO 50
MOVIMIENTO DE PASAJEROS ENTRE BUENOS AIRES Y COLONIA
(Número de pasajeros)

	2010	2011
Entradas	1 060 431	1 031 330
Salidas	1 062 655	1 025 393
Total	2 123 086	2 056 723

Fuente: DNT, 2012.

CUADRO 51
MOVIMIENTO DE VEHÍCULOS ENTRE BUENOS AIRES Y COLONIA

	2010	2011
Número de vehículos	136 137	136 137

Fuente: DNT, 2012.

En general, las tres empresas ofrecen una buena diversificación en frecuencia, con un promedio de tres transbordadores diarios y para ambos sentido. Los tiempos de viaje son comparables, con la excepción del Eladia Isabel de Buquebus que, debido a sus características y la velocidad promedio, requiere un tiempo de viaje más largo.

CUADRO 52
COMPAÑÍAS DE FERRIS OPERANDO ENTRE BUENOS AIRES Y COLONIA

	Capacidad de pasajeros	Capacidad del vehículo	Frecuencia diaria	Duración del recorrido	Distancia [km]	Promedio del precio del ticket[ab]
Buquebus						
						55 - 96 USD[c]
Atlantic III	610	110	6	1h15		77 - 92 USD[d]
						41 - 73 USD[e]
Eladia Isabel	1 200	130	4	3h15	50	60 - 73 USD[f]
Colonia Express						
Colonia Express	610	n.a.	6	1h	50	17 - 40 USD[g]
SEACAT						
Flecha de Buenos Aires	205	n.a.	6	1h45	50	43 - 58 USD[h]

Fuente: Páginas web de las Compañías.
Nota: véase http://www.seacatcolonia.com.ar y http://coloniaexpress.com
[a] Valores convertidos a USD al tipo de cambio del 10 de septiembre 2013.
[b] Precios y horarios sujetos a confirmación; datos recogidos durante septiembre 2013.
[c] Ticket del pasajero, unidireccional.
[d] Ticket de vehículo, con un peso por debajo de 1.201 kg, unidireccional.
[e] Ticket de pasajero, unidireccional.
[f] Ticket de vehículo, con un peso por debajo de 1.201 kg, unidireccional.
[g] Precio promedio por ticket, unidireccional.
[h] Precio promedio por ticket, unidireccional.

Basándose en los datos anteriores, y teniendo en cuenta el consumo de combustible de referencia para el ferri, de acuerdo a sus características técnicas (MTU, 2013), la siguiente eficiencia individual y los indicadores de intensidad de GEI se obtuvieron para los movimientos entre el puerto de Buenos Aires y Colonia.

CUADRO 53
EFICIENCIA ENERGÉTICA E INTENSIDAD GEI EN EL TRANSPORTE MARÍTIMO

	Consumo de combustible [MJ]	Pasajero/km	Eficiencia energética [MJ/pasajero/km]	GHG intensidad [g CO_2 eq./pasajero/km]
Buquebus				
Atlantic III	4 886	30 500	0,2	12
Eladia Isabel	30 403	60 000	0,5	38
Colonia Express				
Colonia Express	17 655	30 500	0,6	43
SEACAT				
Flecha de Buenos Aires	23 394	10 250	2,3	171

Fuente: Elaboración propia.

Desde el puerto de Colonia a Montevideo, todas las empresas ofrecen un servicio de autobús y se asumió que todas las empresas utilizan un tipo similar de autobús (a falta de información más detallada). Las siguientes estimaciones se obtuvieron para la eficiencia energética y la intensidad de GEI.

CUADRO 54
INFORMACIÓN OPERACIONAL Y EFICIENCIA ENERGÉTICA E INTENSIDAD GEI PARA EL TRANSPORTE EN BUS

	Capacidad del bus [asientos]	Duración del recorrido	Distancia [km]	Consumo de combustible [MJ]	Eficiencia energética [MJ/pasajero/km]	GHG intensidad [g CO_2 eq./pasajero/km]
Bus COL -MVD	42	2h30	182	1 973	0,3	19

Fuente: Elaboración propia.

En general, teniendo en cuenta la distancia recorrida por cada medio durante el curso del movimiento combinado, fue necesario analizar el peso relativo de cada tramo, con el fin de obtener la eficiencia energética global y los indicadores de intensidad de efecto invernadero. La combinación de transporte ferri-carretera entre la ciudad de Buenos Aires y Montevideo tiene una eficiencia energética de 0,4 MJ/pass/km y una intensidad de GEI de 29g CO_2eq / pasa / km.

b) Transporte de carga

El Ro-Ro ferri de Líneas Platenses transporta camiones y otros vehículos y conecta directamente el Puerto de Buenos Aires Terminal Río de la Plata (terminal 1, 2 y 3) y Juan Lacaze en Uruguay en una distancia de 167 km. Estos camiones son capaces de continuar después su viaje a Montevideo (136 km) y otros destinos por carretera.

CUADRO 55
MOVIMIENTO DE CAMIONES ENTRE BUENOS AIRES Y JUAN LACAZE
(Número de camiones)

	2010
Hacia Uruguay	4 085
Desde Uruguay	6 047
Total	10 132

Fuente: DNT, 2012.

Teniendo en cuenta el consumo de combustible de referencia para el ferri desplegado (MTU, 2013) de acuerdo a sus características técnicas, los siguientes indicadores de eficiencia individual y de intensidad de GEI se obtuvieron por los movimientos entre el puerto de Buenos Aires y Juan Lacaze.

CUADRO 56
EFICIENCIA ENERGÉTICA E INTENSIDAD GEI EN EL TRANSPORTE DE CARGA

	Fuel consumption [MJ]	tonelada.km	Eficiencia energética [MJ/ton.km]	GHG intensidad [g CO_2eq./ton.km]
Buenos Aires - Juan Lacaze	6 740	8 350 000	0,003	0,06

Fuente: Elaboración propia.

Desde Juan Lacaze a Montevideo los camiones deben utilizar la red de carreteras disponibles. Teniendo en cuenta la distancia recorrida por cada modo se consideraron las emisiones para cada tramo del viaje para llegar a la eficiencia energética global y los indicadores de intensidad de GEI. La combinación ferri- transporte por carretera entre la ciudad de Buenos Aires y Montevideo tiene una eficiencia energética del 0,7 MJ/pass/km y una intensidad de GEI de 47g CO_2eq./pass/km.

6. Comparación de consumo de energía y eficiencia en las opciones de movilidad

El análisis revela que la opción combinada de transporte ferri -carretera (transporte público) es la más eficiente energéticamente. Los indicadores estimados para esta opción presentan los valores más bajos en comparación con otros modos de transporte. Por otro lado, los transbordadores utilizados para este transporte tienen una capacidad para transportar hasta un máximo de 1.200 pasajeros y también la posibilidad para el transporte de vehículos privados de los pasajeros, lo que evita los movimientos en coche, que son los menos eficientes en energía eficiente (en relación BA-MVD dado el alto factor de desvío para el transporte terrestre). Aunque la segunda parte de este viaje combinado es hecho por el transporte carretero, las eficiencias más altas son posibles de ser obtenidas si se utilizan los servicios de autobuses, donde la maximización de utilización de la capacidad contribuiría a alcanzar valores de eficiencia energética favorables. Sin embargo, el tiempo total de viaje es considerablemente más largo que la opción directa de ferri entre BA y MVD.

Hoy en día, el transporte ferroviario no es una opción para el viaje de Buenos Aires y Montevideo debido a su imposibilidad de ser operado en este momento, pero los valores teóricos representan el potencial del transporte ferroviario en términos de eficiencia energética e intensidad de GEI reducida. Además, el tren operaría en una pista dedicada y por tanto, no contribuiría a la congestión del tránsito, que es un factor que en una estrategia global debe ser considerado. Los medios de transporte menos eficientes energéticamente son el individual y el aéreo. Aunque la eficiencia energética aumenta con una ocupación máxima en los vehículos individuales de transporte, sigue siendo una opción muy limitada con impactos globales que pueden minimizarse al optar por uno de los otros modos.

El transporte de mercancías tiene su máximo potencial para reducir el consumo de energía usando el transporte marítimo entre las dos ciudades. En este caso, es necesaria menos energía para mover una tonelada de mercancías por kilómetro, lo que también implica un impacto ambiental global menor. Buenos valores se obtuvieron en el caso combinado transbordador-ruta que, de acuerdo a los valores estimados para el ahorro de energía, puede ser considerada como la tercera opción más eficiente (si la ferrovía fuese incluida). Sin embargo, el hecho de que hay un uso pronunciado del transporte por carretera, que se considera una de las opciones menos eficientes; se debería considerar también un análisis más amplio que también incluye el cambio tecnológico.

CUADRO 57
INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA E INTENSIDAD GEI ENTRE ARGENTINA Y URUGUAY

	Consumo de energía [MJ]	Eficiencia energética [MJ/pasajero/km]	Energy efficiency [MJ/ton.km]	GHG intensidad [g CO_2eq./pass/km]	GHG intensidad [g CO_2 eq./ton.km]
Eficiencia energética					
Carretera					
	Gasolina: 2,210	Gasolina: 4,1		Gasolina: 149	
	Diesel: 1 872	Diesel: 3,9		Diesel: 116	
Vehículo de pasajero[a]	GNC: 2 106	GNC: 3,5	n.a.	GNC: 127	n.a.
Motocicleta	1 396	0,8	n.a.	31	n.a.
Transporte público (autobús)	6 507	0,5	n.a.	38	n.a.
Ferroviario [b]	n.a.	1,4	n.a.	48	n.a.
Marítimo	22 x 107	1,9	n.a.	14	n.a.
Aéreo	76 x 106	2,3	n.a.	168	n.a.
Combinado	---	0,4	n.a.	29	n.a.
Carga o Flete					
Carretera	105 960	n.a.	4	n.a.	291
Ferroviario[c]	n.a.	n.a.	0,5	n.a.	43
Marítimo	74 037	n.a.	0,06	n.a.	4,8
Aéreo [d]	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	800
Combinado	---	n.a.	0.7	n.a.	47

Fuente: Elaboración propia.
[a] Los valores medios suponiendo ocupación de un pasajero.
[b] Teniendo en cuenta los valores medios.
[c] Teniendo en cuenta los valores medios.
[d] Teniendo en cuenta los valores medios.

D. ¿Qué soluciones hay disponibles para mejorar la eficiencia energética?

La necesidad de indicadores de eficiencia energética y el conocimiento sobre el impacto cuantitativo de las políticas de eficiencia energética se ha ido incrementando en los últimos años, junto con la necesidad de desarrollar medidas e instrumentos que pueden contribuir a la reducción de los impactos causados por el sector del transporte. Soluciones existentes y previstas que se piensan para contribuir a la mejora de la eficiencia energética relevante para los países estudiados, se presentan en las siguientes secciones.

1. Marco regulatorio

El análisis de los esfuerzos argentinos en términos de regulaciones de eficiencia energética evidencia que el Programa Nacional de Uso Racional de la Energía Eléctrica[58] (diciembre de 2007), define medidas objetivas cuantificables que pueden contribuir a un uso racional y eficiente de la energía. El

[58] PRONUREE- Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía.

programa también reconoce la relación entre la eficiencia energética y el desarrollo sostenible, incluida su contribución a la reducción de gases de efecto invernadero (Decreto 140/2007). Medidas fueron definidas para diferentes plazos (EE, 2013). En el corto plazo, el desarrollo de campañas de marketing masivas en la educación, información y sensibilización para los niños en edad escolar, la sustitución de bombillas incandescentes por otras de bajo consumo en todos los hogares y el desarrollo de un sistema de certificación del consumo de energía de los aparatos domésticos tuvieron la más alta prioridad. En el mediano y largo plazo, medidas específicas para la industria, los servicios, y el sector residencial, así como edificios públicos fueron establecidas. El sector del transporte está incluido con una combinación de acciones que aseguran el ahorro de energía, en detalle:

- Ampliar y mejorar la gestión del transporte público y una aplicación más adecuada, de acuerdo a la distribución demográfica y patrón de movilidad existentes en la región;
- Desarrollo de un Programa Nacional para la conducción racional, dirigido a los conductores de las empresas de transporte para vehículos de pasajeros y de carga;
- Desarrollo de un programa de etiquetado de la automoción;
- Desarrollo de un programa de mantenimiento para los vehículos utilizados en el servicio público y una campaña de sensibilización sobre la eficiencia energética y el impacto ambiental.

En términos de normativas que tengan la intención de contribuir a la reducción de las emisiones de CO_2[59], Argentina no tiene políticas formales u objetivos claros de reducción; aunque el ministro de Transporte, muestra interés en la evolución de los problemas del cambio climático (CEPAL, 2010).

Entre agosto de 2004 y 2011, Uruguay implementó un Proyecto de Eficiencia Energética[60] para contribuir a la reducción de las emisiones de GEI a nivel nacional. El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM, o Global Environmental Facilities, GEF, en ingles) y el Ministerio de Industria, Energía y Minería financiaron este proyecto. El objetivo general es mejorar el uso de energía de los usuarios finales en todos los sectores económicos, promoviendo del uso eficiente de todos los tipos de energía. A través del proyecto se desarrollaron varias acciones, tales como la sensibilización del público acerca de los beneficios de la eficiencia energética y el fomentar la entrada en el mercado de una oferta creciente de equipos energéticamente eficientes. Uno de los objetivos del proyecto fue promover la creación de un marco legal e institucional adecuado para el desarrollo de la eficiencia energética en Uruguay.

La Política Energética definida por Uruguay 2005-2030 (DNETN, 2009), contiene cuatro líneas estratégicas de acción, una de ellas considera la demanda de energía en el sector del transporte, y reconoce el sector como el principal consumidor de energía en el país. Como tal, es importante integrar la eficiencia energética en las políticas de transporte.

Para 2015 el objetivo es reducir el consumo de combustible en el sector del transporte, en comparación con el escenario de referencia, de un 15% mediante la promoción de nuevas formas de transporte, la tecnología y las fuentes de combustible. Para 2030, se espera que el país ahorre por lo menos diez mil millones de dólares en comparación con 2010, gracias a la sustitución de las fuentes de energía y a la promoción de la eficiencia energética, en comparación con el escenario de referencia. Una de las líneas de acción incluye tener la eficiencia energética integrada en las visiones futuras para la carga y transporte de pasajeros, es decir, a través de, entre otros, la promoción del ferrocarril y el transporte marítimo y fluvial, la promoción del transporte público de

[59] Este concepto es más amplio que la simple reducción de emisiones, a razón de que la mayoría de las emisiones provienen del consumo de energía del transporte de personas y bienes y, en ese sentido, deben haber también normas que promuevan modos más eficientes energéticamente.

[60] 62 Proyecto de Eficiencia Energética http://eficienciaenergetica.gub.uy.

pasajeros, impulsando otras formas de movilidad urbana, favoreciendo la renovación de la flota de camiones y de autobuses, revisión de las regulaciones y de los impuestos, promover los vehículos eléctricos e híbridos (DNETN, 2009).

Más recientemente, una norma para la eficiencia energética de los vehículos (PU UNIT1130: 2013, ver MIEM, 2013) ha pasado consulta pública, ya que establece los requisitos para etiquetar los vehículos ligeros con motores de combustión interna, de ciclo diésel y eléctrico híbrido no cargada a través de la red eléctrica. El objetivo de esta etiqueta es para incluir un valor de referencia para el consumo de combustible expresado en km/l.

Montevideo también tiene una iniciativa municipal, el Plan de Movilidad que, en acuerdo con las líneas estratégicas específicas definida en la Ley n. º 18.58, incluye la implementación de medidas de eficiencia energética en el transporte público. Además, el plan tiene como objetivo requerir progresivamente a los operadores de transporte de renovar su flota de vehículos de carretera para que cumpla con los estándares más recientes, como Euro III y Euro IV. En 2006, la Municipalidad también insidió una Comisión para la Energía que trabaja y coordina diversas actividades y es responsable de la elaboración del Programa de Energía para Montevideo (IM, 2010), que incluye el Plan de Movilidad. Proyectos y acciones para la eficiencia energética en el transporte incluyen para el futuro el estudio de la viabilidad de los vehículos eléctricos para particulares y empresas, y la investigación de nuevos cambios tecnológicos.

En cuanto a las normas de ahorro de combustible, varias mejoras se han hecho en los últimos años para aplicar las normas que tienen por objeto reducir la demanda de combustible a través de mejoras en la eficiencia de los vehículos y la calidad del combustible. A continuación se presenta el estado actual de estos aspectos para Argentina y Uruguay. Es importante retener que, aunque estas normas contribuyen a una eficiencia global en la tecnología, estas necesitan ser coordinadas junto con otras regulaciones para alcanzar los resultados deseados.

CUADRO 58
ESTÁNDAR DE CALIDAD Y EMISIONES DE VEHÍCULOS, DICIEMBRE 2012

	Plomo en el combustible		Máximo de azufre permitido por la ley				Estándares de emisiones de vehículos, vehículos livianos de pasajeros
	Estado actual	Comentarios	Diesel	Petróleo	Fecha límite fijada para 50ppm y por debajo de diesel en todo el país	Comentarios	
Argentina	Sin plomo	Desde 1999	1500	300	2016 (30ppm)	Diesel: 3 calidades de Diesel (Gasóleo) están disponisbles en el mercado	La importación sólo de vehículos nuevos - no hay coches de segunda mano, a pesar de algunas excepciones.
						Gasóleo G2: ≤ 1500 ppm	Emisiones estándar:
						Gasóleo G2: ≤ 500 ppm	A partir de 2012, los nuevos vehículos livianos deben cumplir con las normas Euro IV para vehículos gasolina y diesel de pasajeros, así mismo para los nuevos camiones y autobuses diesel. Programas de I / M se implementan en 7 principales ciudades del país, con las inspecciones de emisión a partir de enero de 2008.
						Gasóleo G3: ≤ 10 ppm (desde junio 2011 a nivel nacional)	Antes 1990: Euro 0
						Ley 26.093 requiere que el 5% biodiesel sea mezclado con diesel (desde enero 2010).	1990: Euro I / 1997: Euro II /2006: Euro III (nuevos modelos) /2007: Euro III (todos los modelos) /2009: Euro IV (nuevos modelos)/ 2012 -2014: Euro IV (todos los modelos)
						Procurando aumentar esto de 7- 10%.	Todos los modelos activo el 31/11/11
						Desde 1 de Julio de 2012, Gasóleo G2: 500ppm debe estar disponible en todas las capitales de la Provincia de Buenos Aires, las ciudades de Rosario, Mar del Plata y Bahía Blanca. La resolución exime a las capitales de la Patagonia: Ushuaia, Río Gallegos y Rawson.	2012: Euro III Vehículos nuevos: En discusión con el Gobierno Nacional.
						Gasolina: 300ppm disponible a nivel nacional desde el 2012 y 50ppm en ciudades.	2013: Euro V (Nuevos modelos)
						9 refinerías	2015: Euro V (Todos los modelos)
							Algunos vehículos importados de Brasil. Alrededor del 56% vehículos para pasajeros en Buenos Aires usan diesel, 35% usan petróleo, y el resto usa CNG.
							Actualmente preparando la red para poner a disposición la Automoción Líquida de úrea requerida para Motores Heavy Duty equipados con tecnología SCR (Reducción de NOX).

Cuadro 58 (conclusión)

	Plomo en el combustible		Máximo de azufre permitido por la ley				Estándares de emisiones de vehículos, vehículos livianos de pasajeros
	Estado actual	Comentarios	Diesel	Petróleo	Fecha límite fijada para 50ppm y por debajo de diesel en todo el país	Comentarios	
Uruguay	Sin plomo	Desde 2003 (ARPEL)	7000	700	2013	Diesel: 50ppm diesel, planeado para finales del 2012 nacionalmente - despuésde que las refinerías fueran modernizadas. (90% menos azúfre que los estánares actuales) 70% of the fuel used in Uruguay is diesel. Gasolina: 30ppm petróleo planeado para fines de 2012 a nivel nacional. Planes para establecer una planta de biodiésel y una planta de etanol en el país. 1 refinería – La Teja	La importación de vehículos usados está prohibida, los nuevos vehículos deben cumplir con la norma Euro III. Indicación del sistema de inspección de vehículos. Edad media de la flota de vehículos 17 años.

Fuente: UNEP, 2012.

2. Soluciones técnicas

Los transbordadores que hacen la conexión entre el puerto de Montevideo y Buenos Aires son de la empresa Buquebus. Desde 2013 la compañía opera un nuevo ferri de combustible dual, operando con Gas Natural Licuado (GNL) y gasóleo. El buque está propulsado por un motor de GE LM2500 que es adaptado para funcionar con gas natural licuado como combustible primario, y también puede quemar destilado marítimo para el uso a régimen mínimo (standby) y usos auxiliares. El buque tiene una capacidad máxima de 1.024 personas (pasajeros y tripulación), 150 plazas por autos y una velocidad máxima de 51,8 nudos. A falta de los datos operativos, se hizo una estimación con respecto al rendimiento de la eficiencia energética, basado en datos del fabricante (GE, 2013). En este sentido, con el uso de este ferri se podría lograr un consumo de energía de aproximadamente 0,1 MJ/pass.km , y esto denota las mayores eficiencias que son posibles con esta nueva tecnología.

RECUADRO 27
GNL COMO COMBUSTIBLE EN BUQUES

El gas natural es también un combustible fósil y se compone principalmente de metano (CH4) con concentraciones menores de etano y propano. Está considerado como el más limpio de los combustibles fósiles, ya que tiene una alta proporción de hidrógeno con respecto al carbono, por lo que hay una contribución menor que otros combustibles fósiles a las emisiones de GEI. El gas natural es en forma gaseosa a temperatura ambiente, y es un líquido cuando se enfría a -162C º y se mantiene a la presión atmosférica. En forma líquida, el mismo contenido de energía del gas ocupa 1/600th en cantidad de espacio, con ventajas obvias. En cuanto a los beneficios de las emisiones, el proceso de licuefacción del gas natural elimina el azufre de los gases (MIT, 2008). Por lo tanto, las emisiones de SO2 no están presentes cuando se quema el combustible. La comparación de las emisiones de gas natural con respecto a los típicos resultados de combustibles marinos evidencia la reducción de cuatro contaminantes: SO_2, NOx, CO_2, y PM. Como se mencionó anteriormente, las emisiones de SO_2 se eliminan por completo, las emisiones de NOx se reducen hasta en un 90%, CO_2 en un 20%, y el PM también se reduce (MIT, 2008).

Fuente: Elaboración propia.

3. Información pública

En Argentina, el plan nacional de eficiencia energética contempla la creación de capacidad y la sensibilización de la población, en su mayoría dirigidas y propuestas en acciones para los niños con un conjunto de actividades y medidas, aunque no especificadamente orientadas al sector del transporte. Una guía sobre la eficiencia energética se elaboró en 2003, con un pequeño número de consejos para el transporte.

En Uruguay, en cuanto a las actividades de comunicación e información pública, un punto relevante se da al sector de transporte con una sección de consejos útiles en un sitio web[61] dedicado al tema, entregando información a los usuarios en diferentes áreas como: la conducción eficiente, los aspectos a tener en cuenta en la compra de vehículos y acciones de mantenimiento. El sitio web también incluye una calculadora de emisiones de CO_2 en el transporte. Varios manuales también se han desarrollado con consejos para ser más energéticamente eficiente, con uno específicamente dedicado al ahorro de combustible para las empresas de transporte: Buenas Prácticas para el Ahorro de combustible (EE, 2011).

En el marco del plan de movilidad para Buenos Aires, una aplicación de telefonía móvil (BA Móvil) fue desarrollada y lo que hace es ubicar la posición del usuario proporcionando información precisa y constantemente actualizada en tiempo real con el fin de estar informado sobre el tráfico, calles obstruidas, disponibilidad de plazas de aparcamiento y la información sobre las condiciones de horario, frecuencia y de servicios del metro. Montevideo tiene una aplicación similar (A qué hora pasa, en versión beta), para su red local de autobuses.

[61] http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/.

4. Incentivos financieros y no financieros

La falta de apoyo para identificar y preparar proyectos de eficiencia energética es considerada una restricción importante que puede invertir la trayectoria seguida por la Argentina en términos de eficiencia energética. En este sentido, el desarrollo de un Fondo Argentino de Eficiencia Energética[62]es una de las prioridades con apoyo del FMAM/GEF. Estos fondos financiarán parcialmente el costo de desarrollar un diagnóstico y auditorías de energía y para la preparación de los estudios necesarios para proyectos de eficiencia energética pero, todavía, la actividad no enfoca proyectos en el sector del transporte. De 2011 a 2013 varias licitaciones fueron lanzados desde la Secretaría de Energía de Argentina para el desarrollo de servicios de consultoría, pero, ninguno estaba relacionado con medidas conexas al transporte.

En Uruguay, el mecanismo de un Fondo Fiduciario para el Diésel consiste en la recogida (por la inclusión en el precio final) de US$0,14 por litro de gasóleo adquirido por los consumidores nacionales. El dinero recaudado, unos 40 millones de dólares al año, se transfiere al sistema de transporte público de pasajeros. El objetivo es reducir las tarifas de pasajeros en el transporte público con el fin de fomentar su uso (WEC, 2010).

Con base en la Ley Nº 18.587, otras medidas reglamentarias fueron desarrolladas, incluyendo la promoción de vehículos eléctricos e híbridos. Decreto Ley Nº 099-2012 (27/03/2013) modifica las categorías de vehículos y reduce los impuestos aplicados a los vehículos eléctricos e híbridos, teniendo en cuenta su eficiencia energética. Por consiguiente, en 28/08/2012 sólo aumentaron los impuestos internos aplicados a los coches convencionales, motocicletas, y todas las otras clases de vehículos.

5. Medidas de eficiencia energética: identificando los criterios del éxito

La mejora de la eficiencia energética se refiere a una reducción en la energía utilizada por un servicio ofrecido (calefacción, iluminación, transporte, etc.) o nivel de actividad. La reducción en el consumo de energía se asocia generalmente a los cambios tecnológicos. Pero también puede ser el resultado de una mejor organización y gestión o de los cambios de comportamiento que, por sí mismos, no implican factores técnicos. Por ejemplo, en el sector del transporte la eficiencia energética se puede mejorar a través de la difusión de vehículos más eficientes, con mover pasajeros y carga desde automóviles y camiones a otros modos de transporte, con una mejor organización de la logística de transporte (aumento de los factores de carga y reducción de operación de camiones vacío) y con la eco-conducción de vehículos (WEC, 2010). El mejorar la eficiencia energética refleja los resultados de las acciones destinadas a reducir la cantidad de energía utilizada por un determinado nivel de servicios: compra de equipos eficientes, inversiones de reacondicionamiento para reducir el consumo de los edificios e instalaciones existentes, o cambiar a modos de bajo impacto en lugar del transporte privado.

a) Aspectos Monetarios: Costo de la solución

El establecimiento de precios adecuados es una de las principales condiciones cuando se promueve la eficiencia energética. Es fundamental establecer precios de energía al consumidor que reflejen el costo del suministro de energía, por lo menos el costo actual, pero mejor los costos futuros: el costo marginal a largo plazo para la electricidad o el precio a largo plazo de los productos del petróleo en los mercados internacionales para los combustibles fósiles.

En este sentido, es importante ajustar los precios energéticos a los costos de aprovisionamiento de la energía con el fin de dar señales correctas a los consumidores para que les dé incentivos para cambiar su comportamiento o para la adquisición de equipos y tecnología

[62] Evaluación metodológica recomendada por las entidades que coordinan el tema de los niveles de cambio climático y contaminación del aire,- IPCC - Intergovernmental Panel for Climate Change. FAEE: Fondo Argentino de Eficiencia Energética.

energéticamente eficientes. Sin embargo, siempre existe la necesidad de considerar el impacto de las correcciones de los precios de la energía en el índice de precios al consumidor. Esto hace que los ajustes de precios son lentos o inexistentes en muchos países en desarrollo, lo que complica el cambio de paradigma hacia nuevas formas de movilidad.

Como se dijo anteriormente, subsidios a los combustibles fósiles para las empresas de transporte son una realidad en Uruguay, y están siendo abolidos en el caso de Argentina, debido a compromisos debidos a la participación en el G-20. En el caso de Uruguay, este subsidio tiene una implicación importante en la distribución modal de Montevideo, donde el transporte público ha visto un aumento en los últimos años, siendo ahora la forma más importante de transporte utilizado en la ciudad. Por otro lado, el diésel y el precio de la gasolina en Uruguay son más altos que en la Argentina, que influye en el uso del transporte individual, ya que el costo final es considerable en comparación con el transporte público.

En la mayoría de los casos las subvenciones enmascaran el verdadero costo de un bien o servicio en particular, lo que genera distorsiones en el mercado, dando lugar a asignaciones ineficientes en el sector de la energía, donde inversiones en nuevas formas de energía tienen menor énfasis debido a las dificultades de competir con los combustibles fósiles. Las decisiones relativas a las subvenciones inicialmente tenían buenas intenciones como el fomento de determinados sectores productivos y la mejora del acceso a la energía para las poblaciones de menos recursos. El uso masivo de estos combustibles, en particular en actividades por la que la subvención no ha sido diseñada, junto con acuerdos políticos distorsionados, combinados con la falta de control, han distorsionado los objetivos, beneficiando segmentos de la población con recursos suficientes (Ríos, Garrón y Cisneros, 2007).

En general, muy frecuentemente los costos reales no se han tenido en cuenta adecuadamente por el usuario. Los usuarios a menudo se centran en los gastos de combustible, sin considerar el mantenimiento, peajes, medio ambiente, etc. El análisis de costo total no es común para el usuario típico.

b) Viabilidad

Los motores diésel y de combustión interna normales son tecnologías bien conocidas desde hace muchos años, con una alta viabilidad técnica: la tecnología está ampliamente disponible y los recursos necesarios para usarlos también se obtienen fácilmente (mantenimiento, suministro de combustible, accesorios, etc.).

La aceptación de las nuevas tecnologías o combustibles es muy dependiente de la realidad local: por ejemplo, la Argentina es un productor de gas natural, haciendo de este combustible también una opción para el sector del transporte, específicamente, para el usuario privado. Por lo tanto, se podría esperar que el gas natural sea una opción para vehículos pesados, específicamente para el transporte público por carretera. Esta es una tecnología ampliamente reconocida y utilizada, cuya aplicación más amplia es muchas veces dependiente de las orientaciones estratégicas y políticas que, no sólo debe tener en cuenta las necesidades de los usuarios, sino también a la sustentabilidad a largo plazo. La proximidad entre la Argentina y Uruguay y la existencia de movimientos entre sus capitales justificarían la creación de un acuerdo de cooperación entre varias empresas de autobuses de transporte que podrían incluir la construcción de estaciones de combustible a gas (en Uruguay).

En este estudio de caso, la Empresa Buquebus que es responsable de la operación de varios transbordadores entre Buenos Aires y Montevideo, ha estado operando un nuevo ferri de GNL desde 2013. Sería interesante analizar las tasas de utilización de este nuevo ferri y sus características operativas con el fin de verificar su efecto en términos de consumo de energía, eficiencia y emisiones.

El transporte marítimo y ferroviario, además de tener ventajas en termino de uso de la energía y ambientales, también contienen varios aspectos favorables a nivel de la planificación urbana y uso del suelo. Estos modos operan en una ruta dedicada y por lo tanto no contribuyen a la congestión de las vías urbanas y regionales.

En este caso particular, también es posible mejorar la eficiencia energética en el transporte público a través de la creación de carriles exclusivos, lo que permite una mayor fiabilidad y velocidad de los vehículos de transporte público.

c) Impacto en los usuarios

Los diferentes modos de transporte utilizados para el movimiento de pasajeros y de carga entre Buenos Aires y Montevideo presentan diversas alternativas de tiempo y costos. Aunque el costo monetario del viaje puede ser el factor que afecta más directamente la decisión del usuario, tiempo de viaje de puerta a puerta, el confort y lo práctico del modo de transporte, también pueden ser factores cruciales. En este sentido, se puede observar desde el análisis de casos que en la situación del transporte aéreo la ineficiencia energética, desde la perspectiva del usuario, se ve compensado por la duración y la comodidad de este modo de transporte. Por otro lado, las opciones de movilidad acuática logran una mayor eficiencia de energía, donde el tiempo y el costo tienen un impacto favorable para el usuario final, garantizando la seguridad de sus pasajeros y de la carga. En el caso del transporte de viajeros, la opción del ferri se rinde más atractiva con la posibilidad de que el vehículo privado sea llevado junto en el ferri, que presenta mayor atractivo en el caso de viajes que continúen .

E. Conclusiones

El estudio de caso demostró que más atención se le ha dado a la eficiencia energética en las normativas y los reglamentos nacionales, pero todavía existe la necesidad de un mejor coordinamiento y organización de las acciones y estrategias propuestas.

En cuanto a las empresas de transporte analizadas, se nota que casi no se da importancia a la eficiencia energética, aspecto que debería ser ampliamente difundido, animando a los ciudadanos a optar por un modo de transporte que es más eficiente (energéticamente) y tiene menos impacto en el medio ambiente. No sólo la comodidad debe ser mejorada, pero también los logros en términos de características de funcionamiento y los esfuerzos en la prestación de un servicio cuyo impacto que va más allá de lo que es directamente visible para el usuario.

Información escasa y muchas veces incoherente se han encontrado para las ciudades, especialmente respecto a los patrones de movilidad entre ellos. No siempre fue posible recopilar datos analíticos y consistentes directamente relacionados con la realidad local y, fue necesario estimarlos en base a valores de referencia. Aunque se obtuvieron eficiencias energéticas individuales y la intensidad de GEI para cada modo, sería importante saber cual de los modos analizados es más relevante en la matriz modal. Eso podría ayudar en la definición futura de medidas y acciones para que sean más específicas.

En cuanto a los modos de transporte, existe una amplia variedad de opciones entre Buenos Aires y Montevideo, con la excepción del transporte ferroviario donde eficiencias significativas se podrían obtener si se compara, por ejemplo, al transporte por carretera. En cuanto al transporte público, en detalle, para el transporte terrestre, aéreo y marítimo, los boletos son de fácil acceso a través de Internet, lo que facilita la logística asociada, ahorrando tiempo y dinero, tanto para el operador como para el usuario final. De hecho, esta es una estrategia que se debería continuar y mejorar en el tiempo para promover su uso más amplio entre los ciudadanos.

Grandes logros se pueden hacer con las regulaciones sobre el combustible y estándares de calidad de vehículos, pero eso no resuelve el problema de la dependencia energética. Aunque los incentivos en cuanto a la compra de vehículos de nuevas tecnología, como el híbrido o eléctrico, es deseable, también es importante definir medidas en el nivel de planificación que pueden contribuir a frenar el transporte individual, ya que el objetivo general debería ser la promoción del transporte público, cuya eficiencia se puede obtener con el aumento en las tasas de uso.

Es necesario informar y capacitar a los ciudadanos, para que más decisiones conscientes que impliquen que impactos de menor energía sean tomadas. Estas acciones deben estar dirigidas a las poblaciones de los diferentes grupos de edad (con especial atención a los niños, que pueden asimilar fácilmente nuevos contenidos y pasar a través de las generaciones futuras). Un cambio de paradigma es necesario hacia nuevas formas de movilidad en lo que los usuarios se puedan identificar.

VIII. Movilidad metropolitana y eficiencia energética —Medellín

A. Contexto territorial y urbano

1. Una geografía determinante

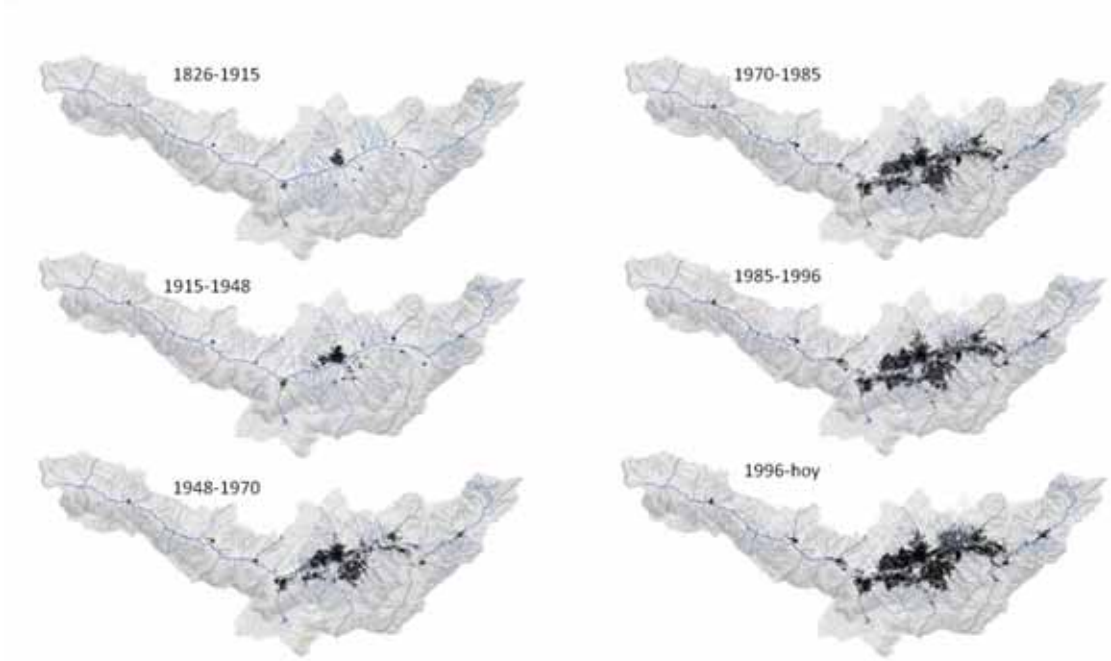
Medellín, capital del departamento de Antioquia, es la ciudad núcleo del área metropolitana del Valle de Aburrá, valle localizado en medio de la cordillera central colombiana, con alturas que van desde los 1.500 a los 2.500 msnm.

Por su localización geográfica y a la configuración topográfica del valle, Medellín goza de un clima templado durante todo el año, con temperaturas entre los 15°C y los 35°C. Según los registros de la estación meteorológica Aeropuerto Olaya Herrera, la ciudad registró para el año 2012 un total de 214 días con lluvia, una velocidad promedio del viento de 7,3 Km/hora y una precipitación acumulada anual de 1.489mm (IDEAM, 2012). Por estas características la ciudad ha recibido el que le han dado el apelativo de *Ciudad de la eterna primavera*.

Actualmente, el municipio de Medellín tiene una población de 2’800.000 habitantes a los cuales se suman alrededor de 860.000 habitantes más que residen en los 9 municipios vecinos, para un total de 3’638.000 habitantes en su área metropolitana.

De los diez municipios que conforman el área metropolitana, la conurbación central se extiende sobre siete de ellos, los tres restantes mantienen características predominantemente rurales.

MAPA 1
EVOLUCIÓN DE LA OCUPACIÓN URBANA EN EL VALLE DE ABURRÁ



Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2011.
Nota: Los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

2. Una expansión urbana problemática

Pese a diferentes esfuerzos de planeación urbana durante el siglo XX, la ciudad no logró contener su crecimiento urbano – formal e informal – hacia las laderas, situación problemática dado que éstas presentan altas pendientes (superiores a 20%) y padecen con frecuencia los efectos de la alta pluviosidad, poniendo a sus habitantes en situaciones de riesgo por deslizamientos y dificultando la accesibilidad a numerosos sectores urbanos.

La expansión urbana y la lógica de especialización territorial según las funciones urbanas que se impuso en el siglo XX acabaron por generar una alta segregación social en el territorio y una tendencia continua a habitar los sectores de ladera, mientras las zonas llanas de la ciudad – aquéllas que gozan de las mejores infraestructuras de movilidad y servicios – mantuvieron sus antiguas actividades económicas e institucionales.

3. El reino del automóvil y la decadencia y renacimiento del transporte público

En este contexto, el automóvil se convirtió en un modo de transporte privilegiado en la planeación y en la construcción de infraestructuras de transporte para la movilidad, relegando el transporte público colectivo a un rol secundario; éste, si bien es aún hoy el modo más utilizado, presenta deficiencias en aspectos como accesibilidad, seguridad y confort para el usuario que reducen su atractivo y competitividad.

Desde los años 90, Medellín y los municipios aledaños, con la cofinanciación de la Nación y el Departamento, han invertido cuantiosos recursos en la consolidación de un sistema de transporte público masivo que se considera pionero en Colombia y que le ha valido varios reconocimientos internacionales. Este sistema está conformado por dos líneas de metro, tres líneas de cables aéreos (Metrocable San Javier-La Aurora Línea J, Acevedo-Santo Domingo Línea K y Sto Domingo-Arví línea L) y una red

BRT – Metroplús (carril exclusivo para buses con plataforma central y piso alto) conformada por dos rutas entre el Parque Aranjuez y Universidad de Medellín, las cuales cuentan con estaciones de integración al metro; a esta oferta se suma el tranvía Ayacucho, la extensión de la infraestructura para el BRT, la incorporación gradual de busetones para el servicio alimentador al sistema BRT en las cuencas Belén y Aranjuez, y nuevos metrocables que se encuentran en fase de ejecución, además de otros proyectos que se encuentran en fases de estudio o diseño.

Las unidades vehiculares del sistema de transporte masivo son eléctricas (cero emisiones urbanas) y los buses empleados utilizan tecnologías Gas Natural Vehicular (GNV, baja emisión de contaminantes al aire). Bajo esta diversidad de opciones de transporte público e integrado, las tecnologías empleadas, la articulación de todos los sectores de la ciudad y la construcción de una cultura alrededor del sistema, Medellín se destaca en el país y en Latinoamérica como una ciudad pionera en la construcción de transporte masivo eficiente, equitativo y amigable con el ambiente.

Como un resultado de esta infraestructura y de su operación, las percepciones de satisfacción y seguridad en el transporte masivo son positivas. En términos de satisfacción, los usuarios del Metro señalaron un nivel de satisfacción de 4,7 en el año 2011. Los usuarios del bus o buseta alcanzaron un nivel de satisfacción de 4,0. La percepción del servicio en el transporte público en la ciudad reveló que cerca de la mitad de los habitantes de Medellín piensan que el servicio del transporte en Metro y Metrocable mejoró en el último año (Encuesta de percepción ciudadana 2011, movilidad y espacio público). Este mismo estudio señaló que la percepción de seguridad en los modos de transporte mostró en el año 2011 que el 93% de los medellinenses piensa que el Metro es seguro. Por su parte, el 63% de los habitantes tuvo una buena percepción de seguridad en el transporte colectivo.

Con la ampliación de la cobertura, la integración y la oferta de servicios del transporte público, sumado a la buena percepción de servicio que ofrecen el transporte masivo e integrado de la ciudad, el número de usuarios se incrementó. Para el año 2000, el sistema de transporte masivo e integrado atendió el 8% de los viajes diarios, para el año 2012 se estima que su participación porcentual en el esquema de transporte aumentó al 10% (Área Metropolitana Valle de Aburrá, 2012).

Sin embargo, pese a la gran acogida que tiene el sistema, el acelerado crecimiento del parque automotor ha sido una constante en la última década y la ciudad empieza a sufrir niveles de congestión vehicular propios de las grandes metrópolis, haciendo de la movilidad un tema constante de preocupación entre los ciudadanos y objeto frecuente de los diferentes discursos políticos. El informe de percepción ciudadana de *Medellín cómo vamos* muestra que la congestión vehicular es vista por los ciudadanos como el principal tema ambiental que la administración municipal debe abordar (56%), por encima de otros como la calidad del aire (40%) y la contaminación sonora (31%).

4. Un contexto institucional complejo

El Ministerio de Transporte es la máxima autoridad en materia de movilidad a nivel nacional. Éste ha delegado en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) el rol de rectora del transporte masivo metropolitano, es decir, aquél con influencia en más de un municipio. El AMVA es, además, la autoridad ambiental metropolitana.

Si bien esto parece otorgarle un gran poder legal al AMVA, en realidad éste es limitado pues no quedan dentro de su órbita asuntos clave como el transporte público municipal y el otorgamiento de licencias para la operación de taxis. Además, si bien al AMVA le compete ejercer autoridad sobre los sistemas masivos (Metro y Metroplús), el proceso de imposición vertical de la norma no le ha dado las capacidades para ejercerla, esto implica que el AMVA le debe consultar cada paso de lo que significa ser "autoridad de transporte" al Ministerio, lo cual señala que esta función no es aún clara.

A su vez, las secretarías de movilidad y tránsito de cada uno de los municipios asumen sus funciones en la escala municipal.

DIAGRAMA 17
ESQUEMA DE LAS DIFERENTES AUTORIDADES DE TRANSPORTE

Fuente: Elaboración propia, 2013.

Este contexto institucional, compuesto por varios niveles y diversos responsables en la toma de decisiones, hace compleja la organización de la movilidad bajo una visión metropolitana. De esta manera, la movilidad en el Valle de Aburrá hace parte del área de políticas específicas que dependen en gran medida de los gobernantes municipales y por lo tanto sujetas a intereses locales.

5. Contexto energético del Valle de Aburrá

Colombia es un país con gran diversidad de energéticos, lo cual garantiza la disponibilidad de energía para suplir la demanda interna. El consumo de energía en el año 2008 fue de 242.575 Tcal (Teracalorías). El sector residencial tuvo una participación en la demanda de energía del 21,2%, mientras que el sector industrial representó una participación de 26,3%. Bajo la estructura del transporte que existe en Colombia se configura una demanda energética que posiciona a este sector como el mayor peticionario de energía final, con una participación del 38,3% (Unidad de Planeación Minero y Energético UPME, 2009).

El diésel es el energético secundario que más se consume en el país el cual tiene una participación de 33,3% en 2008, seguido de la energía eléctrica con 23,8% y la gasolina motor con 21,9% del total. Los derivados del petróleo (Diesel, gasolina, GLP y kerosene) tienen una participación del 61,3% del total de consumo de energéticos secundarios.

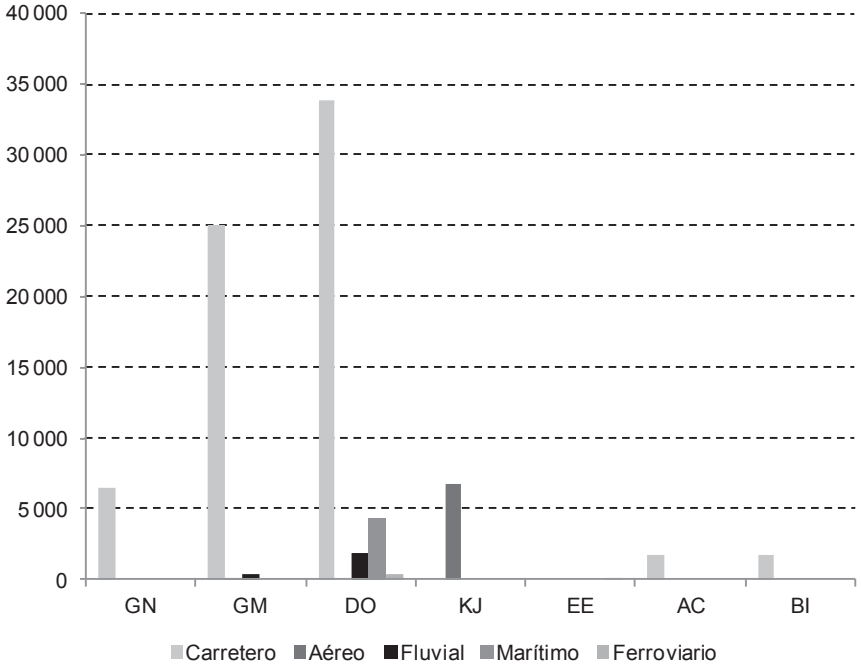
El fenómeno de dieselización del transporte al nivel país se generó principalmente por la implementación masiva de vehículos de transporte público de pasajeros y carga con tecnología diésel, uso en el transporte fluvial y el uso de esta tecnología para vehículos particulares. Además, el menor costo del diésel y la mayor eficiencia de los motores diésel han impulsado la penetración progresiva de esta tecnología en el sector transporte colombiano. A largo plazo se proyecta una disminución significativa de la demanda de gasolina como consecuencia de tecnologías más eficientes y con energéticos alternativos como el gas natural, así como la implementación de sistemas de transporte público masivo, la reorganización del transporte colectivo hacia sistemas integrados y la incorporación de biocombustibles.

Al nivel país el el comportamiento de la intensidad energética presenta una tendencia descendente continua, lo cual se debe entre otros factores a la urbanización y modernización, lo que conduce a la disminución del uso de la leña, y a su sustitución por energéticos más eficientes, reflejándose en una disminución del consumo expresado en energía neta. Además los programas de gestión de la demanda de energía, junto a una importante penetración del gas y la aplicación de normas ambientales explican el comportamiento de la intensidad energética (UPME, 2009).

Desde el año 2005 el sector transporte redujo su participación porcentual en la demanda de energía del país, reportada en 39% al comienzo de este periodo. Para el año 2009 la participación del sector transporte en la demanda de energía se estimó en 37% (UPME, 2010). En la figura se muestra el consumo energético asociado al sector según tipo de combustible en el año 2009.

Una estrategia para sustituir parcialmente los derivados del petróleo por el sector transporte terrestre son los biocombustibles. Según la UPME (2010) en el mediano plazo se mantiene un requerimiento del 10% de etanol. En el caso del biodiesel los requerimientos se incrementan a una tasa promedio anual del 2,8% durante el horizonte de proyección con una mezcla del 5%. Durante el año 2009 se demandaron cerca de 5.400 barriles día de Biodiesel y en 2025 se requerirán 8.400 barriles por día, es decir un incremento del 55,1%.

GRÁFICO 35
DEMANDA DE ENERGÍA DEL SECTOR DE TRANSPORTE DE COLOMBIA, 2009



Fuente: UPME, 2010.

En cuanto a Gas Natural, la UPME en un escenario base, estimó que la demanda crecerá a una tasa media anual de 3,5% hasta el año 2018, al pasar de 716 MPCD (miles de pies cúbicos diarios) en 2008 a 1.014 para el 2018, que corresponde a factores tales como el crecimiento de la población, el aporte del sector industrial en la economía y el proceso de substitución de combustibles líquidos en el sector transporte. Los sectores de mayor dinamismo en el escenario base de demanda son refinación y transporte con tasas de crecimiento promedio anual de 8,3% y 7,8% respectivamente en el horizonte a 2018.

Por otra parte, la energía eléctrica en Colombia es el energético con mayor confiabilidad desde el concepto de autoabastecimiento a largo plazo para el sector transporte. En la actualidad el sistema de generación soporta completamente la demanda interna y permite exportar energía a Ecuador y La República Bolivariana de Venezuela. De acuerdo a XM (2013), la demanda de energía eléctrica en el país es cubierta por centrales hidroeléctricas en un 80% y por centrales térmicas de ciclo combinado: carbón y gas natural, en un 20%. La capacidad efectiva neta instalada en el SIN (Sistema de Interconexión Nacional) al finalizar 2012 fue 14.361 MW.

Actualmente las hidroeléctricas representan el 68,8% de la potencia instalada de generación eléctrica en Colombia (9.878 MW), mientras que las centrales térmicas representan el 30,8% (4.426

MW). En el corto plazo, con los cargos por confiabilidad se ha garantizado el suministro de energía eléctrica nacional hasta el año 2019. Los nuevos proyectos de generación de energía acumulan 3.000 MW de potencia para centrales hidroeléctricas y 450 MW de potencia para centrales térmicas. En este escenario es importante resaltar la suspensión del proyecto Porce IV, hecho que no coloca en riesgo la autosuficiencia energética del país en el mediano plazo.

Bajo este esquema, la mayor amenaza a la confiabilidad de suministro de energía eléctrica en el país está asociada con la reducción de la disponibilidad de caudales debido a fenómenos hidro-climatológicos extremos de larga duración. Sin embargo, la regulación de cuencas propias de los embalses, la construcción de nuevos proyectos de embalses de regulación de caudales, la posibilidad de aumentar la potencia hidráulica, la capacidad instalada de centrales térmicas y las importantes reservas de carbón disponibles en el país, son estrategias viables para la atención de posibles contingencias. Según la UPME, actualmente el país dispone de otros proyectos de generación con estudios avanzados e inscritos ante el Ministerio de Minas y Energía con una potencia hidráulica de 4,750 MW, térmica de 4.660 MW (gas natural, carbón mineral, fuel oil) y eólica de 20 MW.

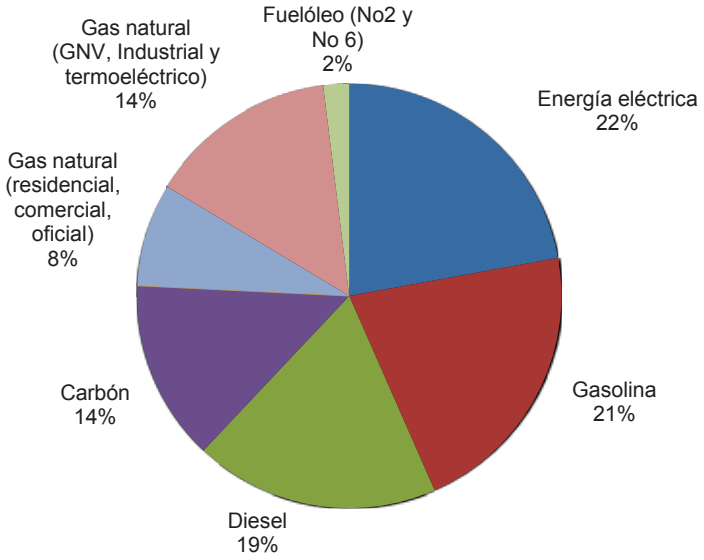
Con relación al precio de la energía eléctrica se reseña un comportamiento relativamente estable y tasas de crecimiento inferiores a las asociadas con los combustibles fósiles líquidos. Dicho comportamiento es resultado del esquema de competencia por subasta, el desarrollo de contratos bilaterales y de un mercado de futuros, búsqueda de la eficiencia de las empresas comercializadoras, autoabastecimiento y la regulación del mercado impartida por entidades de control del orden nacional.

Dentro del esquema de generación de energía, el departamento de Antioquia es considerado potencia nacional en la producción y suministro de energía eléctrica. Se estima que el 40% de la energía eléctrica del país se produce en este departamento. Esto se debe al aprovechamiento de sus recursos hídricos y de la topografía montañosa a través de la construcción de centrales hidroeléctricas y a la efectiva acción de las Empresas Públicas de Medellín (EPM), empresa municipal prestataria de servicios de electricidad, agua y gas natural, que adelanta desde hace varios años un ambicioso proyecto de expansión que le permite actualmente exportar energía eléctrica a otras regiones y países. Pese a este enorme potencial de suministro eléctrico, el consumo energético en el Valle de Aburrá muestra una alta utilización de combustibles fósiles, lo cual es a menudo señalado como algo paradójico. No obstante, la ciudad de Medellín contó en la primera mitad del siglo XX con rutas de transporte masivo eléctrico constituido por cerca de 45 kilómetros de tranvías y trolebuses (BIRD, 2010); esta infraestructura sería desmontada completamente a finales de los años 40 por equivocadas políticas de desarrollo y del transporte urbano. Solo hasta los años 80 nuevamente se reconsideró el uso del transporte eléctrico y actualmente es la única ciudad en el país que utiliza opciones de transporte con energía eléctrica.

El consumo de energía eléctrica del Metro Medellin durante el año 2011 fue de 68,3 GWh, de los cuales el 80%, es decir, 54,6 GWh corresponden al consumo energético de tracción y el 20% restante al consumo de energía para iluminación y fuerza. El promedio de consumo de energía mensual fue de 5,7 GWh (Metro Medellín, 2012).

Con relación al precio de los combustibles fósiles, la política nacional de paridad de precios de los combustibles fósiles respecto al valor de referencia internacional y la existencia de impuestos agregados a los combustibles ha transferido costos incrementales a la operación del transporte a los usuarios. Según los registros de la Unidad de Planeación Minero Energético UPME (2013) el precio de la gasolina corriente en Medellín se incrementó en el último quinquenio (enero 2007 a enero 2013) en aproximadamente 1,7 veces y el precio del diésel en 1,3 veces. Para enero del año 2013 el precio del galón de diésel fue de COP$ 8.169 (USD$ 4,3) y el precio de referencia del galón de gasolina corriente fue de COP$ 8.444 (USD$ 4,44). En contraste, el precio del metro cúbico de gas natural vehicular se han mantenido relativamente estable con un precio a diciembre de 2012 cercano a USD$ 0,7 /m3.

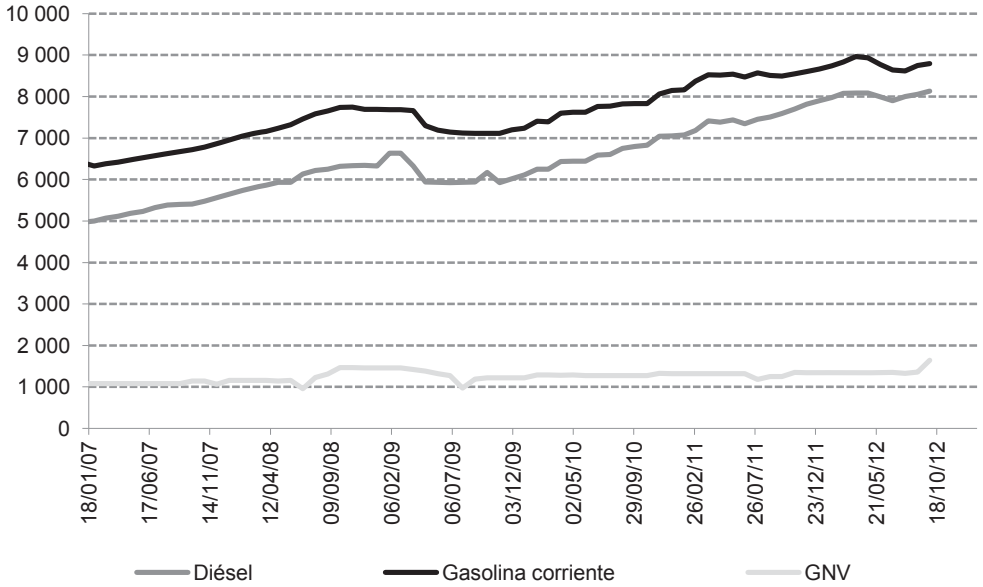
GRÁFICO 36
COMPOSICIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL VALLE DE ABURRÁ EN 2010



Fuente: Elaboración propia, basado en datos de AMVA, Ecopetrol y EPM, 2010.

Para el gremio transportador el combustible se convirtió en el insumo con mayor influencia en su sostenibilidad económica de su actividad. Este hecho implica que esquemas de transporte financieramente sostenibles deban aumentar la tarifa al usuario, situación que se traduce en impactos económicos a los sectores de la población de menores ingresos. Asimismo, el costo del combustible incide directamente en el costo de otros productos como alimentos e insumos en la ciudad y en el costo del transporte particular, hechos con impactos en la canasta familiar.

GRÁFICO 37
COMPORTAMIENTO PRECIO PROMEDIO DE LOS COMBUSTIBLES EN MEDELLÍN 2007-2012
(COP$/galón – COP$/m3 GNV)



Fuente: Elaboración propia, basado en UPME, 2013.

B. Evaluación y comparación de las diferentes opciones de movilidad de pasajeros y carga

El contexto descrito deja entrever que la movilidad urbana representa uno de los principales retos de la ciudad en el presente y que ésta será determinante en el futuro desarrollo urbano, social y económico metropolitano. La movilidad en la ciudad, hasta aquí entendida sólo en términos de transporte de pasajeros, debe comprender además un análisis del transporte de carga, pues éste representa un porcentaje importante del tráfico vehicular actual.

1. Estado actual de las diferentes opciones de la movilidad de pasajeros

El sistema estructurante de movilidad metropolitana se ha constituido a partir de un sistema vial y de un sistema de transporte público.

El sistema vial del Valle de Aburrá se desarrolló de manera independiente en cada municipio a partir de sus centros fundacionales, extendiéndose en la medida que se ocupa el territorio. En el casco urbano de Medellín se aprecia una estructura vial jerarquizada donde se distingue fácilmente un sistema de arterias principales y secundarias, así como algunas vías colectoras que en conjunto ofrecen una retícula completa en algunos sectores y con falencias en otros.

Este sistema es favorecido, desde el punto de vista funcional, por la operación del corredor vial del Río, único eje longitudinal que comunica todos los municipios del área metropolitana. En las zonas de montaña y ladera, la continuidad longitudinal de la malla vial se reduce o desaparece debido a la presencia de algunos cauces profundos de las quebradas que se comportan como barreras naturales entre los barrios, imposibilitando su prolongación.

En sentido transversal, en la mayoría de los sectores existen pendientes que limitan la seguridad en la operación de las vías y la adecuada oferta y funcionamiento del servicio de transporte colectivo de pasajeros.

El sistema de transporte público urbano/metropolitano, está compuesto por dos estructuras paralelas de operación:

El sistema tradicional de buses, conformado por rutas de buses urbanas y metropolitanas, garantiza el cubrimiento casi total de las áreas urbanas de los municipios del Valle de Aburrá, incluyendo las zonas en las que las condiciones topográficas dificultan el acceso. Este servicio tradicional realiza cerca del 34% de los viajes cotidianos (Área metropolitana del Valle de Aburrá, 2012). La operación de este servicio de transporte es delegada por la administración local a particulares, donde las empresas que tienen la autorización para la operación de rutas lo hacen mediante la figura de vinculación de propietarios para garantizar el parque automotor necesario para su operación. Según la Secretaría de Movilidad de Medellín (SMM) para el año 2013 se reportaron 4.288 buses y microbuses con tarjeta de operación en la ciudad.

Si bien este aspecto podría ser considerado como positivo, ya que da lugar a una "democratización" de la propiedad de las empresas, éste se convierte en el factor radical que origina la mayoría de los principales disfuncionamientos de la prestación del servicio. Así mismo, este segmento del transporte creció no solo como consecuencia del incremento de las demandas de viaje de la población sino además por el interés de empresas privadas que encuentran oportunidades de negocio, la consolidación del transporte público como oportunidad de trabajo y la falta de control de las autoridades de tránsito frente al número de vehículos en operación y asignación de rutas. Esta situación generó una sobreoferta y diversidad de unidades de transporte que incidió negativamente en la calidad del servicio al usuario con respecto a los niveles de congestionamiento, la sostenibilidad económica de los transportadores, los niveles de accidentalidad y la generación de emisiones contaminantes.

El Sistema Integrado de Transporte (SIT-VA) se constituye a partir del sistema Metro (operado desde 1995), que funciona como corredor estructurante a lo largo del río Aburrá. Desde 2004, éste se complementa con el servicio de cables aéreos y rutas integradas de buses. Recientemente (2012), nuevos corredores BRT (Bus Rapid Transit) han empezado a operar, complementando la operación del sistema integrado y acogiendo nuevas rutas integradas.

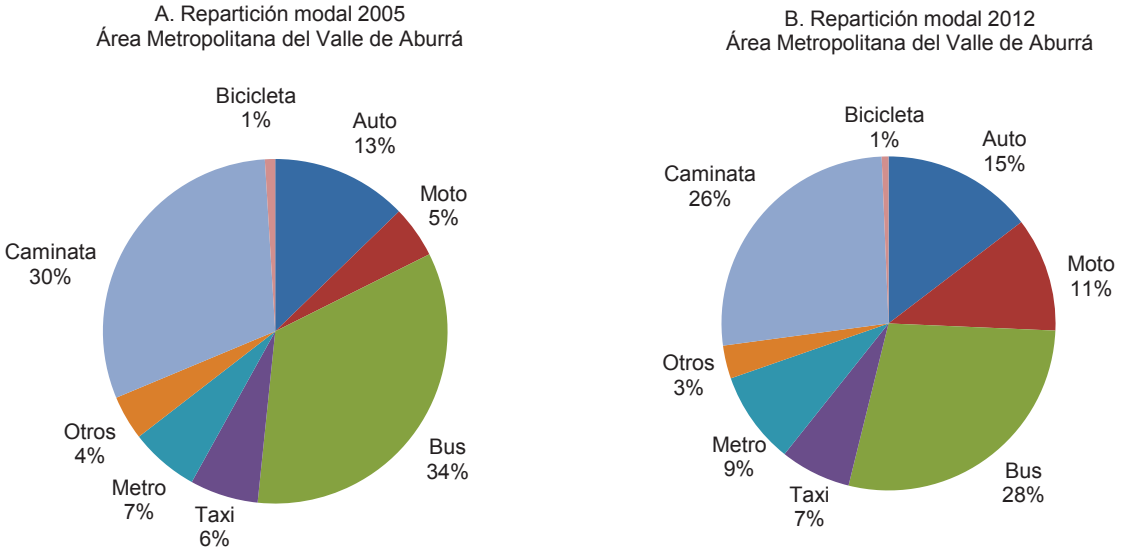
Este sistema, cuya operación es liderada por la empresa Metro de Medellín, se convierte en la estructura más avanzada en la búsqueda de una integración física y tarifaria de los diferentes modos de desplazamiento, lo que garantiza beneficios económicos y sociales para la población más vulnerable.

Según el Metro Medellín (2012), el sistema metro (incluyendo los cables aéreos) transportó cerca de 550.000 pasajeros diariamente y se estima un total de 183 millones de pasajeros durante el año. Para el año 2012 los trenes recorrieron 7'041.755 km., un promedio mensual para toda la flota de 586.812 km. Las tres líneas de Metrocable realizaron 17.408 horas de operación. Los 20 buses articulados recorrieron en total 1'499.903 km, con un promedio mensual por toda la flota de 124.991 km. La flota del sistema Metroplús se completa con 47 buses padrones con tecnología similar a la empleada por los buses articulados, GNV.

a) Repartición modal

Las cifras de repartición modal recopiladas en la última década muestran un aumento importante del uso de vehículos particulares (de 18% a 26% para automóviles y motos) en detrimento del sistema tradicional de buses y de los medios no motorizados. La participación del sistema Metro, pese a presentar un aumento (de 7% a 9%), no parece corresponder con las altas inversiones realizadas para consolidar un sistema integrado de transporte masivo.

GRÁFICO 38
REPARTICIÓN MODAL DEL TRANSPORTE DE PASAJEROS EN EL VALLE DE ABURRÁ, 2005-2012

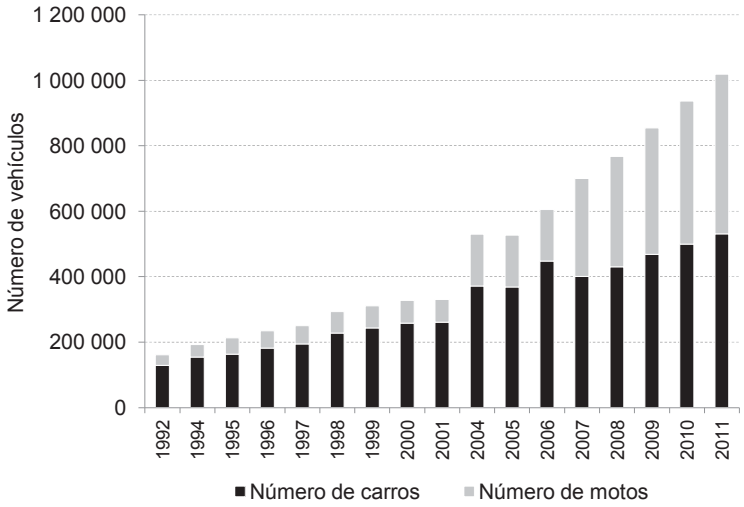


Fuente: Elaboración propia, basado en Área metropolitana del Valle de Aburrá, 2005 y 2012.

En la última década, el mercado de automóviles ha tenido una bonanza sin precedentes que se explica por el buen momento económico que vive el país, una importante reducción en los precios de autos nuevos y usados (reducción de aranceles, firma de tratados de libre comercio y revaluación del peso colombiano) y numerosas facilidades crediticias ofrecidas por los bancos locales.

Igualmente, el mercado de las motocicletas vive un gran auge en la ciudad: los vendedores, calculadora en mano, demuestran a los potenciales clientes que es más económico pagar las cuotas mensuales para acceder a una motocicleta que pagar el costo diario de los desplazamientos en bus; a ello se suma un factor social que otorga un mayor estatus a quienes poseen un medio particular de transporte.

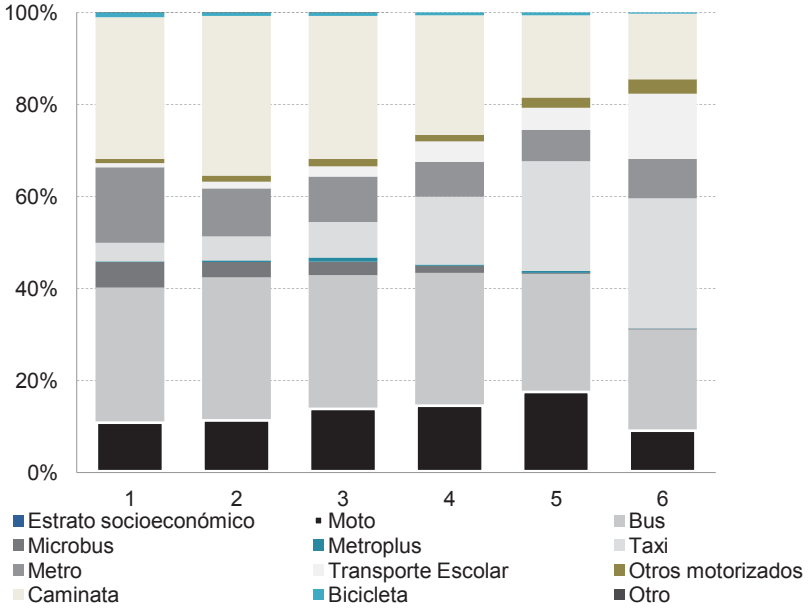
GRÁFICO 39
CRECIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR EN EL VALLE DE ABURRÁ, 1989-2011



Fuente: Elaboración propia, basado en Secretarías de tránsito y movilidad de Medellín, Envigado, Itagüí y Bello, 2012.

El crecimiento del número de automóviles es particularmente notorio en los sectores de la ciudad donde residen las clases altas. Allí, el vehículo particular es el principal modo de desplazamiento (hasta 70%), mientras que entre las clases bajas el transporte público colectivo (hasta 65%) y la caminata siguen siendo los modos más usados.

GRÁFICO 40
VIAJES POR ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS, TODOS LOS MOTIVOS



Fuente: Elaboración propia, basado en Área metropolitana del Valle de Aburrá, 2005 y 2012.

De acuerdo con el Ministerio de Transporte (2012), el parque vehicular en el país para el año 2011 se estimó en 7.220.219 vehículos. De esta cifra, 3.448.620 son motocicletas, 2.173.189 automóviles, 213.182 buses (incluye busetas y microbuses), 977.042 camioneta/camperos, 13.064 motocarros y 237.288 vehículos de carga. Del parque vehicular, 777.242 vehículos son de transporte público y 120.845 son de servicio oficial. Con relación al incremento del parque vehicular en el país se observó una tendencia de crecimiento sostenida durante la última década. Durante el periodo 2009-2011 ingresaron al país cerca de 616.000 vehículos (automóviles, camionetas y camperos) y 1,12 millones de motocicletas. En Bogotá y el Valle de Aburrá se localiza algo más del 50% del total del parque vehicular colombiano.

Asimismo, el AMVA es una de las regiones que agrupa un número significativo de motocicletas en el país (cuadro). Para octubre del año 2012, de los 3,645 millones de motocicletas registradas en el país, el 79,6% son de menos de 125 cc. Este tipo de vehículo se utiliza masivamente teniendo en cuenta su mayor accesibilidad económica, las menores exigencias de habilidad para el conductor y la percepción de menores riesgos en términos de accidentalidad.

CUADRO 59
MOTOCICLETAS EN LAS PRINCIPALES ÁREAS METROPOLITANAS DE COLOMBIA

Ciudad	Número de motocicletas	Número de motocicletas / 1000 hab
Área Metropolitana de Medellín	434 608	124
Envigado	256 519	
Medellín	23 847	
Sabaneta 77.293	77 293	
Itagüí	76 949	
Bogotá D.C.	332 976	42
Área Metropolitana de Cali	449 588	125
Cali	139 944	
Guacarí	74 825	
Florida	45 373	
Cartago	42 547	
Pradera	41 091	
Buga	57 087	
Tulúa	48 721	
Área Metropolitana de Bucaramanga	230 079	210
Bucaramanga	23 364	
Girón	123 433	
Floridablanca	83 282	

Fuente: Elaboración propia, basado en RUNT, 2012.

El incremento del parque de motocicletas en Medellín trajo consigo un aumento de las emisiones contaminantes (especialmente cuando el motociclista era un usuario del transporte público), incremento del número de accidentes reconociendo la baja calidad del conductor de moto y conflictos entre el usuario de este vehículo con el peatón, el ciclista y el conductor. Si bien el aumento del parque automotor es problemático y no existen políticas claras para desmotivar su crecimiento, existe aún un enorme potencial para mantener la participación del servicio de transporte público clásico, para aumentar la cantidad de desplazamientos realizados a través del sistema integrado de transporte masivo y racionalizar el uso del vehículo particular. La integración progresiva del sistema clásico al sistema integrado, que permitiría corregir las mencionadas deficiencias del primero, aparece como el factor clave en la búsqueda de dicho propósito.

En el caso de los modos no motorizados se evidencia una ausencia de políticas públicas específicas y contundentes que permitan aumentar su participación modal. Como resultado, la bicicleta como modo de transporte cotidiano tiene una participación marginal y la caminata ha perdido

representatividad en el esquema de transporte urbano, hechos que se reflejan en la distribución modal 2005 y 2012.

La bicicleta es un modo de transporte urbano con importantes beneficios ambientales, energéticos, económicos, sociales y de salud pública tanto para el usuario como para la ciudad, sin embargo, sus cualidades no son suficientes para evitar que esta opción sea relegada a una participación marginal en el esquema de transporte local. Algunas de los condicionantes que impiden el uso de la bicicleta en la ciudad de Medellín se presentan a continuación.

- El uso de la bicicleta en zonas de pendiente transfiere un esfuerzo adicional al usuario que representa desgaste físico. Esta situación reduce la intención de uso en ascenso o afecta la distancia de viaje que es aceptada por el ciclista. En contraste, durante el descenso en bicicleta se genera un riesgo para los ciclistas poco experimentados. Según Dekoster et.al (2000) pendientes superiores al 6% a lo largo de varias decenas de metros son capaces de disuadir fuertemente el uso de la bicicleta.

- El clima se percibe como una limitante para el uso de la bicicleta, sin embargo, ciertas condiciones climáticas como el frío y el calor tienen impactos marginales en la decisión de uso de la bicicleta. La lluvia desestimula el uso de la bicicleta durante el evento meteorológico teniendo en cuenta los riesgos del desplazamiento y la incomodidad asociada. Asimismo, problemas de drenaje urbano e inadecuados diseños de la infraestructura vial hace que el efecto de la precipitación sobre los ciclistas persista minutos y hasta horas después de terminada la lluvia. En el caso de ciudades tropicales, indicadores altos de humedad y radiación solar directa sobre el ciclista son consideradas como otras condiciones climáticas que inciden negativamente en la intención de uso de la bicicleta.

- Las deficiencias en la calidad de la infraestructura vial urbana como interferencias en ciclorutas, inaccesibilidad, desniveles, hundimientos, cajas de servicios públicos sin sus respectivas tapas de acceso y la excesiva rugosidad de la superficie limita el uso de la bicicleta.

- La inseguridad en algunos sectores de la ciudad o la percepción de inseguridad por parte de los ciclistas genera prevenciones entre los ciudadanos para hacer uso de la bicicleta. Al reconocer la vulnerabilidad al robo en ruta o en los estacionamientos, las personas desisten de la idea de utilizar la bicicleta como una opción de transporte cotidiano.

- Las limitaciones en equipamiento urbano como bebederos, cicloparqueaderos, sitios de encuentro, señalización para ciclistas y la inexistencia de espacios públicos para descanso próximos a las rutas para los ciclistas desestimula el uso de la bicicleta. Asimismo, la ausencia de infraestructura y señalización para garantizar la integridad del ciclista aumenta los niveles de accidentalidad y las percepciones de vulnerabilidad.

- Ausencia de infraestructura exclusiva para ciclistas. Las ciclorutas ofrecen un espacio dedicado al ciclista con importantes beneficios al usuario, sin embargo, la experiencia holandesa demostró que la sola política de extensión de vías segregadas no fue una estrategia completa para mejorar los desplazamientos y la cantidad de usuarios de la bicicleta (Welleman, 1992). La vía es el espacio base para un desplazamiento en bicicleta y su alta ocupación y riesgos asociados genera resistencia al uso de la bicicleta como modo de transporte.

- Si bien se acepta la bicicleta como una opción de transporte recreativo, su uso como modo de transporte cotidiano puede tener una connotación de pobreza o limitación económica; en contraste, el automóvil es el modo de transporte que encarna las aspiraciones y deseos de un gran segmento de la población. Esta percepción se afianza continuamente a través de programas de televisión, películas y comerciales

en los cuales se relaciona a las figuras de mayor prestigio, belleza o ingresos económicos con automóviles y motocicletas de alta gama.

- Normas como la obligatoriedad del casco y chaleco reflectivo, con especificaciones exigentes de calidad y tipo de accesorio, generan molestia y rechazo entre los ciclistas o potenciales usuarios. En sistema de bicicletas públicas el uso de casco puede considerarse una barrera, si no está mitigado con información sobre los riesgos del no uso.
- El sedentarismo se convierte en un problema de salud pública para las sociedades modernas. Un porcentaje de la población vive en una condición en la cual los avances tecnológicos, los modos de transporte motorizados y los hobbies pasivos conllevan a una condición de baja actividad física, aparentemente cómoda y aceptada, que desestimula el uso de la bicicleta.
- La falta de voluntad política para disponer de presupuesto de forma continua para desarrollar infraestructura, garantizar la seguridad y promover el uso de la bicicleta tiene efectos en la participación de este modo de transporte en los esquemas de transporte urbano. Asimismo, la existencia de compromisos bajo otros intereses y el temor al fracaso político de la iniciativa son otras consideraciones que influyen negativamente en la promoción y uso de la bicicleta.
- La imposibilidad de transporte de bicicletas en buses y trenes es una barrera que limita el uso de la bicicleta. Un desplazamiento complementario en bicicleta hacia o desde una estación de transporte público o la posibilidad de utilizar la bicicleta en un desplazamiento completo origen/destino durante el día y otros desplazamientos en transporte público por el mismo usuario son algunos argumentos para reconsiderar este tipo de medidas.

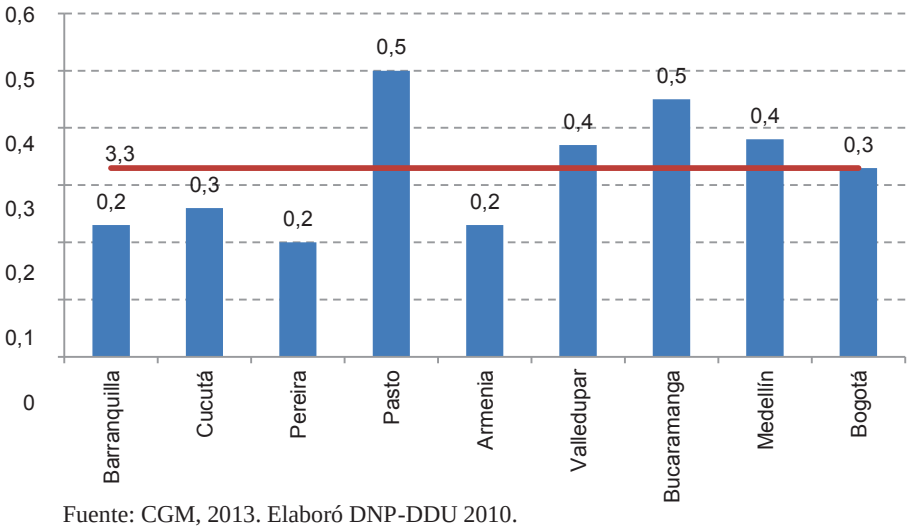
La ausencia de políticas que otorguen incentivos al usuario de la bicicleta y a las empresas que faciliten y promuevan su uso (descuentos tributarios por el desarrollo de sistemas de alquiler gratuito de bicicletas entre sus funcionarios) no favorece el uso de la bicicleta.

- Para el caso de esquemas de alquiler de bicicletas, el vandalismo es uno de los mayores problemas que deberá enfrentar el servicio.
- El conflicto entre conductores de automóviles, motociclistas y ciclistas es un tema que debe ser atendido para reducir los riesgos para el usuario de la bicicleta, así como mejorar la percepción de seguridad durante el recorrido en la ciudad.

También desde el sector público y la ciudadanía empiezan a surgir proyectos y propuestas a favor del uso de la bicicleta desde colectivos ciudadanos, la puesta en servicio de un esquema de bicicletas públicas llamado en EnCicla y planes de construcción de ciclorutas urbanas. De igual manera se reconocen importantes obras de renovación urbana y recuperación del espacio público que mejoran las condiciones de los desplazamientos no motorizados en la ciudad. Se destaca la recuperación de algunos tramos de la Calle 10 y Calle 107, las adecuaciones sobre el corredor Metroplús (tramos viales en la Carrera 45 y Calle 30) y el Paseo Carabobo. Algunos de estos proyectos además incluyeron otros componentes como bibliotecas (Tomás Crrasquilla, España, Leon de Greiff, Belén y San Javier), jardines botánicos, parques y zonas de preservación ambiental (rondas de quebradas). En la fotografía se muestra una estación del sistema BRT, corredor con uso exclusivo para buses y restringido para otras opciones de transporte motorizado.

Según la Contraloría General de Medellín (2013), para el año 2011, el área espacio público efectivo por habitante fue de 3,79 m²/hab., con una variación negativa de 1,04 puntos porcentuales respecto al año 2010. Además, presenta un déficit del 74,7% frente al índice mínimo de espacio público efectivo de 15m²/hab., establecido en el Artículo 14 del Decreto 1504 de 1998. No obstante, Medellín presenta unos índices de espacio público superiores a Bogotá, Cali y Barranquilla (véase gráfico).

GRÁFICO 41
ÍNDICE DE ESPACIO PÚBLICO POR HABITANTE EN CIUDADES DE COLOMBIA

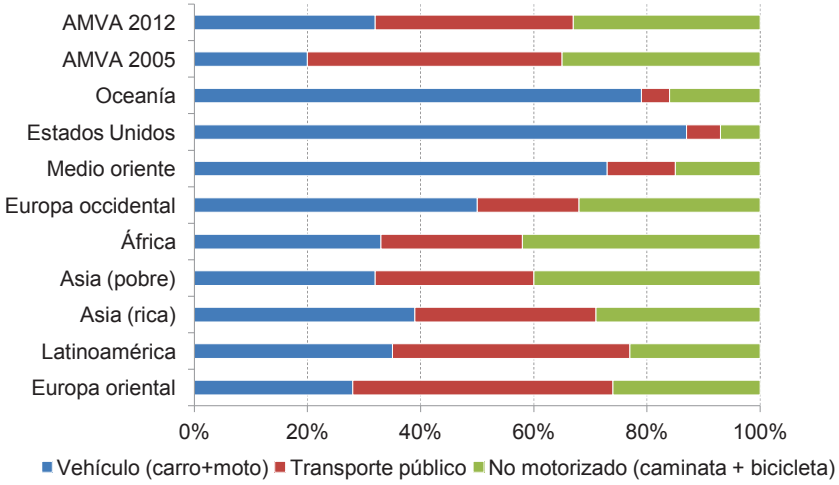


Fuente: CGM, 2013. Elaboró DNP-DDU 2010.

Por su parte, el porcentaje de espacio público efectivo en Medellín es del 8,2%. Este porcentaje hace referencia al número de metros cuadrados de espacio público efectivo existente en la zona urbana. Sólo hacen parte del indicador de espacio público efectivo, los espacios públicos de carácter permanente conformados por parques, plazas, plazoletas y zonas verdes que existen en el sector urbano (CGM, 2013).

La comparación con la repartición modal en otras regiones del mundo demuestra que el área metropolitana del Valle de Aburrá tiene un patrón similar al de otras regiones en vía de desarrollo; esto debe ser visto como una oportunidad de consolidar un modelo de movilidad sostenible, corrigiendo las deficiencias detectadas y evitando así reproducir los errores cometidos por los países desarrollados durante el siglo pasado.

GRÁFICO 42
REPARTICIÓN MODAL EN DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO

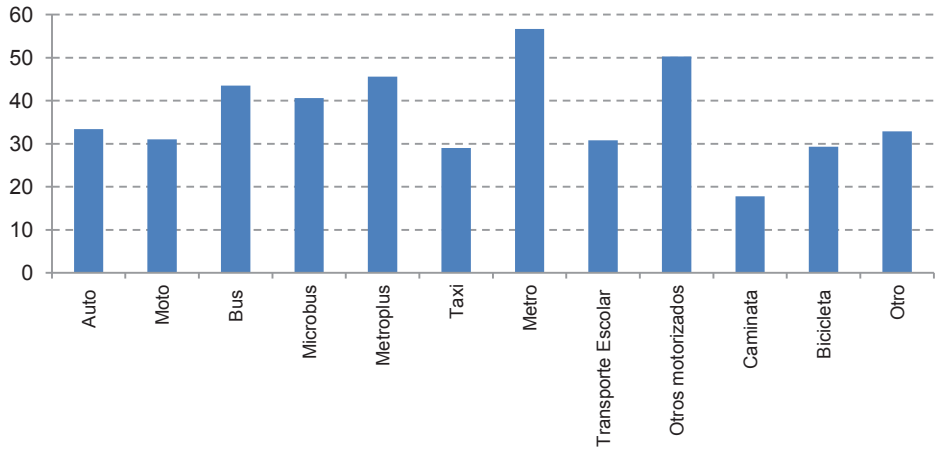


Fuente: Elaboración propia, basado en UITP, 2001. Área metropolitana del Valle de Aburrá, 2005 y 2012.

b) Tiempos de viaje

En Medellín, el tiempo promedio de viaje al trabajo es de 31 minutos, sin embargo, éste puede llegar a ser de una hora para los habitantes de los sectores con características socioeconómicas más desfavorables, mientras que para otros puede ser de tan sólo 20 minutos.

GRÁFICO 43
TIEMPO MEDIO DE DURACIÓN DEL VIAJE POR MODO PRINCIPAL DE DESPLAZAMIENTO[a]



Fuente: Elaboración propia, basado en Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2012.
[a] Otro se refiere a modos poco convencionales tales como: Mototaxi, bus empresarial, taxi intermunicipal.

La ubicación geográfica del origen y destino de los viajes, el modo y el costo del desplazamiento o la existencia de alguna discapacidad física pueden implicar grandes diferencias, en tiempo y dinero, en el momento de desplazarse. En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, los estratos menos favorecidos efectúan el menor número de viajes pero invierten más tiempo para realizar sus desplazamientos cotidianos.

El siguiente plano ilustra los tiempos de viaje promedio al trabajo, confirmando la tendencia de mayor inversión en tiempo para aquellas poblaciones con condiciones socioeconómicas más desfavorecidas, mientras que los estratos más favorecidos tardan en promedio menos de veinte minutos para los desplazamientos laborales. Resulta entonces evidente la inequidad en términos de movilidad y de accesibilidad en el territorio.

MAPA 2
TIEMPO PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTO AL TRABAJO PARA LOS SECTORES DEL ÁREA URBANA DEL VALLE DE ABURRÁ

Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Municipio de Medellín, Plan BIO2030 a partir de datos de la Encuesta de Calidad Vida metropolitana, 2009.

Nota: Los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

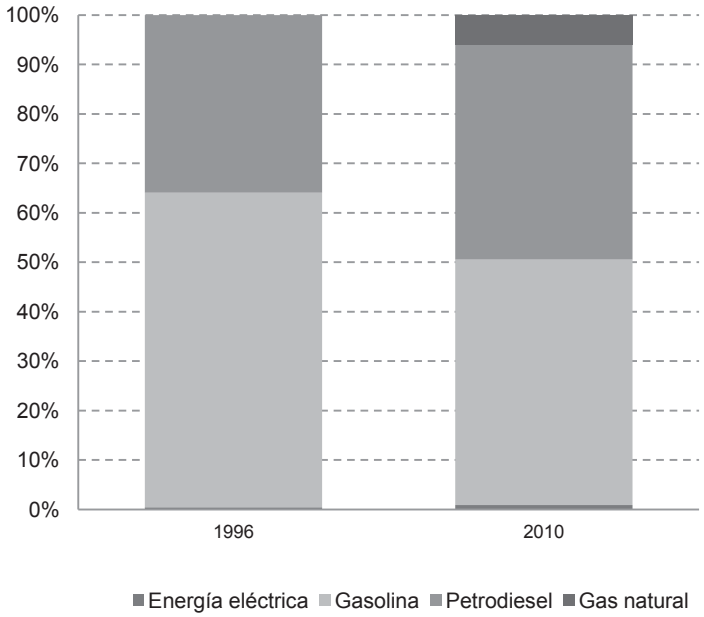
Cabe aclarar que este plano oculta una realidad: los sectores con mayor tasa de motorización presentan también niveles muy altos de congestión vehicular en horas pico, esto hace que, para aquéllos que trabajan lejos de su residencia, los tiempos de desplazamiento trabajo-hogar pueden superar los sesenta minutos. Los habitantes de estos sectores de clase alta, poseedores de poder político y económico, son los principales demandantes de proyectos de expansión de la malla vial.

Si bien los tiempos promedio de recorrido para cada uno de los modos parecen ser aún razonables con relación a los promedios en América Latina, los estratos bajos, que realizan el 45% de los desplazamientos en transporte público y el 46 % a pie, invierten más de treintaicinco minutos en cada uno de sus desplazamientos cotidianos (trabajo y estudio, Elaboración propia a partir de los resultados de Área metropolitana del Valle de Aburrá, 2005.). Incluso, hay casos donde sobrepasan los cuarenta minutos, tiempo máximo estimado como razonable para ciudades en Latinoamérica según el Observatorio de Movilidad de la CAF.

c) Consumo energético

La concentración de actividades urbanas reduce las necesidades de transporte y la proximidad espacial implica menores costos en infraestructura, así, se asume que una ciudad compacta y pequeña es más eficiente en términos de uso de la energía para el desplazamiento (Newman and Kenworthy, 1999). En sentido contrario, la suburbanización obliga al uso del vehículo particular para los viajes cotidianos, pues la implementación del transporte público resulta bastante costosa y poco eficiente en zonas con baja cantidad de usuarios.

GRÁFICO 44
PORCENTAJE DEL CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA POR TRANSPORTE EN EL VALLE DE ABURRÁ EN 1996 Y 2010



Fuente: Elaboración propia, basado en AMVA, 2009 y 2011.

La comparación entre la energía invertida para el transporte en 1996 y en la actualidad en el Valle de Aburrá muestra una reducción de 14.63 a 10.01 GJ por habitante por año. En el contexto de una ciudad que tiende a maximizar la concentración de población en las periferias y a aumentar la suburbanización, esta reducción sólo puede explicarse por los cambios tecnológicos y el mejoramiento de la calidad del combustible. Ambas razones contribuyen directamente en el mejoramiento de la

calidad del aire y la eficiencia energética pero no son suficientes para dar cuenta de una movilidad realmente sostenible.

El aumento en el uso del sistema metro y su conexión a barrios periféricos mediante el sistema de cables, la integración de rutas y un cierto grado de modernización del parque automotor serían los motivos de una mayor eficiencia energética en el transporte del Valle de Aburrá. Aunque aún no hay un reflejo claro en las estadísticas, la puesta en marcha del sistema de buses articulados con carril exclusivo (gas natural) es también un aporte a la eficiencia en el consumo de energía del sistema de transporte.

En contraste, el incremento en el uso del vehículo particular y de la moto son un factor en contra, sin embargo, a pesar del incremento de la motorización particular, no logra afectar el resultado definitivo: la tendencia a la reducción en el consumo de energía per cápita para el transporte. El cruce de datos de densidad urbana y consumo de energía por desplazamientos muestra condiciones muy favorables de eficiencia energética creciente en comparación con otras ciudades del mundo.

Las emisiones del parque automotor están relacionadas con la calidad del combustible, la tecnología y mantenimiento de los motores y las velocidades de tránsito. A pesar de que entre 1996 y 2010 se ha ganado en eficiencia con respecto al consumo energético per cápita del transporte y que la proporción de energía eléctrica utilizada se ha incrementado durante el período de análisis, la participación de la gasolina y el ACPM es aún dominante y continuará siéndolo en el largo plazo.

d) Cobertura

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá comienza a orientar sus políticas de inversión en favor del transporte público colectivo y masivo. La proporción de territorio urbano cubierto por la red de transporte público pesado ha aumentado durante el período de análisis. Esto es el resultado de la construcción y puesta en marcha de una nueva línea de Metrocable en el costado occidental de Medellín y del sistema Metroplús, que garantiza la cobertura en un sector central, comunicando el occidente con el oriente de la ciudad. Así mismo, el sistema Metro ha construido dos nuevas estaciones, garantizando una cobertura adicional en el sur de la conurbación. La infraestructura de transporte público de alta capacidad ha permitido pasar de tener una cobertura urbana del 4,70% en 2005 a 7,83%. Estos datos, comparados con datos mundiales, alcanzan a ser optimistas, ya que en el caso de Tokio el sistema de metro alcanza una cobertura del 10%, mientras que el de París llega a cubrir 6,5% del territorio urbano (CERTU, 2008).

Esta cobertura creciente se explica en parte por la construcción de nueva infraestructura para privilegiar el transporte masivo, pasando de tener una proporción de vías segregadas de 1,05% a 1,78%. Este dato está muy por debajo de sistemas como el de Bogotá (6,4%) y Curitiba (6,3%) y es ligeramente superior al de Río de Janeiro (0,9%, CAF, 2009). Paradójicamente, mientras la proporción de infraestructura exclusiva para la bicicleta ha pasado de 0,44% a 0,81%, la proporción de utilización ha pasado de 0,96% a 0,66%.

Si bien ha habido un aumento en el área de cobertura, ésta resulta aparentemente insuficiente cuando se compara con la población que es usuaria principal del transporte público. Se comprende que el esfuerzo por parte de la administración se ha concentrado en consolidar las zonas centrales en lugar de priorizar la accesibilidad de calidad en los territorios periféricos.

CUADRO 60
KILÓMETROS DE INFRAESTRUCTURA POR MODO

Infraestructura por modo (km)		
Modo	km	Proporción con respecto a la red vial
Metro	31,3	1,08%
Metrocable (cable)	9,32	0,32%
Metroplus (BRT)	12,5	0,43%
Vías ciclistas	24,13	0,83%
Red vial	2 908 97	100%

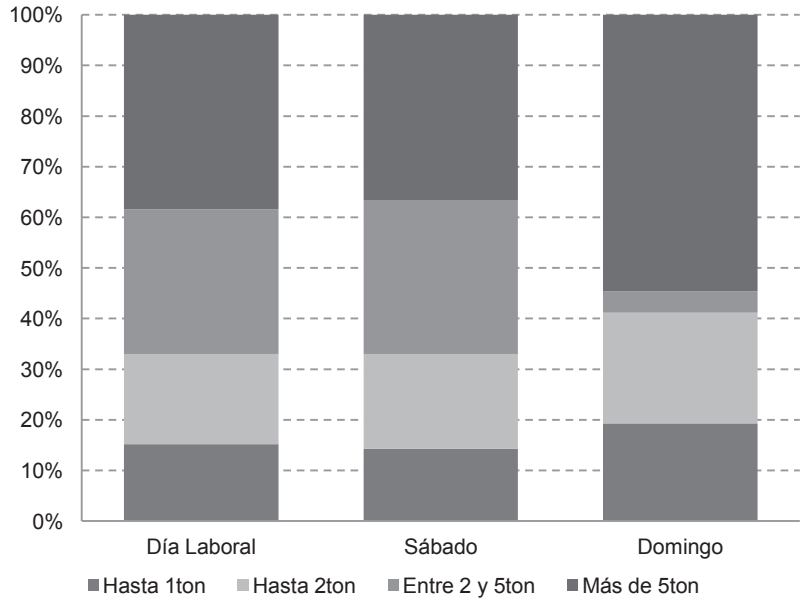
Fuente: Elaboración propia, basado en Metro de Medellín, AMVA, 2012.

2. Estado actual del transporte de carga

a) Situación general

En el Valle de Aburrá se movilizaron diariamente en 2011 alrededor de 102.000 toneladas de carga (más de 37 millones al año), cifra que denota un incremento importante con respecto al año 2004, cuando se movilizaban alrededor de 71.000 toneladas diarias.

GRÁFICO 45
PROPORCIÓN DE CARGA MOVILIZADA

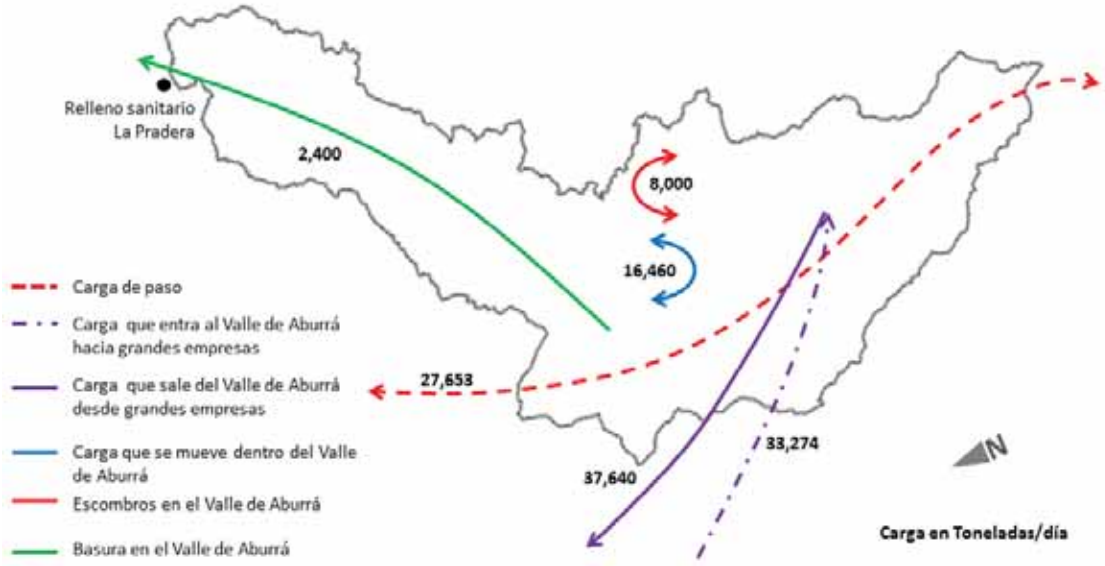


Fuente: Elaboración propia, basado en AMVA, 2012.

Esta carga se mueve en aproximadamente 30.000 camiones, con un promedio de 2.8t por vehículo. Una importante proporción de ésta es transportada en vehículos de alta capacidad (más de 5t).

El panorama general del transporte de carga en el Valle de Aburrá se resume en el siguiente mapa:

MAPA 3
ESQUEMA DE TRANSPORTE DE CARGA EN EL VALLE DE ABURRÁ



Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Encuesta Origen Destino 2012.

Nota: Los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

La circulación de camiones en el Valle de Aburrá representa el 4% del total del tráfico anual (96% pasajeros), pero es responsable del 36% de las emisiones de PM2.5 y del 20% de CO_2 del total generado por las fuentes móviles (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2011, p. 131). El primero es el contaminante más crítico para la salud y el segundo el principal contribuyente para el calentamiento global. Respecto a las emisiones sonoras, el paso de un camión emite en promedio 10 dB más que el paso de un automóvil. Es importante tener en cuenta que la edad promedio de los vehículos de carga en Colombia es de 24 año, lo cual influye en los altos niveles contaminantes de éstos y en su baja eficiencia energética.

b) La carga de paso a través del Valle de Aburrá

Al interior de Colombia, la mayoría de la carga es transportada por vía terrestre (70% en 2011, Ministerio de Transporte, 2011). El sistema público nacional de ferrocarriles dejó de funcionar progresivamente hace varias décadas y el transporte fluvial es minoritario.

La configuración de la red nacional de carreteras hace que una gran cantidad de la carga que hace el recorrido sur-norte debe ser transportada a través del Valle de Aburrá. Esta situación constituye un sobrecosto importante para el transporte, pues la topografía escarpada del departamento de Antioquia obliga a que los vehículos suban desde los 500msnm hasta los 2600m para entrar y salir del Valle de Aburrá, descendiendo nuevamente hasta los 400msnm para alcanzar la región Caribe. Además, estos vehículos de carga deben ingresar a la zona urbana, disminuyendo así su velocidad promedio, aumentando la congestión vial existente y generando emisiones contaminantes.

En el año 2012, un 27% de la carga que transitó por el valle correspondía a esta carga de paso. El número de vehículos pesados implicados diariamente en el paso de esta carga era del orden de 1.550 camiones de todo tipo[63] en 2004.

Teniendo en cuenta la magnitud y el impacto que tiene la carga de paso en el tráfico, las condiciones ambientales y el consumo energético, se hace necesaria una búsqueda de alternativas que favorezcan tanto a los transportadores como a la ciudad en general.

c) El transporte interno de carga

La Encuesta Origen y Destino de Carga, realizada por primera vez a escala metropolitana en 2012, presenta varias cifras que permiten entender la relevancia de este tema en asuntos de movilidad, de calidad del aire, de eficiencia energética e incluso de espacio público.

Cada día se mueven en el Valle de Aburrá alrededor de 22 mil toneladas de carga interna que tiene origen o destino en los establecimientos comerciales de la ciudad. Más del 60% de esta carga se transporta en camiones pesados, lo cual supone un problema adicional a la congestión vehicular actual de la ciudad. Además, teniendo en cuenta que, según estadísticas nacionales, la mayoría de camiones tiene entre 15 y 30 años de antigüedad (Ministerio de transporte, 2006 citado en AMVA, 2012), puede deducirse que esto representa además un problema en términos ambientales, especialmente en lo referente a emisiones nocivas y, por supuesto, con relación al calentamiento climático

Finalmente, impacta que más del 30% de la carga/descarga se realiza de manera inadecuada o ilegal en el espacio público, lo cual aumenta la complejidad del problema.

Por otra parte las motocicletas, aunque representan una proporción importante de los vehículos de carga (hasta 25% de los vehículos propios), sólo mueven un 4% de la carga total. Al igual que sucede con el transporte de pasajeros, este medio de transporte parece tener una tendencia creciente y debe ser tenido en cuenta al momento de plantear estrategias para solucionar los problemas de congestión y de calidad del aire.

Puede concluirse que, en el Valle de Aburrá, el transporte interno de carga no ha sido objeto de una planeación prospectiva en la que se tengan en cuenta la congestión generada, los tiempos perdidos, la energía desperdiciada y la contaminación causada. El hecho de que sólo en 2012 se haya realizado la primera encuesta origen y destino de carga prueba de esto pero también permite pensar que el Valle de Aburrá está próximo a disponer de un Plan Maestro de Transporte Interno de Carga que, dado el diagnóstico realizado, se hace urgente.

C. Soluciones existentes y proyectadas que contribuyan al mejoramiento de la eficiencia energética

Garantizar la competitividad urbana y la calidad de vida de los ciudadanos de forma equitativa y en armonía con el ambiente es el reto de las ciudades modernas. Con estos propósitos, al nivel mundial las ciudades ofrecen distintas acciones orientadas al crecimiento económico, sin embargo, esta situación conlleva a un incremento de las necesidades de desplazamiento de la población y mercancias, una mayor demanda de energía e incremento de las emisiones contaminantes.

En este contexto, la problemática está asociada con la manera como la población hace uso de los modos de transporte urbano, las tecnologías y energéticos empleados para atender sus necesidades de desplazamiento cotidiano. Bajo este planteamiento, si la sostenibilidad del transporte urbano no es posible, en el largo plazo el panorama se vislumbra más complejo teniendo en cuenta que el crecimiento

[63] Para el cálculo de estos valores se considera el total de toneladas movilizadas entre los departamentos que tienen como vía de conexión la troncal occidental y que incluyen un tramo por la ciudad de Medellín (Ministerio de transporte, 2004).

demográfico urbano, las dinámicas económicas involucradas y la expansión de las ciudades son situaciones ineludibles, y que algunos de los impactos colaterales del transporte serán irreversibles.

En este escenario, cualquier hoja de ruta en la planificación del transporte debe soportarse en conceptos de planeación estratégica y desarrollo sustentable. En la planeación estratégica se deben identificar los problemas reales, la meta deseada y un proceso de mejoramiento continuo. Este proceso debe ser económicamente viable, adaptable a las dinámicas del contexto, medible y, reconociendo la complejidad del problema, participativo y multidisciplinar.

Bajo el concepto de desarrollo sustentable, condicionantes de tipo económico, social y ambiental giran entorno de un mismo propósito: el mejoramiento de la calidad de vida de la humanidad. La dimensión social hace referencia a la capacidad de adaptación del desarrollo a los cambios demográficos, culturales y sociales propios de la dinámica de las sociedades y al funcionamiento de los mercados de trabajo; la dimensión ambiental se enfoca hacia la estabilidad de los sistemas físicos y biológicos, los impactos en el ambiente y las repercusiones de éstos sobre la salud (Comisión Bruntland, 1992). Dentro de este concepto es imprescindible contemplar aspectos como equidad, educación, salud y ética (Sachs, 1997).

Bajo este marco de referencia, la movilidad estratégica y sustentable será el resultado de esquemas de transporte urbano capaces de atender las necesidades de desplazamiento de la población y sus mercancías en zonas urbanas con calidad, accesibilidad y sostenibilidad económica, con mínimo impacto ambiental, alta eficiencia energética, con externalidades urbanas positivas y beneficios en salud pública (Velandia, 2013). En este proceso, la planeación del transporte bajo conceptos de eficiencia energética es relevante.

Si bien el tema de la eficiencia energética no ha sido el eje conductor de las políticas y proyectos de transporte, ésta se ve directamente impactada por los desarrollos en infraestructura y tecnología, así como por los avances normativos. Teniendo en cuenta que el consumo energético per cápita para transporte ha disminuido en la región en la última década, pese al incremento acelerado del parque automotor, deben ser privilegiadas las soluciones que conduzcan a una verdadera sostenibilidad urbana, más allá de las cifras relativas al consumo energético.

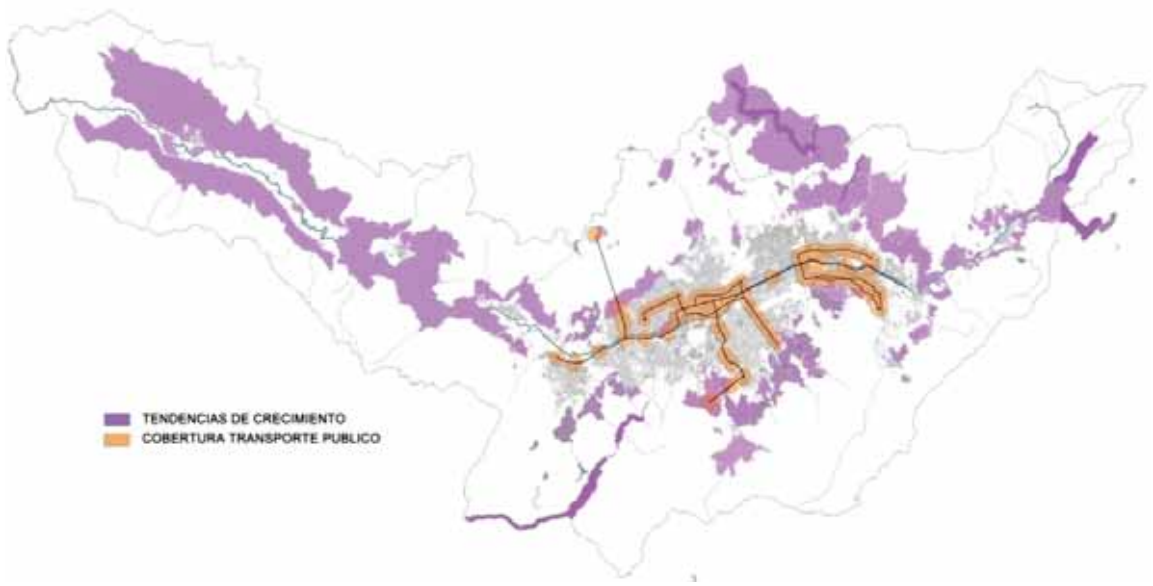
Las soluciones planteadas en el caso del Valle de Aburrá han buscado mejorar las condiciones de la oferta del transporte ya sea público o privado, pero también han buscado mejorar la gestión y la regulación de la demanda, principalmente la de usuarios de las vías. En este sentido, algunos actores han comprendido que las soluciones de movilidad no parten sólo desde las secretarías de tránsito y movilidad. Por el contrario esto requiere de un esfuerzo transversal y paralelo que involucre acciones de fortalecimiento institucional, orientación del desarrollo urbano en función del transporte y viceversa; igualmente requiere la comprensión de los límites que presenta la red actual de movilidad y transporte, lo cual obliga a actuar prioritariamente sobre la oferta y la demanda, teniendo presente que el transporte público debe ser atractivo y los modos no motorizados deben ser privilegiados.

1. En términos de gestión y regulación

Diversas han sido las iniciativas que, de una u otra forma, han buscado contribuir al mejoramiento de la eficiencia energética asociada al transporte.

En términos de planeación urbana, se entiende que las estrategias para mejorar las condiciones de movilidad no se encuentran necesariamente desde la movilidad misma. Es por esto que diversos documentos de planeación territorial como las Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial (DMOT, 2004) y el plan BIO 2030 (2011) han buscado orientar el desarrollo urbano de una manera coherente con el transporte público, revirtiendo la tendencia actual. Esto significa un desarrollo urbano concentrado en la parte central de valle, donde la dotación en infraestructura y servicios es más importante. Esto se busca favoreciendo la redensificación de esta zona central y atrayendo a ella diversos usos, acercando a los habitantes a sus lugares de trabajo, de estudio y de recreación, lo cual habrá de reducir el tiempo, el dinero y la energía invertida en los desplazamientos cotidianos.

MAPA 4
EXPANSIÓN URBANA Y SUBURBANA VERSUS LA COBERTURA DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE



Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Plan BIO2030, 2011.

Nota: Los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Sin embargo, las normas específicas a estos desarrollos imponen una serie de condiciones que desmotivan al sector inmobiliario, prefiriendo la facilidad existente para desarrollar las zonas de expansión en ladera. En consecuencia, el desarrollo durante los últimos años se ha concentrado en las laderas y zonas periféricas de la ciudad y los proyectos de redensificación y renovación tardan en prosperar.

El costo del suelo, la construcción y los servicios en la ciudad de Medellín son algunas situaciones que han impulsado el crecimiento urbano y demográfico de los municipios vecinos. Sin embargo, un importante centro de atracción de viajes sigue siendo el centro de Medellín teniendo en cuenta la oferta laboral, la existencia de dependencias de control administrativo, político y judicial, la concentración de importantes centros universitarios y educativos, la localización de centros culturales y deportivos. Bajo esta consideración, el número de viajes entre Medellín y sus municipios vecinos va en incremento. Mayores distancias de viaje representan una mayor demanda de energía.

En términos de gestión ambiental, la autoridad ambiental nacional a finales de los años 90, con el soporte de estudios realizados por organismos multilaterales y la academia, identificó los altos costos asociados a la mala calidad del aire en las principales ciudades del país. Bajo este escenario, el país adoptó el Conpes 3344 de 2005 bajo el cual se definió la formulación de la política de prevención y control de la contaminación del aire. Posteriormente, el Conpes 3550 de 2008 definió el lineamiento de política integral de salud ambiental, en aspectos como calidad del aire. Algunos de los objetivos de esta política es articular los planes de acción y la gestión de las entidades y desarrollar e implementar procesos y procedimientos tendientes al fortalecimiento de la gestión intersectorial e intra-institucional en el ámbito de la salud ambiental; además crea un Sistema de Unificado Información de Salud Ambiental (SUISA).

Respecto al control de emisiones, se expidieron la Resolución 910 de 2008 y 2604 de 2009, la cuales definieron los estándares de emisión para fuentes móviles (vehículos livianos, vehículos pesados y motos) y los estándares para vehículos de transporte público de pasajeros respectivamente. Dentro de la regulación, a partir del año 2010 solo podrían operar buses diesel Euro IV o tecnología

superior en los SITM. Los vehículos Euro IV reducen en 87% las emisiones de Material Particulado (PM) comparado con vehículos Euro II.

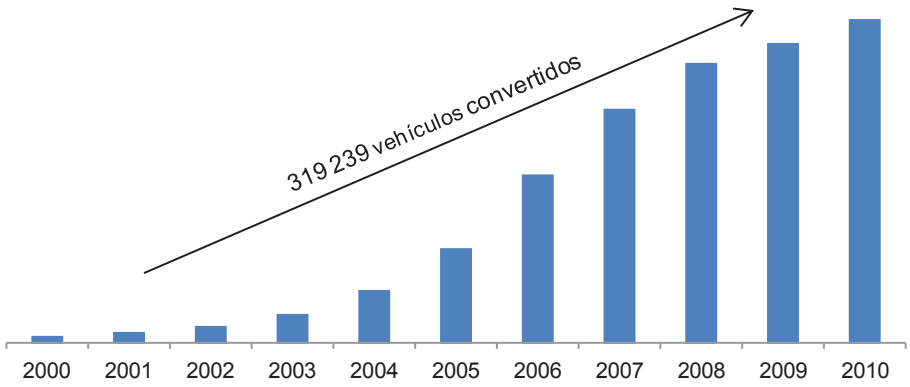
Por otra parte, la Ley 693 de 2001, reglamentada por el Decreto 3862 de 2005 definió las normas sobre el uso de alcoholes carburantes, se crearon estímulos para su producción, comercialización y consumo, y se dictaron otras disposiciones. La norma estableció que en septiembre del año 2005, las ciudades con más de 500 mil habitantes, como Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla, deberán utilizar gasolina en una mezcla 10% de Alcohol carburante. Por su parte, la Ley 1205 del 2008 definió el plan de mejoramiento de la calidad del diésel en el país; esta ley definió que para los Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM) de todos los centros urbanos del país se debería utilizar diésel de menos de 50 ppm de azufre a partir del 1 o de enero de 2010. Asimismo, a partir del 31 de diciembre de 2012, quedó prohibido distribuir, comercializar, consumir o transportar combustibles diésel que contengan más de 50 ppm de azufre, con excepción de aquel que se importe o produzca para fines exclusivos de exportación.

El Ministerio de Minas y Energía ha promovido el desarrollo del programa de gas natural como combustible automotor, con la finalidad de sustituir los combustibles líquidos, más costosos y contaminantes. Para lograr esta meta, se incorporó en la Ley 788 de 2002 (Reforma Tributaria) la exención de IVA para partes y equipos de estaciones de servicio de gas y kits de conversión de vehículos a gas. De otra parte, el desmonte gradual de subsidios de combustibles líquidos sustitutos del gas natural (gasolina y ACPM) en el corto y mediano plazo, necesariamente se traduciría en aumentos periódicos en el precio de estos combustibles, revelando así la mayor competitividad del gas natural.

Para el año 2005, el Gobierno Nacional expidió el Decreto 4570, por el cual se modifica parcialmente el Arancel de Aduanas, se autoriza el desdoblamiento arancelario, descripción y gravamen para algunas subpartidas relacionadas con la industria del Gas Natural Vehicular, bajo lo cual se establecieron otros incentivos tributarios para la industria del GNV. Es así como el crecimiento acelerado de este sector en Colombia, ubicándolo dentro de los primeros 10 países del mundo en número de conversiones durante los últimos 10 años.

En Colombia para el año 2010, el número de conversiones de vehículos gasolina a GNCV fue de 324.515 unidades. En el cuadro se muestra el número de vehículos convertidos a GNCV en ciudades colombianas desde el año 2000 al año 2010 (Promigas, 2011). Se estima que en el año 2012 cerca de 400 mil vehículos GNCV operan en el país.

GRÁFICO 46
VEHÍCULOS CONVERTIDOS A GNV EN COLOMBIA, 2000-2010



Fuente: Promigas, 2011.

Sumado a las políticas del orden nacional el plan de descontaminación AMVA (2009) fue creado como un instrumento que pretende investigar, calcular y demostrar los principales focos

contaminantes que están afectando la calidad del aire del Valle de Aburrá. Su propósito fundamental es reducir las emisiones de las principales fuentes de contaminación, a través de la definición de medidas de control y reducción a corto, mediano y largo plazo, sobre la base de unas capacidades locales y con la perspectiva del fortalecimiento de los recursos humanos, técnicos y logísticos.

A partir de este plan se han definido una serie de acciones para mejorar la calidad del aire, varias de ellas apuntan al transporte de pasajeros y carga. Las más destacables son:

- Mejoramiento de la calidad del combustible: A partir de un convenio con Ecopetrol, el diésel utilizado en la ciudad pasó de tener 3.000ppm a 50ppm (azufre) entre 2006 y 2010. Medida de gran impacto en la calidad del aire.
- Mejoramiento de la tecnología de los buses: En aplicación de una norma nacional, los nuevos vehículos de transporte público deben tener la tecnología Euro IV, lo cual implica mejoras en eficiencia energética y una reducción sustancial de emisiones.
- Transporte sostenible: En convenio con Clean Air Institute se trabaja en la formulación de estrategias para una mayor sostenibilidad del transporte público en la ciudad. Incluye el desarrollo de una herramienta que permitirá cuantificar financieramente los impactos ambientales y los ahorros por medidas de eficiencia energética en los diferentes proyectos de movilidad.

A diferencia de Bogotá que definió con la Resolución 2394 de 2011, tomando en consideración el Decreto 035 de 2009, limitar el tránsito de motocicletas, ciclomotores y motocarros propulsados por motor de ciclo de dos tiempos, la ciudad de Medellín no ha considerado pertinente esta medida. No obstante, el Ministerio de Ambiente concluyó que la tecnología de motor de ciclo de dos tiempos, vierte a la atmosfera entre 5 y 15 veces más hidrocarburos que la tecnología de ciclo de cuatro tiempos, y entre 15 y 100 veces más que otros vehículos automotores.

La matriz energética colombiana, la oferta de sistemas de transporte masivo eléctrico y la chatarrización de buses del sistema tradicional de transporte colectivo ofrecen importantes beneficios en términos de reducción de emisiones efecto invernadero. Es así como el sistema Metro Medellín ha sido beneficiario MDL y se convirtió en un referente en términos de reducción de CO_2 al nivel mundial.

En términos de emisiones de CO_2 se estima que un litro de gasolina emite 2,3 Kg y un litro de diésel cerca de 2,6 Kg (Generalitat de Catalunya, 2011). Para el contexto colombiano se estima una emisión de 0,28 Kg por KWh de energía eléctrica (UPME, 2008). Es importante destacar que el factor de emisiones del sector eléctrico colombiano incluye factores en toda la cadena (producción, transmisión, distribución) e incluso algunos de construcción, en contraste, los factores de emisiones asociados a combustibles fósiles se aplican en el usuario desconociendo otros adicionales en la cadena. Bajo esta consideración, el uso de tecnologías de transporte eléctrico en ciudades colombianas ofrece una oportunidad de reducir las emisiones totales de CO_2.

Asimismo, las emisiones contaminantes que afectan la calidad del aire urbano (material particulado, hidrocarburos totales y óxidos de nitrógeno son menores en vehículos GNCV respecto a soluciones diésel; solo las emisiones de monóxido de carbono y material particulado ultrafino son notablemente mayores en vehículos GNCV (Behrentz, 2010). Entre las opciones de transporte, los vehículos eléctricos ofrecen los mayores beneficios teniendo en cuenta su condición cero emisiones urbanas.

En términos de gestión de la demanda vehicular, en Medellín se implementó la medida del Pico y Placa en el año 2005. Esta medida pretendía lograr una disminución de la circulación vehicular en horas pico (para automóviles particulares la medida operaba de lunes a viernes de 6:30 am a 8:30 am y de 5:30 pm a las 7:30 pm). En un principio la medida buscaba restringir la circulación de un 20%[64] de los vehículos circulantes, aplicado a vehículos particulares y taxis. En el año 2008, se

[64] Cada día se restringía la circulación de 2 números de placas.

incluyeron las motos de dos tiempos en la medida y la reducción de la circulación vehicular pasó a un 40%[65] y en los mismos horarios. En 2013, los horarios se redujeron a 3 horas en total. En la mañana la medida se aplica de 7:00 am a 8:30 am, y en la noche de 5:30pm a 7pm. Igualmente se redujo el porcentaje del área cubierta por la medida, pasando de un 100% del área urbana a sólo 64%.

Medellín, mediante el decreto 1120 de julio de 2008, determinó que los vehículos que usen gas natural como combustible y que así lo acrediten están exceptuados de cumplir con la medida de pico y placa que allí rige. Este mismo beneficio se extiende a vehículos eléctricos con batería y rango extendido.

2. Soluciones técnicas

Tecnologías limpias en el transporte público. El uso de tecnologías, energéticos y configuraciones eficientes para el transporte urbano es otra estrategia implementada en la ciudad durante la última década. Las iniciativas dentro de este marco de acción se alinean con las políticas de eficiencia energética y reducción de emisiones contaminantes del orden nacional.

De acuerdo al Programa de Uso Racional y Eficiente de la energía y uso de fuentes de energía no convencionales PROURE (Resolución 180919 de 2010) se han planteado tres estrategias específicamente para reducir el consumo energético del sector transporte:

- Reconversión tecnológica: Mejorar la infraestructura de transporte existente con el fin de conseguir una mayor eficiencia energética en el uso de los medios, tanto en el transporte de pasajeros como en el de carga y vehículos particulares. La medida está orientada a modernizar las flotas con criterios de adecuación de las prestaciones de los vehículos a las necesidades operacionales.
- Modos de Transporte: Dada la complejidad de la movilidad urbana y todas sus implicaciones, el proceso de mejora de la eficiencia del transporte en este ámbito ha de ser tratado de modo integral. En los planes de movilidad urbana, se deben incluir no sólo las políticas de oferta de mejores medios de transporte colectivo, sino también la regulación en la utilización del vehículo particular, sobre todo aquel de baja ocupación. Algunas estrategias para desestimular el uso del automóvil son el desarrollo de sistemas integrados de transporte masivo de pasajeros, la masificación de sistemas de transporte limpio, eficientes tales como bicicletas eléctricas, motos eléctricas o de bajo consumo de combustible, autos híbridos, implementar incentivos arancelarios, disminución de impuestos en vehículos eficientes y limpios, el estudio de medidas como cargos por congestionamiento y gestión de parqueo, masificar el uso del tren.
- Buenas Prácticas en el Transporte: La medida incluye un conjunto de acciones orientadas a difundir las técnicas de conducción eficiente a los conductores de todo tipo de vehículo, tanto a nuevos conductores, a través del sistema de enseñanza para la obtención de la licencia de conducir, como a conductores expertos, mediante cursos prácticos al momento de refrendar la licencia o al momento de tramitar algún servicio del vehículo.

El Valle de Aburrá ha iniciado una dinámica para incorporar tecnologías limpias en el transporte a partir del Metro de Medellín (1995), al cual se integró el Metrocable (Línea J en 2004 y Línea K en 2008). En 2012 inició el funcionamiento del sistema Metroplús BRT (*Bus Rapid Transit*), cuyos buses funcionan con gas natural. Este sistema ya se encuentra parcialmente en funcionamiento en su corredor troncal (12,5 km en carril exclusivo) y actualmente se construye la pre-troncal sur en los municipios de Envigado, Sabaneta e Itagüí.

Teniendo en cuenta algunos datos de sistemas operativos y pruebas realizadas con unidades de transporte se presenta en el cuadro los rendimientos según tecnología y equivalentes en KWh. Según los datos presentados se encuentra que movilizar a la población haciendo uso de sistemas de

[65] Cada día se restringe la circulación de 4 números de las placas.

transporte eléctrico representa mayores beneficios energéticos en comparación con tecnologías de combustión interna. En este sentido, el bajo potencial energético del gas natural genera un mayor consumo energético en términos equivalentes. No obstante, la sustitución de buses viejos por buses GNV, la gestión operacional de la flota y la posibilidad de racionalizar el uso del vehículo a través de la oferta de un sistema de transporte masivo integrado entregan un valor en términos de eficiencia energética al desarrollo del sistema BRT con GNV.

CUADRO 61
RENDIMIENTOS ENERGÉTICOS EN BUSES ARTICULADOS SEGÚN TECNOLOGÍA

Unidad de transporte	Sistema	Rendimiento
Bus articulado diesel	TM 2009	6,2 Km/galón
Bus articulado GNC [a]		1,23 Km/m3
Trolebús articulado	Quito	2,25 KWh/Km
Trolebús articulado	Salzburgo	2,50 KWh/Km
Bus articulado HEV [b]		7,5 Km/galón

Fuente: Elaboración propia, basado en Velandia et.al, 2011.
[a] Tecnología RENNO 280 – Pruebas Ecopetrol y UNAL (Zapata, 2006).
[b] Se estima para el HEV un rendimiento adicional del 21% respecto a un bus convencional diesel.

Considerando los precios de referencia por energético en el país y los rendimientos por tecnología se estima que buses con tecnología eléctrica poseen un menor costo en este aspecto; el bus híbrido posee un costo superior en un 45% al bus eléctrico con catenaria; el bus diésel un costo superior en un 78% al eléctrico; y el bus gas natural ofrecería un costo superior en un 96% al trolebús (Velandia et.al, 2011). Por otra parte, definir una relación de costos de operación y mantenimiento de las unidades de transporte es difícil debido a la existencia de múltiples variables involucradas. En Sao Paulo, la empresa EletraBus (2008) estimó que el costo de mantenimiento respecto al trolebús de un bus padrón diesel es 1,5 veces mayor y para un bus híbrido diésel (HEV) es 1,3 veces mayor.

En el cuadro se presentan los consumos de energía y emisiones de CO_2 según tecnología para un recorrido de un bus articulado de 80.000 Km/año. Teniendo en cuentas los factores de emisiones y la demanda de energía por tecnología se encuentra que las emisiones de CO_2 para unidades de tracción eléctrica representan los mayores beneficios mientras que las tecnologías diesel son las menos favorables. Por su parte, las tecnologías GNC generan una cantidad de CO_2 equivalente a dos veces las emisiones asociadas a tecnologías eléctricas (esquema energético colombiano) pero emiten 30% menos CO_2 que la tecnología diesel. Las emisiones de los vehículos eléctricos técnicamente estarían incluidas en las emisiones del sector eléctrico colombiano.

CUADRO 62
CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES DE CO_2 SEGÚN TECNOLOGÍA

Tecnología	Consumo/año	Ton CO2/año
Diesel	12 903 galones	129
HEV diesel	10 600 galones	106
GNC	61 538 m3	101
Trolebús	180 000 KWh	51

Fuente: Elaboración propiaes, basado en Velandia et.al, 2011.

La mayor dificultad para el uso de los vehículos eléctricos con catenaria han sido las inversiones iniciales. Aun cuando se reconoce que la vida útil de un bus eléctrico es mayor en por lo menos el doble del kilometraje de un bus equivalente de combustión interna, las mayores inversiones representan una barrera para los operadores, entendiendo que la ciudad no es la encargada de la compra de los vehículos. En este sentido, la operación privada del transporte público urbano demanda

incentivos claros para el uso de este tipo de opciones tecnológicas u otras como los buses eléctricos autónomos, como compensación por los beneficios ambientales de su uso y reconocimiento al mayor esfuerzo económico durante la compra de las unidades de transporte.

Actualmente se construye el tranvía de Ayacucho que servirá para la extensión del metro hacia el oriente de la región metropolitana de Medellín. Éste será complementado por dos cables (1,4km y 1,1km) hacia barrios de difícil acceso por sus condiciones topográficas. El conjunto de tranvía y cables, permitirá una movilización de cerca de 96.000 (Plan maestro empresa de transporte masivo para el Valle de Aburrá, Metro de Medellín, 2010) usuarios al 2020, donde cerca de un tercio sería aportado por los cables. Así mismo, se está estudiando un nuevo corredor de 13,5km de longitud en el sector occidental del valle, conectando un sector muy amplio de la ciudad (previsión de 120.000 usuarios al 2020) y formando así la primera mitad del anillo que permitiría unir el costado occidental con el oriental, además de servir como soporte longitudinal al sistema metro.

Estas acciones han contribuido a la consolidación del Sistema Integrado de Transporte del Valle de Aburrá desde el punto de vista físico de infraestructura. Sin embargo, debido a diversas dificultades institucionales, la integración física y tarifaria aún no está totalmente conformada. Adicionalmente, al Metro se han integrado más de un centenar de rutas de autobuses privados. En 2012, el 46% de los usuarios llegaron al sistema Metro gracias a las rutas integradas.

CUADRO 63
AFORO DE RUTAS INTEGRADAS EN 2012

Aforos Rutas Integradas 2012	Día laboral
Día del aforo rutas alimentadoras	29 de mayo
Viajes día Metro (Estudio OD 2012)	548 217
Viajes día integrados	248 129
Participación de viajes integrados	46%

Fuente: Elaboración propia, basado en Metro de Medellín, 2012

Con relación a la eficiencia energética, el caminar y el uso de la bicicleta son los modos de transporte más eficientes. Por otra parte, entre los modos de transporte motorizados, el transporte masivo es la alternativa con mayor eficiencia energética. El concepto de economía de escala, el uso de tecnologías de tracción eléctrica, esquemas de operación eficientes y mecanismos de ahorro de "combustible" lo convierten en el modo de transporte con el menor consumo de energía por pasajero transportado.

De acuerdo a las cifras presentadas en el cuadro se encuentra que en sistemas metro y soluciones ferroviarias eléctricas el consumo de energía para movilizar un pasajero en una distancia de un kilómetro es de 0,15 KWh; en un bus diesel articulado se requiere un consumo de 0,40 KWh; en un vehículo de gasolina se requiere un consumo de 0,65 KWh. Bajo estas demandas de energía se evidencia que movilizar masivamente a la población haciendo uso de sistemas de transporte masivo, principalmente aquellos que hagan uso de energía eléctrica como combustible, representan los mayores beneficios energéticos en comparación a modos de transporte de combustión (Velandia, 2010). Estos beneficios son igualmente visibles en términos de espacio urbano requerido para el desplazamiento de ciudadanos.

CUADRO 64
CAPACIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA POR MODO DE TRANSPORTE

Modo de transporte	Vehículo Gasolina	Padrón diesel	Articulado diesel	Metro
Unidades requeridas para transportar 1100 pasajeros	687	18	7	1
Eficiencia energética (KWh/pas-Km)	0,65	0,50	0,40	0,15

Fuente: Elaboración propia, basado en Velandia, 2010.

La movilidad en bicicleta. Según el Plan Estratégico para Bicicletas de Medellín (2011) se han definido siete estrategias para aumentar la participación de la bicicleta como modo de transporte en la ciudad: infraestructura de ciclorutas, bicicletas públicas, educación ciudadana, política de movilidad en bicicleta, fortalecimiento institucional a través de la definición de una oficina especializada en el tema, parqueaderos y ciclovías.

El uso de la bicicleta cobra importancia gracias a diferentes iniciativas públicas y de la ciudadanía. EnCicla, sistema de bicicletas públicas impulsado por el AMVA y la universidad EAFIT (2011), busca articular físicamente el sistema de bicicletas al metro, procurando inicialmente cubrir algunos sectores estratégicos (zonas universitarias). Actualmente se están estructurando nuevos corredores de vías ciclistas que permitirán cubrir algunos sectores e implantar nuevas estaciones. Un total de 9km se le sumarán a los 24km actuales de ciclorrutas que tiene la ciudad de Medellín.

Para **información y gestión de la movilidad** se implementó el Sistema Inteligente de Transporte (SIT). Éste hace referencia a una plataforma tecnológica de web 2.0. con cámaras para el control, la planeación, la coordinación semafórica y como base del nuevo sistema integral de información a los ciudadanos. Esta intención tiene como objetivo monitorear el estado de los principales corredores viales y cruces de la ciudad, con el fin de tener un mayor control sobre el estado de las vías y detectar incidentes o situaciones de congestión vehicular de manera rápida y oportuna. De esta manera se pretende ofrecer información oportuna y constante, reducir la accidentalidad, optimizar los flujos vehiculares, así como tomar mejores decisiones en los desplazamientos reduciendo la congestión vehicular y en consecuencia los tiempos de viaje.

Vehículos eléctricos. Durante algunos años (2009, 2010), las autoridades locales procuraron impulsar la utilización de automóviles y motocicletas eléctricas a través de diferentes campañas en las que se visibilizaban su eficiencia energética y sus calidades ambientales. Las motocicletas tuvieron mayor acogida y se estima que existen alrededor de 1.500 circulando en la ciudad.

Dentro de esta iniciativa, los vehículos eléctricos fueron excluidos de la restricción a la circulación (pico y placa). Asimismo, al nivel país, los vehículos eléctricos han sido sujetos a beneficios arancelarios (El Consejo Distrital de Política Económica y Fiscal del Ministerio de Hacienda aprobó la reducción del arancel del 35 al 0 % para un total 750 vehículos eléctricos por año durante un periodo de tres años y un número similar para tecnologías híbridas y gas natural dedicadas) y la exclusión del impuesto a las ventas IVA para vehículos de servicio público (buses, trenes y taxis).

En la ciudad empresas como EPM disponen de algunos vehículos eléctricos tipo iMiEV para realizar pruebas de la tecnología y universidades como la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín realizan pruebas conjuntas con empresas privadas para evaluar las oportunidades de esta tecnología en la ciudad.

La implementación de vehículos de transporte eléctrico encuentra las siguientes barreras:

- Precio inicial. El alto costo de la inversión inicial asociado a la tecnología tanto para sistemas de transporte público masivo, colectivo y vehículos eléctricos significa una barrera para su implementación a corto plazo. Sin embargo, el incremento de la producción, la incorporación de externalidades en los análisis, la sustitución de las compañías tradicionales con tecnologías convencionales y el programa de incentivos aportará criterios para que este tipo de tecnologías puedan ser seleccionadas bajo ciertas consideraciones.

- Vida útil de las baterías. La vida útil de un vehículo eléctrico se estima en 20 años. Con relación a las baterías recargables se estima que su vida útil puede estar entre 2000 – 5000 ciclos. No obstante, la variedad de baterías recargables y sus características implican riesgos transferidos a los usuarios asociados con menores rangos de vida, generando un costo adicional al vehículo.

- Autonomía. La autonomía de los vehículos eléctricos es menor de 150 Km; sin embargo, en el mercado se encuentran disponibles pilotos con autonomías superiores. Viajes superiores a estas distancias no serían soportados por nuevas tecnologías 100% eléctricas sin un

esquema de estaciones de recarga rápida. En el contexto colombiano, la distancia de viaje es menor a 20 Km/día, hecho que asegura el uso del vehículo eléctrico bajo el concepto de uso urbano y transfiere la intención de carga de las baterías al hogar. Con relación a los sistemas de transporte público masivo y colectivo eléctrico se puede establecer que la autonomía es "ilimitada" mediante una conexión directa de energía. La pendiente en algunas zonas de la ciudad representa una barrera física para el uso de los vehículos eléctricos de batería BEV. Aunque la potencia de estos vehículos no le impediría sortear la topografía de la ciudad, existe un costo que se refleja en la autonomía del vehículo.

- Resistencia al cambio. El desarrollo de vehículos convencionales a bajo precio será una reacción del mercado; adicionalmente, el desarrollo de tecnologías tipo buses articulados con mayores capacidades de transporte y tecnologías de combustión más eficientes, ya son una realidad que refleja la reacción del mercado ante un posible competidor.

- Estaciones de carga rápida. La capacidad de carga rápida de baterías en vehículos eléctricos representa un costo adicional del vehículo. El sistema eléctrico deberá contemplar a largo plazo un requerimiento de sistemas de almacenamiento de energía temporal para soportar los nuevos picos de demanda de energía. La inexistencia de puntos de recarga pública es una restricción operacional para los BEV.

- Normalización. Los sistemas de conexión y recarga no están amparados por normas que aseguren el adecuado uso de las tecnologías, sin embargo muchas de las actividades y procedimientos aún no pueden ser normalizadas debido a los continuos adelantos en estas áreas. En Colombia, la ausencia de investigación y desarrollo relacionada con sistemas de tracción eléctrica ha generado vacíos normativos que deben ser cubiertos para el facilitar el ingreso de las nuevas tecnologías y garantizar estándares de calidad.

- Certificación de vehículos. La aprobación y certificación de los vehículos, chasis y componentes bajo estándares ambientales y de seguridad, es indispensable para la operación de los nuevos vehículos. Esto requiere de inspecciones y pruebas en prototipos y modelos comerciales para cada referencia. Colombia, por ser un país que adopta tecnología y no la desarrolla, carece de protocolos de certificación tecnológica.

- Legislación. Puede ser un actor motivador o una barrera. La legislación como barrera contempla la existencia de obstáculos administrativos ligados a la resistencia al cambio, desconocimiento de las nuevas tecnologías, sostenimiento de programas de costo mínimo e intereses afines con los sectores perjudicados por las nuevas tecnologías. En este sentido, los organismos de planeación y la sociedad deben encaminar a sus representantes para evitar tropiezos en los planes de desarrollo y garantizar la implementación de aquellos con mayores beneficios a largo plazo.

- Limitaciones de estandarización. En vehículos convencionales es común la existencia de componentes estándar que pueden ser utilizados en diversas referencias de vehículos con manufacturas originales o genéricas. En los vehículos eléctricos algunos componentes pueden seguir esta tendencia; no obstante, baterías, controladores y otros componentes hacen parte de tecnologías propias de cada fabricante y aun instalados en un vehículo pueden estar protegidos para evitar su manipulación y estudio.

- El análisis de costo mínimo y de corto plazo como rasero para aprobar un proyecto de transporte público es una barrera si se desconoce el cúmulo de externalidades asociadas a cada alternativa; si existen problemas con la información y los modelos para proyectar el tráfico; e intervención de la economía política para definir una u otra iniciativa, el presupuesto y la operación. Por su parte, los vehículos eléctricos incorporan beneficios asociados a ahorro de costos por combustibles y operación, aumento de la vida útil y posibles beneficios tributarios y de movilidad (implementados en algunos países) que permiten compensar el mayor costo de la inversión.

- La orientación hacia una política entorno al vehículo particular. Una política alineada hacia el transporte masivo limita los recursos disponibles para garantizar el desarrollo de la infraestructura para el vehículo y viceversa. En este sentido, un rumbo de la política del transporte en las ciudades que permita el libre desarrollo del vehículo y la motocicleta será el elemento propicio para el fracaso de las políticas de transporte masivo, mejoramiento del aire, eficiencia energética y aumento de la calidad de vida de la población en centros urbanos. Si bien los vehículos eléctricos encontrarían en este escenario su mejor oportunidad, es importante resaltar que ello ocurrirá a largo plazo en el mercado colombiano y dependerá, principalmente, de la política de sustitución tecnológica del vehículo convencional y de los incentivos ligados a las nuevas tecnologías.
- Manejo de residuos. El manejo de las baterías recargables y algunos componentes se ha convertido en un desafío para la industria automotriz, las autoridades ambientales y las empresas de aseo. Hoy no existe claridad sobre el posible reciclaje o disposición final de estos productos, no obstante, hay estrategias de manejo de residuos que deben ser protocolizadas para reducir sus impactos en el ambiente.

3. Soluciones relativas al transporte de carga

Para reducir los efectos negativos del transporte de carga que circula en la ciudad es necesario, de una parte, buscar alternativas que permitan reducir el innecesario tránsito de paso por el Valle de Aburrá y, de otra parte, reorganizar la circulación de la carga que debe circular en la zona urbana.

BIO 2030 propuso reducir el paso de carga nacional de tránsito por la zona urbana del Valle de Aburrá con el fin de disminuir el volumen de vehículos de grandes dimensiones en las vías que atienden el tráfico urbano y metropolitano. Con la construcción de vías regionales alternas para el paso de la carga nacional y con la tendencia de reubicación de la industria primaria por fuera del Valle de Aburrá, el porcentaje de la carga de travesía debería verse reducido a una proporción menor al 10 % del total de la carga que circula dentro del área metropolitana.

Como alternativas para evitar el paso de la carga en tránsito por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, se contemplan la vía marginal del Cauca y una conexión vial directa entre los municipios de Guarne y Girardota con especificaciones de vía troncal.

Teniendo en cuenta las dificultades topográficas de las rutas existentes, el desarrollo de estas alternativas viales representaría una disminución muy importante del consumo de combustible y de los tiempos de viaje para los vehículos de carga, convirtiéndose así en una solución que incrementaría la competitividad del comercio nacional, reduciría la congestión vehicular y la contaminación atmosférica en la ciudad y aumentaría la eficiencia energética del transporte de carga.

Racionalización de la circulación de la carga pesada en zona urbana a partir de la construcción de centros logísticos de transporte de carga (CLC)

Con el fin de reducir el número de camiones pesados circulando a través de la ciudad, diferentes documentos de planificación (Plan Maestro de Movilidad-2006, Directrices Metropolitanas e Ordenamiento Territorial-2006 y BIO2030) han propuesto el desarrollo de centros logísticos localizados en los principales accesos al Valle de Aburrá. La ubicación exacta de estos centros logísticos, así como su capacidad, están condicionados entre otros factores por los proyectos de infraestructura vial a nivel nacional, tales como las Autopistas de la Montaña y las plataformas logísticas multimodales, estas últimas ubicadas en la intersección de los corredores ferroviarios y fluviales.

Estos centros logísticos metropolitanos han de servir como puntos de entrada y salida del transporte de carga pesada, a partir de los cuales se debe realizar el acopio y la distribución de mercancías en vehículos utilitarios adecuados para circular en medio urbano. La ubicación de los puntos de acopio de mercancía debe buscar incentivar la operación conjunta entre los establecimientos de una misma zona (economía de escala) y aumentar la tasa de ocupación de carga de los vehículos.

Para la caracterización de los centros de carga, se debe identificar la funcionalidad de la logística de acuerdo con su ubicación dentro de la región.

Los CLC deben incentivar el desarrollo de actividades relacionadas con la cadena logística alrededor de ellos. Los centros logísticos de carga deben estar cubiertos por un buen servicio de transporte público, que atienda esta nueva oferta de empleo. También se debe reglamentar el uso del suelo alrededor de los centros logísticos para promover la ocupación por parte de las actividades relacionadas con el transporte de mercancía (talleres, estaciones de servicio, depósitos, etc.).

Teniendo en cuenta que alrededor de 70.000 toneladas diarias entran y salen de la ciudad con origen o destino en grandes empresas o industrias, la reorganización del transporte interno de carga a partir del desarrollo de estos centros logísticos podría tener un impacto importante lo relativo a emisiones atmosféricas y descongestionamiento de la red vial; sin embargo, estos proyectos no parecen ser prioritarios en la agenda metropolitana.

4. Información al público

Históricamente, ha existido una gran deficiencia en todo lo relativo a la información a los usuarios de los diferentes modos de transporte en la ciudad; esto tiene consecuencias que van desde la congestión vial hasta la pérdida de potenciales clientes del transporte público. Igualmente, se percibe una ausencia de conocimiento por parte de los ciudadanos sobre las implicaciones económicas o ambientales relativas a la elección de uno u otro modo de desplazamiento. Para paliar estas deficiencias, diferentes instituciones han adelantado campañas y proyectos que pretenden dar al usuario informaciones comprensibles y oportunas que le permitan tomar decisiones.

El Sistema Inteligente de Transporte (SIT) contiene, dentro de sus principales componentes, una serie de estrategias destinadas a informar permanentemente a los ciudadanos sobre el estado del tráfico en las vías a través de diferentes medios de información (Secretaría de Movilidad de Medellín, 2013).

El Metro, a través de la campaña *Mi aporte Metro* (miaportemetro.com), pretende visibilizar ante el público las bondades de la utilización de este sistema de transporte. Para ello, utiliza cifras y argumentos que abarcan temas como la salud, el ahorro en dinero y en tiempo, la eficiencia energética y la conservación ambiental.

Por su parte, el AMVA adelanta el programa *Date un respiro*, que promueve entre los ciudadanos diferentes cambios de comportamiento con el objetivo final de mejorar la calidad del aire. Entre éstos se encuentran varias ideas relativas al uso del transporte público y los medios no motorizados. Además, el AMVA ha desarrollado diferentes programas de formación e información para actores estratégicos de la movilidad metropolitana como conductores de buses y camiones y responsables de los centros de diagnóstico automotor.

En general, las acciones mencionadas son recientes y aún es difícil evaluar su impacto; sin embargo, diferentes instituciones reconocen su debilidad en la tarea de informar al público de una forma simple y efectiva.

Cabe mencionar que el sistema tradicional de transporte público adolece de un sistema adecuado de información, por lo cual es sumamente difícil para un usuario conocer los horarios y las rutas de los buses, situación que viene a sumarse a los problemas de confort y seguridad que padece este sistema.

5. Incentivos financieros y no financieros

Incentivos para la construcción de infraestructura. En Colombia existe un apoyo financiero por parte del estado para desarrollo de los sistemas de transporte de mediana capacidad tipo BRT. La infraestructura del sistema Metroplús se ha servido de dicho apoyo, donde el Estado nacional ha dispuesto de un 70% y las diferentes entidades territoriales han aportado el 30 % restante. Este esquema de financiamiento no ha servido para la construcción de los cables, ya que éste no aplica para

sistemas de baja capacidad. En consecuencia, éstos han sido financiados directamente con recursos del Metro y el Municipio de Medellín en su mayoría y en algunos casos con el apoyo de la Gobernación de Antioquia y el Ministerio de Transporte. La siguiente tabla detalle los aportes de cada actor, para la construcción de los diferentes cables.

CUADRO 65
APORTE FINANCIERO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE MASIVO

Proyecto	Costo total est. (millones de USD)	Aportes Municipio de Medellín	Aportes Metro de Medellín	Gobernación de Antioquia	Ministerio de Transporte	Otros
Metrocable Línea K (2km)	24	55%	45%			
Metrocable Línea J (2,8km)	47	73%	27%			
Metrocable Línea L (4,5km)	21	38%	34%	17%	9%	2%

Fuente: Elaboración propia, basado en Dávila., 2013.

Esta tabla no detalla el total de los costos de los proyectos recientes del Metro. Sin embargo, da una idea de lo importante que es el papel del Municipio en la concreción de éstos proyectos. Así mismo, el presupuesto dispuesto por el metro para cada uno de los proyectos hace parte de la acumulación de un porcentaje de las tarifas de los usuarios. En otras palabras, son los usuarios quienes pagan los aportes del metro en estos proyectos. El resultado de esta operación es el alto costo de la tarifa para los usuarios, no solo del transporte público masivo, sino también del colectivo (buses), que conduce en gran medida a la deserción de algunos usuarios del sistema.

Incentivo a la racionalización (chatarrización) de buses. Las iniciativas lideradas desde el AMVA a favor de la reducción de emisiones son desarrolladas con recursos propios. Ninguna de estas acciones ha sido objeto o ha dado lugar a algún tipo de incentivo. Muchas de las acciones no continúan por falta de recursos o por falta de voluntad política. En el caso concreto de la racionalización del parque vehicular de buses, el usuario del transporte público se convierte en el gran financiador, pues una parte de la tarifa se destina a un fondo de "racionalización" con el cual se financian estas acciones.

Desincentivo al uso del automóvil particular. El *pico y placa* se puso en marcha como medida provisional, no financiera, para gestionar la demanda del uso del vehículo particular. Esta medida, ya obsoleta, es cuestionada por los efectos perversos que ha provocado. Como producto del aumento de la riqueza de la población, una cantidad considerable de hogares han optado por comprar un segundo vehículo para disponer de dos carros con los cuales efectuar sus viajes todos los días, sin verse perjudicados por el *pico y placa*.

D. Identificación de las claves de éxito de las medidas de eficiencia energética

1. Lo monetario —costo de la solución

Medellín y su región metropolitana le han apuntado a un modelo de movilidad sostenible, fundamentada en la tecnología. La existencia de diferentes tipos de transporte público de pasajeros (además del servicio de buses y taxis, Metro, Metroplús, Metrocable y próximamente tranvía), ofrece alternativas de elección a los usuarios. Si a esto se suma el interés de la administración pública por privilegiar los modos no contaminantes, se puede reconocer que esta tendencia está mejorando no sólo la movilidad, sino también la calidad del aire y, por ende, la calidad de vida de los habitantes de la metrópoli.

Para llegar a la constitución de un sistema adecuado de movilidad, fundamentado en la tecnología para la movilidad sostenible, es prudente hacer un análisis de lo que esto ha costado y podría costar si se tiene en cuenta que la implantación de nuevos sistemas y la operación de los existentes se hace a partir de los recursos obtenidos de las tarifas y una proporción a partir de la publicidad.

CUADRO 66
CAPACIDAD DE PASAJEROS TRANSPORTADOS Y COSTOS DE CONSTRUCCIÓN POR MODO DE TRANSPORTE

Sistema	Capacidad (pasajeros hora sentido)	Valor unidad de transporte en dólares	Valor - km de infraestructura en dólares
Metro	60	6 millones (1.100 pasajeros)	40 millones
Metrocable	1000 – 8000 (capacidad instalada en Medellín 1.200 – 3.000 pax/h/s)	(sin información)	14,5 millones
Metroplus BRT	20.000 - 25.000	200 – 300 mil (170 pasajeros)	7-10 millones
Tranvía	16	2,5 millones (300 pasajeros)	45 millones
Bus colectivo convencional	2	60 mil (40 pasajeros)	(sin información)

Fuente: Elaboración propia, basado en Metro de Medellín, 2007 y Velandia, 2013.

Además de estos sistemas existentes actualmente se estudia la creación de nuevos corredores de transporte público de mediana capacidad. Las infraestructuras a privilegiar son los sistemas BRT. Si bien su tecnología actual es el gas, para los sistemas futuros, aún no se tiene claro la opción a privilegiar. Hay unas cifras de Metroplús que dan cuenta del sobrecosto que supone un sistema eléctrico. EPM realizó un estudio para la línea Belén-Aranjuez, donde se definió que la construcción de la infraestructura para la tecnología eléctrica costaba 24 millones de dólares más y 4 millones anuales en mantenimiento, además del impacto visual y la incompatibilidad entre los árboles y las catenarias.

Si bien los sistemas eléctricos resultan ser más costosos en su construcción y operación, son más baratos en el largo plazo. A pesar de esto, el municipio de Medellín se decidió en su momento por la tecnología de gas teniendo en cuenta los recursos con los que contaba para tal fin.

El costo de las soluciones aún siguen siendo fundamentadas en los aspectos financieros, pues la evaluación del costo benéfico para la ciudad, en términos de emisiones, salud pública, etc., aún no ha sido considerada. El gas, a pesar de ser considerado en Colombia, como un combustible "limpio", no está exento de emisiones. Por esta razón, hoy en día, el Área Metropolitana lleva a cabo con estudio asesorada por el *Clean Air Institute* con el fin de definir los criterios para una mejor evaluación de los impactos asociados a la implantación de una u otra tecnología. Los resultados de este estudio estarán listos en el año 2014.

2. Factibilidad

a) Técnica

El uso de tecnologías limpias en el transporte público, la consolidación del SITVA y el mejoramiento de la calidad de los combustibles han sido resultado de las acciones por reducir los impactos negativos asociados a la congestión y las emisiones de gases y partículas del sector del transporte, que a su vez, de manera directa e indirecta, han dado lugar al mejoramiento una eficiencia energética.

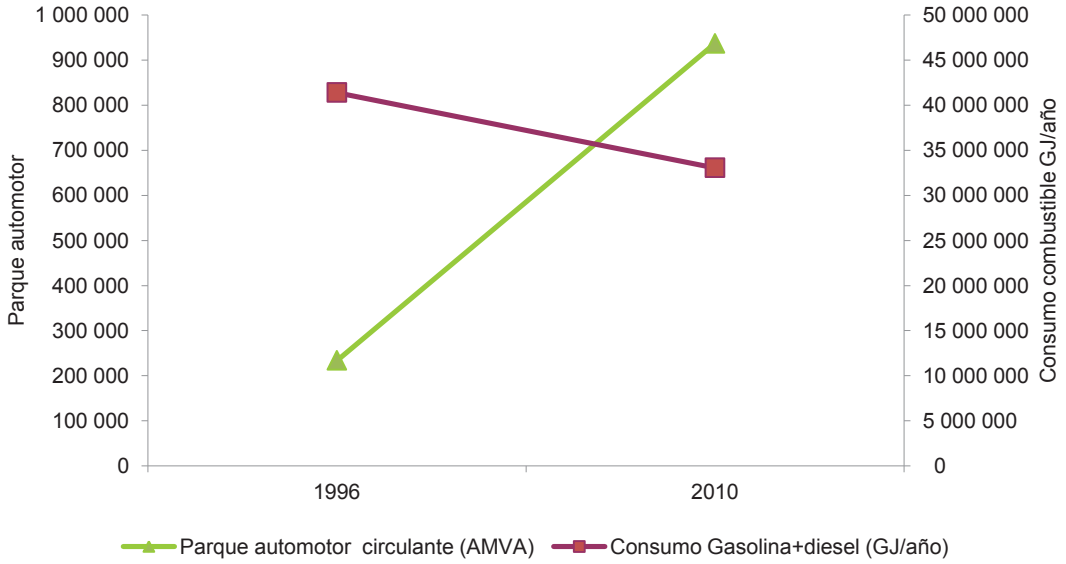
Hoy en día hay más usuarios en el SITVA que hace algunos años. El metro ganó dos puntos en la proporción de viajes entre 2005 y 2012, pasando de 7% a 9%.

Así mismo, a pesar del crecimiento del parque automotor, se consume menos gasolina hoy que hace 15 años. Esto, puede explicarse por el aumento en los rendimientos energéticos de las

tecnologías de combustión en los carros nuevos, el mejoramiento de los combustibles, y por el uso del gas natural vehicular y el diésel en automóviles, camionetas y vehículos de servicio público tipo taxi.

Las acciones se han concentrado en la mejora de la calidad del aire del Valle de Aburrá, éstas han conducido de igual manera a un mejoramiento de la eficiencia energética y han contribuido indirectamente al mejoramiento de la eficiencia energética. Muestra de ello, se refleja en el aumento del parque automotor y la aparente estabilidad, incluso reducción del consumo de combustibles en el Valle de Aburrá.

GRÁFICO 47
RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE VEHÍCULOS CIRCULANTES Y EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE



Fuente: Elaboración propia, basado en Urbam, 2012.

En el país, el uso del GNCV se ha convertido en estratégico para el sector transporte, especialmente el transporte urbano, teniendo en cuenta la disponibilidad de un combustible de bajo precio y con costos moderadamente estables en el tiempo. Comparativamente con las gasolinas, el gas permite ahorros significativos, ahorros que se convierten en más significativos para aquellos usuarios que hacen un uso intensivo de la energía como taxis, buses y flotas. Asimismo, las políticas de fomento al uso de este combustible han generado incentivos económicos a la reconversión.

b) Financiera

La empresa Metro de Medellín pertenece en 50% al municipio de Medellín y en 50% al departamento de Antioquia. Su junta directiva está compuesta por representantes del departamento, del municipio y del gobierno nacional. La solidez financiera demostrada por el Metro de Medellín durante sus años de funcionamiento, le han permitido gozar de un rating financiero muy bueno, y en consecuencia poder acceder a préstamos y financiamiento de una manera "fácil" para la construcción de infraestructura. Además, la empresa Metro, sostiene que es uno de los pocos metros del mundo que se autofinancia en términos operacionales.

Si bien el metro es reconocido por su estabilidad financiera, tal como se evidenció en el capítulo anterior, el Municipio de Medellín se ha convertido en el gran socio financiero del Metro para las últimas intervenciones y proyectos. Para los cables, el municipio ha invertido en proporciones iguales o muy superiores a las del mismo Metro de Medellín. Esto puede explicarse en gran medida por la gran capacidad financiera del municipio de Medellín a partir de las utilidades que le deja las Empresas Públicas de Medellín. EPM pertenece en su totalidad al municipio de Medellín y es prestadora de los

servicios públicos de agua, alcantarillado, energía eléctrica y gas. Así mismo produce el 20% de energía eléctrica del país y tienen inversiones en otros países. Al igual que el metro, esta empresa posee una calificación muy buena de riesgo financiero nacional.

Entre 2001 y 2011 EPM le aportó un 50% de sus utilidades al municipio de Medellín, se ha convertido en la principal financiadora de los proyectos del Municipio, no sólo a nivel de infraestructura de transporte, sino también a nivel de otras iniciativas públicas como los parques Bibliotecas, jardines infantiles, etc. Entre 2010 y 2011, EPM aportó US$ 877millones para los proyectos de Medellín. La siguiente tabla ilustra los montos transferidos por EPM al municipio de Medellín entre 2008 y 2011.

CUADRO 67
TRANSFERENCIAS DE EPM AL MUNICIPIO DE MEDELLÍN, 2008-2011

Transferencias de EPM al municipio de Medellín 2008 - 2011 (COP millones)				
	2008	2009	2010	2011
Transferencias ordinarias	333 227	399 519	509 343	437 346
Transferencias extraordinarias	187 5	18 ,5	337 5	360 154
Total transferencias	520 727	587 019	846 843	797 5
TRM promedio anual	1 966 26	2 156 29	1 897 89	1848 17
Equivalente en millones US$	265	272	446	432

Fuente: Elaboración propia, basado en EPM, 2012 y Banco de la República, 2012.

c) Institucional: Movilidad y transporte, hacia el fortalecimiento de una autoridad metropolitana

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá juega un papel muy importante desde la política pública en el desarrollo de acciones para mejorar la calidad del aire y la eficiencia energética. Esto se debe al reconocimiento y a la capacidad de acción que tiene el Área Metropolitana desde lo ambiental. Esto le ha permitido desarrollar y montar una propuesta política concreta a favor del medio ambiente, donde cada uno de sus componentes (movilidad y planificación) se acogen y se articulan a sus propuestas políticas.

De igual manera, el municipio de Medellín, gracias a sus Empresas Públicas y al Metro, ha logrado consolidar un músculo institucional y financiero que le permite desarrollar los proyectos de infraestructura y tecnologías limpias para el transporte. Para nadie es desconocido que "cuando el Metro quiere desarrollar un proyecto, lo hace". Tampoco hay que desconocer que este mismo "poder" y capacidad de ejecución y desarrollo de proyectos, se vuelve contraproducente. Muchas de las decisiones pueden pasar por encima de la autoridad de transporte metropolitano AMVA. En este mismo sentido, teniendo en cuenta el poder institucional del Metro de Medellín, y la débil capacidad institucional del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en ocasiones el Metro mismo, es capaz de entorpecer algunos procesos a su favor. Este último como operador del sistema metro, ha visto vulnerada su operación a partir de las nuevas líneas que se están desarrollando en el Valle de Aburrá, y ha llegado a oponerse a los nuevos desarrollos, llegando a proponer que se cambien los diseños para su beneficio[66].

Resulta evidente la importancia de desarrollar al AMVA como una verdadera autoridad de transporte, que logre ordenar bajo un solo proyecto las visiones del Metro, Metroplús, los transportadores privados y de todas las secretarías de tránsito. Es claro que las grandes acciones de la movilidad así como las infraestructuras exigen la concertación y acuerdo de diferentes municipios y una presencia importante de las autoridades competentes municipales y supra-municipales. La construcción de esta nueva autoridad (que es diferente a la del sistema y su infraestructura) es uno de los grandes retos de los próximos veinte años, dado que con las competencias actuales y la institucionalidad actual resulta imposible racionalizar los

[66] Un caso particular de esto se ha visto reflejado en la vía troncal de la Avenida del Poblado hasta industriales, donde el metro se opuso a la puesta en operación de todo el corredor longitudinal del Metroplús, bajo el argumento de que éste sería una competencia directa del sistema metro. Vale la pena señalar que este corredor, si bien es paralelo al metro, además de garantizar una cobertura adicional, permitiría descargar el sistema metro, que ya se satura en horas pico.

temas de movilidad entre los municipios, las secretarías de tránsito y transporte, y los transportadores, constituyendo así un problema en la medida en que sin un marco normativo claro y una institucionalidad que opere, se termina creando una serie de problemas muy agudos.

d) Aceptabilidad de los usuarios

Partiendo de que la principal estrategia de reducción de emisiones atmosféricas y eficiencia energética en el Valle de Aburrá ha sido la construcción y extensión del sistema integrado de transporte masivo, es posible identificar diferentes pruebas de que éste cuenta con una alta aceptación entre sus usuarios y, en general, entre los ciudadanos del valle.

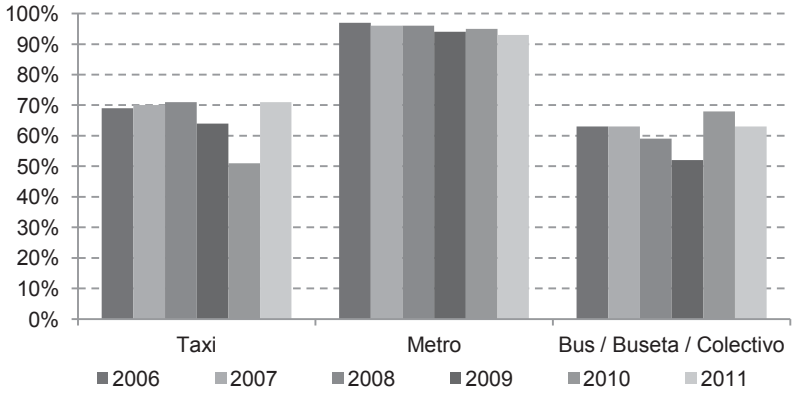
En primer lugar, el sistema Metro fue pionero en el país y, a la par con el desarrollo de su infraestructura y su operación, logró desarrollar la ahora célebre C*ultura Metro*, que significó un cambio en la forma de comportarse en el espacio público y en el transporte público en una ciudad que venía de sufrir tiempos de gran degradación en sus valores elementales. Esta mezcla de innovaciones tecnológicas, calidad del servicio e impacto social le han valido a la ciudad numerosos reconocimientos nacionales e internacionales, generando entre los ciudadanos un orgullo y una apropiación que no es común hallar en los sistemas de transporte de otras ciudades o países. A esto se refiere el a menudo intangible pilar de la sostenibilidad catalogado como "lo social".

En un aspecto más pragmático, la encuesta de percepción ciudadana *Medellín cómo vamos* reitera que el sistema Metro continúa siendo el mejor evaluado por sus usuarios (98% de satisfacción en 2011). Además, un 50% de los encuestados manifestó que el servicio había mejorado en el último año.

Teniendo en cuenta que la congestión vial es señalada como uno de los grandes problemas de la ciudad y que la percepción general es que el sistema tradicional de transporte público es inseguro, puede concluirse que el potencial de crecimiento y de captación de usuarios por parte del sistema integrado de transporte es grande y puede ser capitalizado para seguir consolidando una red de transporte limpio y eficiente con el apoyo de la ciudadanía.

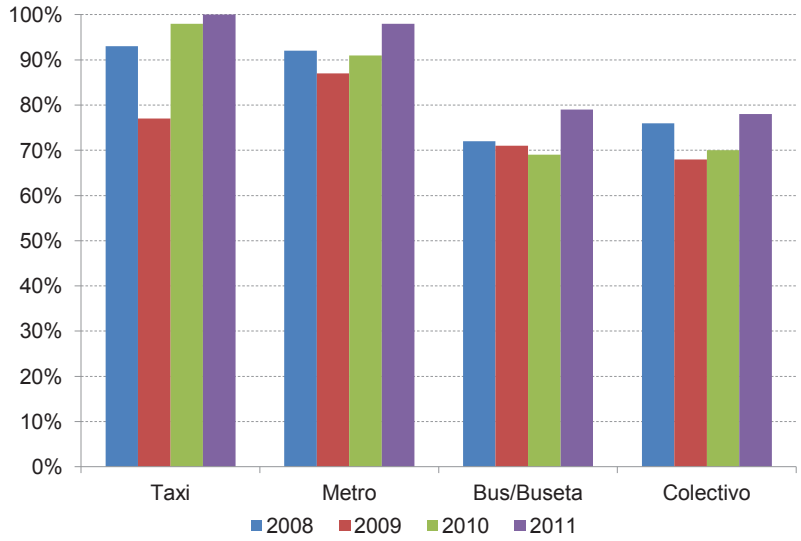
Paradójicamente, problemas como la calidad del aire y el nivel de ruido en la ciudad —ambos relacionados con la movilidad "tradicional"—siguen siendo señalados como problemas a los cuales la administración municipal debe prestar atención prioritaria. Esto da a entender, una vez más, que la consolidación del sistema integrado de transporte, por más limpio y eficiente que pueda ser, no basta para lograr una movilidad y una ciudad sostenible mientras no se adopten medidas para detener los problemas heredados del siglo pasado: el número de vehículos particulares y sus numerosos efectos negativos.

GRÁFICO 48
PORCENTAJE DE PERSONAS QUE PERCIBE QUE SU MEDIO DE TRANSPORTE ES SEGURO



Fuente: Elaboración propia, basado en Medellín cómo vamos, 2012.

GRÁFICO 49
PORCENTAJE DE PERSONAS SATISFECHAS CON EL MEDIO DE TRANSPORTE



Fuente: Elaboración propia, badaso en Medellín cómo vamos, 2012.

e) Aceptabilidad política

La infraestructura de transporte público de alta y mediana capacidad se ha concentrado en su mayoría en Medellín. Esto, debido a la disponibilidad de los recursos y por la concepción técnica que se tiene de cubrir las zonas donde ya exista una demanda suficiente que permita garantizar el beneficio de la inversión en la infraestructura. En los municipios por fuera de Medellín, para lograr captar una buena demanda, es necesario que la infraestructura atraviese diferentes municipios. Si bien algunos de ellos pueden tener interés en estos desarrollos no es siempre el caso. Ej: Caso del Metro en Envigado. Cuando el Metro decidió extenderse hacia el sur, para lograr cubrir los municipios de Enviga e Itagüí, éste primero se opuso a que la estación que hoy lleva su nombre, se implantara en su suelo. Esto condujo a diferentes sobre costos en la ejecución de la obra, si se tiene en cuenta que el metro tuvo que ser atravesado desde el costado oriental, donde se concentra la mayoría de su infraestructura, hacia el costado occidental.

Algo similar sucede hoy en día con el Metroplús. El gran avance actual ha tenido lugar en Medellín. Al ser el único municipio y por sus capacidades fiscales ha podido, a pesar la su demora, permitir la construcción de las líneas troncales actuales. Hacia el sur del Valle de Aburrrá, este proyecto ha tenido dificultades por diferentes razones. Para garantizar su continuidad a lo largo de ejes principales longitudinales para lograr una mejor cobertura, es necesario que la infraestructura atraviese diferentes municipios. Algunos de ellos han mostrado su disposición, otros no tanto. Esto ha conducido a retardos en los diseños y en la ejecución de las obras.

A esto se le suma, que muchos de estos municipios que "retardan" la ejecución de las obras, son los grandes facilitadores actuales para la construcción de vivienda nueva. Sin embargo, mientras que las grandes infraestructuras se están pensando para consolidar una ciudad compacta en los suelos planos, los grandes suelos para el desarrollo de vivienda, se concentran en las laderas de esos municipios. Esto demuestra una incoherencia, el mercado inmobiliario, la intención buscada a través de las normas de ordenamiento territorial y el desarrollo de infraestructura.

f) Planificación del uso de suelo

Igualmente, sin que la eficiencia energética sea su razón principal, algunas acciones han dado lugar a desarrollos orientados al transporte público y a la racionalización efectiva de algunas rutas de

buses. Tal es el caso del cable de Santo Domingo, cuya intervención se dio en una zona ya consolidada y donde los usuarios son altamente dependientes del transporte público. Este desató igualmente una serie de intervenciones de carácter público generando una dinámica urbana en torno a nuevas fuentes de empleo, al comercio local y los equipamientos públicos.

Por su parte, el sistema metro que se ha localizado en la zona central del Valle de Aburrá, aún no ha logrado generar una dinámica similar en la mayoría de sus estaciones. Sólo algunas de ellas han producido algunos cambios en cuanto a aprovechamientos del suelo.

La ambigüedad normativa más conocida del Valle de Aburrá en materia de planificación está relacionada con la débil autoridad del AMVA sobre el ordenamiento municipal. Como es sabido, la autoridad que la Ley 128 le asigna al AMVA en este campo es sólo para dar lineamientos generales, dado que la misma constitución le dio a los municipios las competencias para planificar su territorio en un nivel más específico que el AMVA. De esta manera se da la situación peculiar que el "agente" que debería ser cada municipio termina teniendo más poder reglamentador que el "principal" que es el AMVA.

De esta manera, terminan confluyendo en el Valle de Aburrá visiones distintas de ordenamiento con una capacidad de articulación relativamente limitada. A pesar entonces del propósito articulador del Área Metropolitana del Valle de Aburra, los (Planes de Ordenamiento Territorial) POT municipales complican la ejecución de proyectos en la zona central. Las "Directrices Metropolitanas" sugieren un desarrollo bajo el modelo de "ciudad compacta", buscando concentrar el mayor desarrollo urbano posible en la zona central. Esto se busca favoreciendo la formulación de planes parciales y proyectos en esta zona. Sin embargo, la tenencia de predios extremadamente fragmentada, los intereses individualistas de los POTs municipales y las mismas normas específicas a cada uno de los planes parciales imponen una serie de restricciones o condiciones que desmotivan al sector inmobiliario a llevar a cabo esos desarrollos en la zona central. Esto motiva a efectuar el desarrollo en las zonas de ladera en el municipio de Medellín y otros municipios. En estos sectores, donde se ha concentrado el desarrollo inmobiliario, el control ejercido por parte de las autoridades, quizás no es lo suficientemente riguroso. Esto se explica a partir de las incapacidades técnicas y fiscales de las autoridades municipales y metropolitanas para hacer cumplir las normas.

Las zonas nororiental y noroccidental (diferentes a Pajarito) de Medellín carecen de nuevos proyectos. Por el contrario, la mayor parte de la nueva carga urbanística formal se ha concentrado en Medellín, en la comuna de El Poblado, en la zona suroriental y en los sectores Loma de los Bernal y parte alta de Calasanz (zonas sur occidental y centro-occidental, respectivamente), así como en las laderas de los municipios de Envigado, Sabaneta, La Estrella, San Antonio de Prado y algunos sectores de la ladera en Bello. Los polígonos de "Desarrollo", definidos por los POT municipales, se concentran en su mayoría en la periferia, sobre terrenos de expansión o disponibles para ser urbanizados. Aquellos polígonos ubicados en la zona central son en su mayor parte polígonos de "renovación y redesarrollo". Esto implica una mayor complejidad en el tratamiento de las zonas centrales, pues se requiere trabajar "sobre lo construido" y donde las normas y la tenencia de predios en diversas manos dificulta la acción.[67] Resalta acá la debilidad del tejido institucional para gestionar los suelos que implican redesarrollos y planes de renovación de zonas ya construidas. Ni la región metropolitana, ni los municipios individualmente considerados, cuentan con operadores urbanos que posibiliten una adecuada gestión del suelo. De esta manera, la oferta nueva de vivienda formal se concentra hoy sobre las zonas de ladera, mientras que el fondo del valle, con su amplia oferta de servicios urbanos, presenta un menor número de proyectos. En consecuencia, durante los últimos años, los grandes desarrollos inmobiliarios se han concentrado en las zonas periféricas de la ciudad, o en otros municipios diferentes a Medellín donde el valor del suelo es aún menos costoso, y donde de alguna manera, las condiciones aún no son tan estrictas.

[67] Desde el punto de vista normativo, uno de las principales desincentivos para permitir el desarrollo de los sectores de la zona central, es el frente mínimo requerido para construir sobre estos polígonos. Para garantizar dichos frentes mínimos se necesita, en la mayoría de los casos, de la concertación entre varios propietarios con los constructores. Por ejemplo en la zona de San Joaquín y Bolivariana, se presentan los siguientes requisitos de acuerdo a la norma POT.

Finalmente, se presentará la explicación de estos retos en el ordenamiento en cinco causas institucionales. Primero, la debilidad en las capacidades para regular el ordenamiento del territorio está dada porque existe un desajuste (relativo) entre los lineamientos que se dictan por parte del AMVA y por otro lo que se plasma en el territorio, logrando con esto un modelo de ordenamiento que en muchos casos se aleja del deseado. En este sentido es claro que la Ley 128 no le da al AMVA más que competencias generales sobre el ordenamiento territorial, pero es también claro que los mismos municipios no se han comprometido como les permite la misma Ley 128 para que el AMVA tenga mayores posibilidades de regulación sobre hechos de ordenamiento que sean definidos como metropolitanos. En otras palabras los municipios miembros podrían darle más competencias al AMVA para tareas de regulación del ordenamiento como los faculta la Ley.

Segundo, la debilidad en el control y la vigilancia del territorio expresa una ausencia en las capacidades institucionales por parte del AMVA en la medida en que esta no tiene mecanismos operativos de supervisión y sanción sobre las curadurías y las secretarías de Planeación Municipal. Así los planes que se fijan las Directrices Metropolitanas DMOT quedan desarmados a la hora de controlar la expansión de la mancha urbana.

Tercero, los sistemas de información en materia de suelos constituyen un elemento clave para consolidar la autoridad metropolitana. Aunque esta no tiene la facultad de manejar los catastros de los municipios miembros, si tiene interés en gestionar los procesos de actualización (como ya lo ha hecho) para asegurar también incrementos en sus propios ingresos. Pero su labor principal podría ser la de mantener información actualizada sobre la estructura predial metropolitana, que consolide la información de los municipios, del Metro (sobre la cuenca del río), de las laderas, y de los predios públicos. Solo una base de datos actualizada permite diseñar proyectos públicos de intervención más rápidos y detectar problemas sobre el territorio.

Cuarto, este problema está relacionado con la ausencia de capacidades específicas para hacer avanzar los proyectos metropolitanos de gran envergadura. Para la adecuada transformación del Valle de Aburrá se requieren grandes proyectos que requieren nuevos modelos de gestión. En este sentido, es claro que se ha logrado avanzar en la realización de algunos planes de mejoramiento barrial que son de más poca escala, pero se notan menos avances en temas como los centros logísticos y las nuevas centralidades, así como en el desarrollo de "los suelos alrededor del río" y de las longitudinales.

Una ciudad más compacta implica una menor longitud de viajes y por lo tanto mayor eficiencia en el transporte. Si bien el Valle de Aburrá aún conserva altos niveles de densidad en la zona urbana ya consolidada (2900 hab/km^2 en promedio para el AMVA), ha habido un significativo incremento del parque automotor y del número de viajes motorizados que en parte se puede asociar al tipo de crecimiento que la ciudad está manifestando. Y como la participación del consumo total de combustibles fósiles en el transporte es aún dominante, este patrón en la movilidad tiene también un impacto indirecto sobre la calidad del aire.

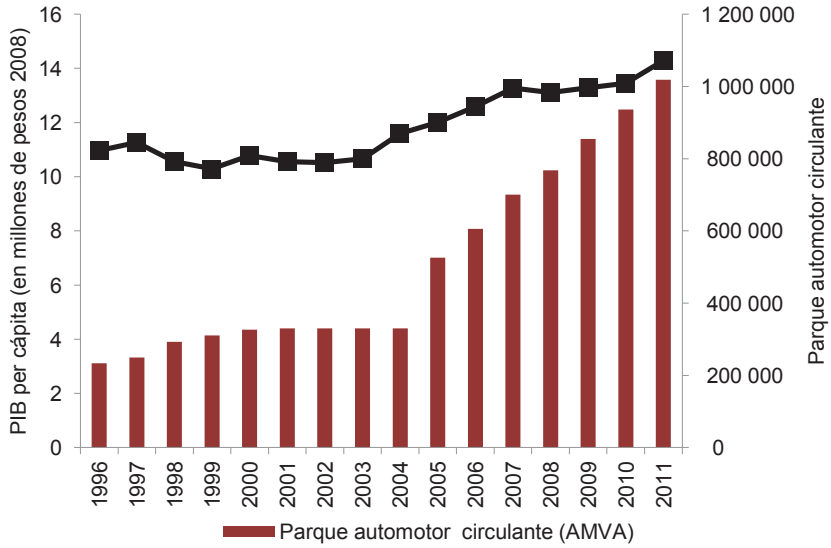
El número de viajes en moto aumentó del 5% al 11% entre 2005 y 2012, mientras que el carro pasó de tener una participación del 12% al 15% en la totalidad de viajes realizados. Esto puede ser explicado, en parte, a partir de las dinámicas territoriales, por la creciente localización de las viviendas en las zonas más extremas y periféricas de la ciudad, por la consecuente dificultad en garantizar una accesibilidad a estos sectores por medio de transporte público (como evidencian los planos de cobertura de transporte público masivo), y también por el éxodo de las empresas hacia municipios periféricos.

Sin embargo, es necesario sumar otros hechos, que si bien no están directamente asociados con la forma de crecimiento, son parte de las causas del fenómeno: hay deficiencias en cuanto al confort del transporte público, la tarifa del transporte público es alta, no se aplican subsidios que reduzcan los costos y por lo tanto, los usuarios están motivados a recurrir al uso de la moto y el carro para garantizar su movilidad. Es decir existen factores directamente asociados a la gestión de la movilidad que tienden a agudizar el fenómeno, y que se suman al factor el crecimiento.

La tendencia al crecimiento urbano expansivo no se debe interpretar entonces como la única causa que ha incidido en el aumento del número de viajes motorizados y del parque automotor. La

siguiente gráfica evidencia, por ejemplo, como el crecimiento económico de la ciudad tiene la misma lógica de crecimiento del parque automotor circulante (carros y motos), lo que hace pensar en su relación directa. A esto se le debe sumar que los precios de las motos y de los carros han ido disminuyendo durante los últimos años, contribuyendo aún más a la misma lógica tendencial.

GRÁFICO 50
RELACIÓN ENTRE EL INCREMENTO DEL PIB Y EL CRECIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR



Fuente: Elaboración propia, basado en Urbam EAFIT, 2013.

g) La innovación en el transporte

La ciudad de Medellín se ha caracterizado por tomar la iniciativa en proyectos tecnológicos asociados al transporte al nivel colombiano. Es así como fue la primera ciudad en implementar un sistema de transporte ferroviario eléctrico urbano, cables aéreos de transporte en zonas de ladera con alta complejidad topográfica, el primer esquema de bicicletas públicas, los primeros esquemas de escaleras eléctricas para mejorar la accesibilidad en algunas comunas de la ciudad.

En la fotografía se muestra un bus eléctrico con catenaria que fue instalado en el campus de la Universidad Pontificia Bolivaria en el año 2010. El objetivo fue promocionar el uso de esta tecnología como alternativa en corredores BRT o alimentador al sistema Metro. Entre sus ventajas se encuentran una mayor vida útil del sistema de tracción, menores costos operacionales y menores costos energéticos respecto a soluciones diésel o GNV. Asimismo, ofrece una opción de transporte con alta eficiencia energética, cero emisiones urbanas y mejores condiciones abordo para el usuario en términos de ruido, vibraciones, arranque y temperatura.

Las universidades y centros de investigación de la región participan activamente en los proyectos de mejoramiento del transporte y su eficiencia energética. Por ejemplo, algunos proyectos han sido el estudio aerodinámico de los trenes del sistema metro para reducir el consumo energético a través de la modificación de los cabezales de los trenes y la gestión logística de la operación del sistema de transporte ferroviario y metrocable.

3. Impactos en los usuarios directos

Es claro que no existen estudios que permitan arrojar una evaluación directa de los impactos socio económicos asociados a las acciones que se han venido ilustrando. Aunque la intención de fondo ha sido la reducción de emisiones, los efectos se han dado en diferentes aspectos. Sin embargo, existe la percepción de que algunos de estos impactos han sido positivos en algunos casos, y negativos en otros.

La integración de modos en pro de la consolidación del SITVA, la reducción de costos (dinero y tiempo) en el transporte y la reducción de accidentes, son entre otros algunos de los ejemplos que se pueden encontrar. De esta misma manera, la reducción de emisiones, es igualmente clara.

a) Tiempo de viaje puerta a puerta

El transporte público es altamente usado por la población localizada en el norte y en las laderas de la ciudad. Es por esto que algunos de los proyectos de cables que funcionan hoy en día se han desarrollado en estos sectores. Muchos de los usuarios actuales del Metrocable, antes eran usuarios del bus convencional. Sin embargo, existen muchas personas que antes eran usuarias del bus y ahora lo son de la moto. Según algunos estudios (por ejemplo Dávila, 2013), algunos de los habitantes de los sectores marginales se refúsan a usar el Metrocable porque cuentan con otra forma de transportarse, como la moto. Otros, usan el Metrocable "porque no hay más" posibilidades de transportarse.

Sin embargo, como se verá en la próxima sección, los usuarios que están usando el SITVA, lo hacen más por una reducción de costos, que por una reducción de tiempo.

b) Costo de viaje puerta a puerta

A pesar de ser capaces de desarrollar el sistema a partir de la tarifa, ésta sigue siendo muy alta. Esto se convierte en una gran carga para los estratos bajos. El ingreso promedio mensual (en Medellín) de una persona cabeza de hogar de estrato 1 y 2, puede ser de cerca de $700mil (US$350). Estos estratos son altamente dependientes del transporte público ya sea en bus convencional o SITVA. Tal como se vio en el plano de la cobertura del SITVA, ésta es aún muy precaria. Con los esfuerzos que se están teniendo hoy en día para incluir las rutas convencionales a éste sistema, la cobertura podría ampliarse. Sin embargo, tomando como referencia el SITVA, en las condiciones actuales son poco los usuarios que se benefician de éste (10% de los viajes diarios son hechos en SITVA. EOD 2012). Igual, haciendo un pequeño ejercicio se permite hacer una comparación entre el antes y el después de la implementación del SITVA en algunos sectores. Un usuario que antes usaba solo dos buses (uno en la mañana y otro en la noche) y que hoy usa el SITVA, hoy en día no ve mucho el cambio en el costo de sus viajes cotidianos. Antes usaba cerca del 10% y ahora 9% de sus ingresos en transporte. Sin embargo, un usuario que antes usaba dos buses (dos en la mañana y dos en la noche), el uso del SITVA si representa un gran ahorro, ya que pasó de gastar un 20% a gastar el 10% de sus ingresos en transporte. Aquellos que usan el sistema integrado bus-metro, también pueden tener una reducción del 20% al 12%. Esto es asumiendo que una sola persona es quien viaja en el hogar.

Es válido anotar que hay casos extremos en función de las necesidades. Hay usuarios que compran viajes integrados por 2100 pesos (cerca de US$ 1). Como este tiquete integrado incluye dos tiquetes (uno para bus y otro para metro o Metrocable), con el fin de ahorrarse el 50% del costo del transporte, estos usuarios caminan y usan el metro en la mañana, y luego caminan y usan el bus integrado en la noche. Un usuario de éstos puede caminar hasta una hora al día para ahorrase 2 mil pesos. Su valor subjetivo del tiempo se estima en 2000 pesos la hora (US$ 1). Cerca de 60mil pesos al mes (US$ 30/mes). Esto equivale al 8,5% del ingreso promedio de la cabeza de familia de un hogar de éstos.

Hay otros casos más extremos en los cuales las personas están dispuestas a caminar una hora en la mañana y otra hora en la tarde (2 horas al día), independientemente de las condiciones del clima.

Si bien ha habido un incremento en el uso del metro debido, entre otras razones a la construcción de los cables integrados a éste, el uso del bus convencional ha bajado entre 2005 y 2012. Por su parte las motos han aumentado en proporción. Esta es una de las consecuencias de la falta de cobertura del sistema SITVA, sumado al "enriquecimiento" de la población, y a los costos tan favorables para la adquisición de las motos.

Según Metroplús, para el 2014 la tarifa integrada permitirá, por $1550 utilizar el bus alimentador y el Metro o Metroplús sin sobrecosto como sucede hoy.

c) Comodidad y conveniencia

El SITVA como herramienta para mejorar las condiciones del transporte público, está en plena etapa de consolidación. Ya hay avances fuertes, que contribuyen a la mejora de la comodidad de los usuarios y a la mejora de la eficiencia energética del transporte.

Sin embargo, hay que destacar algunos inconvenientes del sistema actual, y sus posibles consecuencias. El sistema metro está subutilizado según el Metro de Medellín[68]. Sin embargo, en las horas pico ya ha llegado al borde la saturación. Por esta razón algunos de los usuarios han optado por regresar al bus, definitivamente bajarse del sistema público, o incluso prefieren hacer caminatas muy largas.

Algunos usuarios manifiestan la incomodidad que les genera hacer las largas filas para comprar el tiquete, recargar la tarjeta o para acceder al sistema. Esto se refleja en algunos sectores y algunas épocas de alta afluencia de usuarios cotidianos, y se agrava en algunas épocas o en zonas de afluencia turística que contribuyen a la saturación puntual del sistema, y que para los usuarios cotidianos, también se cuestionan su continuidad en el sistema (Caso del Metrocable de la zona nororiental). A pesar de que el Metro hace un llamado a los usuarios para que se preparen para enfrentar los momentos de alta afluencia turística, adquiriendo sus tiquetes con tiempo, éstos lo siguen haciendo en función de sus pagos salariales periódicos (semanal o quincenal), que no necesariamente coinciden con estos períodos.

A esto se le suma las dificultades de acceso que tienen algunas de las estaciones. Las regulaciones del sistema metro, limitan en algunos casos el acceso al sistema de manera cómoda y segura, restringiendo el uso de los ascensores a casos extremos de discapacidad física[69].

Con relación al confort del usuario se encuentra que los sistemas de transporte masivo permiten conceptualmente mayores beneficios al usuario: mayor accesibilidad, menor ruido y mejor calidad del aire al interior de las unidades de transporte; infraestructura diseñada para un servicio seguro, dotación de mobiliario para discapacitados y mejor percepción del usuario frente al comportamiento del vehículo/bus durante la aceleración y desaceleración. Algunas de estas características encuentran su mejor representatividad con el uso de tecnologías eléctricas (metro y cables aéreos).

d) Mejoramiento de la seguridad

No cabe duda del mejoramiento urbanístico alrededor de las estaciones del sistema SITVA. Esta mejorar sumadas a algunas apropiaciones de algunos sectores, han contribuido a las condiciones de seguridad de algunos sectores. Por ejemplo los habitantes vecinos al Metrocable han identificado una disminución en los niveles de violencia producto de enfrentamientos entre bandas, mejora en la recreación de los niños, nuevos lugares de encuentro para los jóvenes y aumento en los arrendamientos. Sin embargo, hay un sentimiento generalizado en algunos sectores populares y es que el sistema trasmite una imagen de seguridad en su entorno inmediato, pero esa percepción cambia y hay hechos de violencia urbana que continúan y cuestionan la imagen de la presencia institucional.

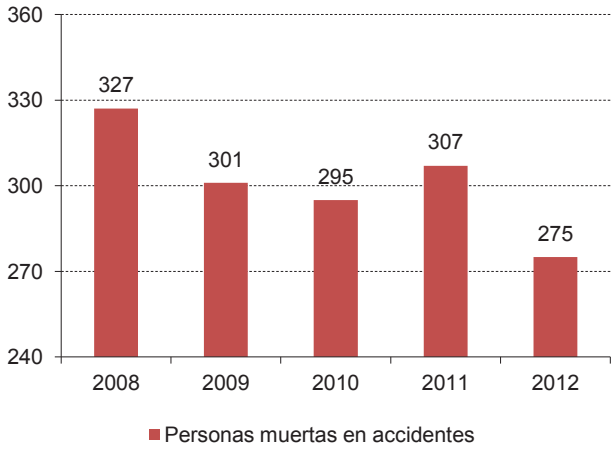
De otro lado, desde el punto de vista de seguridad vial, a pesar de que no hay estudios ni mediciones concretas al respecto, el número de accidentes mortales ha disminuido en los últimos dos años. Esto puede ser consecuencia de la implantación del sistema inteligente de gestión del tráfico, así como el resultado de los procesos que se vienen desarrollando en paralelo. En el año 2012 se tuvieron 35 personas menos, (con respecto a 2011) y 20 menos (con respeto a 2010) que fallecieron en los accidentes de tránsito (Secretaría de movilidad, 2013).

---

[68] El metro tiene una capacidad total de 800.000 pasajeros/día y hoy está transportando cerca de 550.000.

[69] Sólo el 40% de las estaciones cuenta con ascensores. Las otras cuentan con un sistema eléctrico adosado a las escalas convencionales para garantizar el acceso a las personas con movilidad reducida.

GRÁFICO 51
REDUCCIÓN EN ÍNDICE DE MORTANDAD POR ACCIDENTES DE TRÁNSITO



Fuente: Elaboración propia, basado en Secretaría de movilidad, Medellín, 2013.

e) Aumento de la seguridad personal

De igual manera que en los puntos anteriores, aún no hay estudios que hayan analizado los impactos en términos de seguridad personal. Sin embargo, muchos de los usuarios también se sienten más seguros al viajar en el SITVA que en bus. Una habitante del sector de Andalucía, usuaria cotidiana del Metrocable integrado con el metro siente que hay diferencia entre el cable y el bus "porque está vigilado en la parte de las escaleras y lo que está más cerca de la estación". Así mismo, otro usuario argumenta que "Lo que pasa es que el metro no valorizó la línea por donde va, sino que valorizó toda el área metropolitana. Antes no se sentía la fuerza pública. Ahora sí. Ahora hay más seguridad, hay más vigilancia, podemos andar más seguros".

f) Incidencia en el acceso para las personas de bajos recursos

Con relación a las personas que utilizan el transporte público y concretamente el SITVA, este tema se ha desarrollado en el tema de tiempo y costo de viaje.

Además de esto, es importante señalar que la implantación del sistema de bicicletas públicas cuyo interés institucional es el de proponer una estrategia para la reducción de emisiones, ha traído consigo, no solo un aumento en el número de usuarios del propio sistema, sino también que ha permitido dar visibilidad a las vías cicleables que usa el sistema, de manera que éstas sean más utilizadas por la bicicleta tradicional privada. Los usuarios, más que actuar por razones ambientales, lo hacen por reducción de costos y tiempo en sus desplazamientos.

g) Incidencia en el acceso para personas con movilidad reducida (PMR)

En Medellín, el número de personas en situación de discapacidad, se acerca a las 50.000 (Dávila, 2013.). Desde el inicio de la operación, el sistema metro no contemplaba acciones preferenciales para estas personas. Sin embargo desde 2003, el sistema ha venido adelantando algunas acciones para garantizar la accesibilidad de las personas en discapacidad. Se han instalado plataformas electromecánicas 15 (Metro de Medellín) a través de tramos de escaleras, tanto en interiores como en exteriores de estaciones. Otras 14 estaciones cuentan con ascensores para tal fin.

Tanto los usuarios actuales, como las personas que han estudiado la accesibilidad PMR, cuestionan la manera como se están interviniendo estas infraestructuras. Estos señalan al mismo tiempo, la necesidad de contar con una participación activa de los usuarios potenciales con movilidad

reducida para las fases de diseño y operación de estas infraestructuras. Así mismo argumentan que las soluciones planteadas por el metro (plataformas, escaleras) no son óptimas y que al ser remediales son costosos para la empresa, señalan los riesgos que corren con algún tipo de discapacidad y concluyen que todos los obstáculos generan dependencia que podría evitarse y que fastidia a las personas que tienen que pedir ayuda.

Así mismo, algunos usuarios se quejan porque el sistema de acceso a través de ascensores solo puede ser utilizado por la persona discapacitada (que tenga su tarjeta cívica), mientras que su acompañante, si es el caso, debe utilizar el acceso convencional haciendo fila, subiendo escalas, etc.

En la actualidad el SITVA cuenta con cerca de 1.000 usuarios con tarjeta Cívica con perfil PMR. El metro ofrece descuentos de cerca de 30% para los usuarios PMR.

4. Impactos en los usuarios indirectos

a) Aumento del prestigio regional

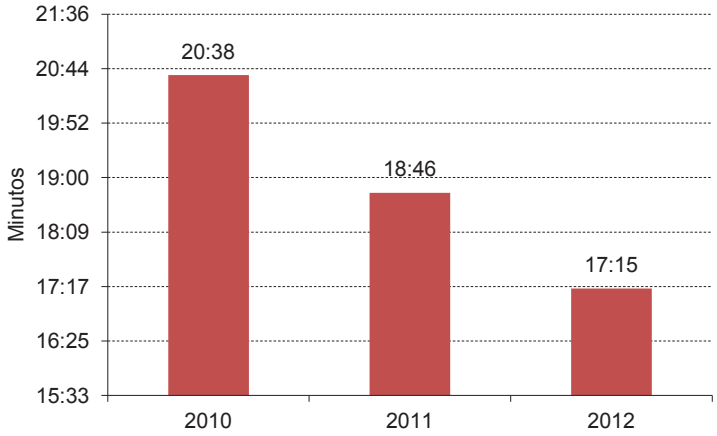
Medellín es hoy reconocida por el desarrollo de proyectos que han logrado trascender lo convencional en términos de tecnología pero también en términos de articulación entre el sistema de movilidad y los proyectos urbanos integrales desarrollados en las zonas marginales de la ciudad.

b) Descongestión de corredores

Medidas que se derivan de estas acciones como la racionalización del parque automotor de buses, contribuyen a la reducción de la congestión de algunos corredores. Una de las cuencas asociadas al sistema Metroplús, hoy en proceso de restructuración, sacará del sistema cerca de 600 buses convencionales, que serán reemplazados por 250 nuevos. La cuenca 6 cubre un sector de las comunas nororientales, donde se concentra gran parte de la población de bajos recursos y donde el transporte público cumple un rol esencial en la lógica de sus desplazamientos cotidianos.

Así mismo, el sistema inteligente de transporte ha permitido dar respuesta de una manera más eficiente frente a los incidentes de tránsito, lo que se traduce en la descongestión más rápida del sector afectado. El tiempo de una congestión es en promedio el cuadrado del tiempo que dura el incidente que lo causa (Cohen 2004).

GRÁFICO 52
TIEMPOS DE RESPUESTA A INCIDENTES DE TRÁNSITO



Fuente: Elaboración propia, basado en Secretaría de movilidad, Medellín, 2013.

c) Cambio hacia sistemas más sostenibles

Medellín y su región metropolitana se están viendo enfrentada a diferentes procesos de consolidación y cambio en términos de tecnologías y aplicabilidad e inserción de nuevos sistemas. La incorporación de Metrocables que se integran al metro, así como sistemas de buses que están en proceso de integración, hacen prever una clara tendencia hacia una movilidad más sostenible en términos de transporte público de alta y mediana capacidad.

Sin embargo, vemos que estas acciones no son suficientes, pues a pesar de todo esto, el sector de las motos está ganando mucho terreno, al igual que los carros. Esto como consecuencia de la mala calidad del trasporte público convencional de buses, y por el crecimiento económico que está viviendo el país.

Así mismo el nacimiento de modelos alternativos de movilidad, como la bicicleta, cada vez está ganando más fuerza. Todo esto motivado a partir de la institucionalidad del AMVA, a través del proyecto de bicicletas públicas de EnCicla.

Finalmente, si bien es claro que ya se ido ganando terreno y que hay una tendencia clara hacia la consolidación del SITVA, aún existen muchos desafíos desde el punto de vista social, institucional. La tendencia al crecimiento económico va a continuar, y en consecuencia, el crecimiento paralelo del parque automotor de vehículos y motos, continuará igualmente.

E. Análisis de las lecciones aprendidas en el caso de Medellín en función de los factores que afectan la eficiencia energética

El apoyo institucional que se refleja en el apoyo financiero para el desarrollo de proyectos, ha sido una de las grandes claves para el avance que se ha logrado en materia de reducción de emisiones y de eficiencia energética.

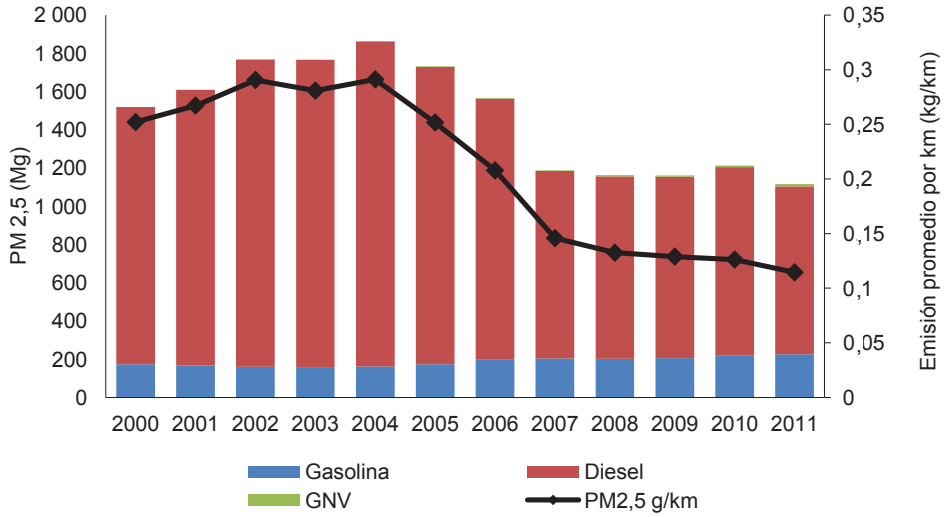
A esto se le suma la presencia institucional del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, quien como autoridad ambiental del territorio metropolitano ha logrado hacerse reconocer a partir de sus acciones en pro del medio ambiente. Es a través del AMVA que se le ha dado continuidad a muchas de las políticas públicas locales en materia ambiental, y en consecuencia aquellas que aplican en el transporte a favor del mejoramiento de la calidad del aire.

La política del mejoramiento de la calidad del aire, empieza a dar unos resultados fuertes favorables. De un lado está la consecuencia directa de la política pública como lo es la reducción de emisiones en los últimos años. La siguiente figura ilustra los resultados en términos de emisiones.

Así mismo, se observa la relación directa entre la reducción de las emisiones y la reducción del consumo energético, tal como lo ilustra la figura siguiente. Desde 2009, hay una tendencia al aumento del consumo de gasolina. Esto se debe a que las medidas que se han implantado, no logran compensar el crecimiento sostenido del número de vehículos a gasolina.

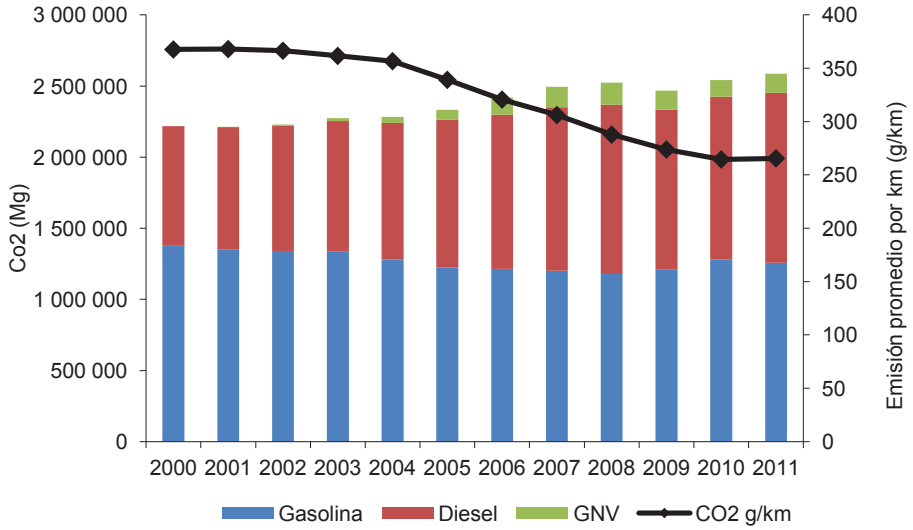
Si bien se ha logrado un gran avance en el desarrollo de proyectos de transporte, apoyados en el músculo financiero e institucional que representa el Metro y las Empresas Públicas de Medellín EPM, hay que entender que los recursos propios no serán infinitos. Medellín lo ha estado entendiendo, y ahora se empieza a cuestionar la manera cómo se puede acceder a otras formas de crédito y de financiamiento.

GRÁFICO 53
EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO FINO



Fuente: Elaboración propia, basado en AMVA-Inventario de Emisiones Atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2011.

GRÁFICO 54
EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO



Fuente: Elaboración propia, basado en AMVA-Inventario de Emisiones Atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2011.

Así pues, las medidas sobre el transporte público para mejorar la calidad del aire, no pueden ser únicas. Éstas podrán estar acompañadas por alternativas paralelas tales como la gestión de la demanda vehicular a través de peajes urbanos y a través de desarrollo urbano orientado hacia los corredores de transporte público ya consolidados y aquellos en proceso de constituirse.

IX. Movilidad y eficiencia energética en economías de pequeñas islas —Jamaica y Trinidad y Tabago

A. Introducción de patrones de movilidad de personas y mercancías en el Caribe (CARICOM)

Los acuerdos dentro de la región, como CARIFTA (Caribbean Free Trade Association, o Asociación del Caribe de Libre Comercio), CARICOM (Caribbean Community, o Comunidad del Caribe) y otras instituciones se han implementado y desarrollado a lo largo del pasado medio siglo permitiendo la coordinación y el desarrollo entre los pequeños Estados insulares de la región. Actualmente, las 15 islas que componen la Comunidad del Caribe son Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Belice, República Dominicana, Granada, Guyana, Jamaica, Montserrat, St. Kitts-Nevis-Antillas, Santa Lucía, San Vicente, Granadinas, Surinam y Trinidad y Tabago (CARICOM 2011). Los acuerdos y las instituciones listan políticas para diferentes sectores entre las regiones con el fin de elaborar recomendaciones a los países para trabajar juntos de manera más eficiente. Un sector incluye la energía, una prioridad cada vez más importante para la región, en la consideración de los diferentes tipos de energía, incluyendo: energía renovable, las inversiones en energía, la eficiencia energética y racionalización del sector de la energía (CARICOM 2013). La política energética de la CARICOM creado en marzo de 2013, dedica un capítulo entero a la energía utilizada para el transporte. El capítulo recomienda de "promover el cambio de combustible en el sector del transporte a fuentes de energía más limpias y fomentar una mayor eficiencia en el uso de energía en el sector del transporte" (CARICOM 2013).

Como se indica en la política energética de CARICOM, todas las islas con excepción de Trinidad y Tabago se basan en la importación de productos derivados del petróleo como fuentes de energía. Esta dependencia, pero también la importancia de la movilidad para el desarrollo económico y social y las repercusiones ambientales de los Pequeños Estados Insulares en desarrollo (Small Island Development States, SIDS), justifica una mirada más cercana en el Caribe como parte de este estudio.

Dos países han sido elegidos para el análisis de casos más detallados basados en la población, el PIB y la disponibilidad de los datos. Jamaica, siendo la isla con más población en la Comunidad del Caribe,

con aproximadamente 2 millones 712 mil de personas (2012): los viajes entre las islas por aire y tierra se medirán en el primer estudio de caso. Trinidad y Tabago, la que representa cerca de 1 millón 337 mil personas (2012) ha sido seleccionada para comparar opciones de movilidad en ferri y el transporte aéreo entre las dos islas. Una descripción de cada sector del transporte permite una mejor comprensión.

Este capítulo se centra en las opciones de movilidad: aérea, terrestre y marítima[70], usadas para transporte doméstico de pasajeros y mercancías. El propósito en los dos estudios es identificar la cantidad de energía consumida entre dos ciudades en cada isla, permitiendo un mejor entendimiento de la región del Caribe en términos de movilidad relacionado con eficiencia energética.

B. Jamaica

Jamaica tiene como objetivo convertir al país en el "lugar de elección para formar una familia, vivir, trabajar y hacer negocios" (Ministerio de Minas y Energía, 2010). Con el fin de hacer de esta visión una realidad, el gobierno llevó a cabo un estudio analizando los patrones de movilidad y el desarrollo del transporte como el foco principal de la transformación (MTW JAM, 2011). Jamaica tiene un PIB de US$14,84 billones (2012) y una población total de 2 millones 712 mil (2012) (Banco Mundial, 2013). El sector del transporte, incluyendo terrestre, aéreo y marítimo, tiene un impacto mayor en el desarrollo nacional del país (MTW JAM). La capacidad de gestionar este sector de manera eficiente puede proporcionar resultados beneficiosos para el crecimiento global de la economía del país.

El sistema de transporte de Jamaica está formado por una red de carreteras (15.394 kilómetros), una infraestructura aérea (dos aeropuertos internacionales y cuatro aeródromos nacionales), una red ferroviaria (331 kilómetros de rieles) y una infraestructura de transporte marítimo (14 puertos). Para el objetivo de este estudio de caso, los sectores que incluyen aéreo y carretero serán analizados para determinar la relación entre la cantidad de pasajeros transportados a través de estos modos y la cantidad de energía consumida. El estudio de la CEPAL sobre la Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe*: Situación y* Perspectivas, revela que el transporte en general para Jamaica consistió en 42% de la energía total demandada por la isla. Al interior de estos sectores, el estudio muestra que el ferrocarril y la carretera usan un volumen comparable a lo que se necesita para la red pública (grid) u el transporte marítimo y aéreo, utilizando un tercio del consumo del país (Carpio, 2010).

El transporte entre dos de las principales ciudades de Jamaica, Montego Bay y Kingston, es analizado en este estudio de caso para determinar la eficiencia de combustible por el modo de transporte utilizado por los pasajeros que viajan en esta ruta. La población de la ciudad de Montego Bay, capital de la parroquia de St. James, es de un total de 110.115 habitantes y un área de 595 km2 en 2012. La población de la ciudad de Kingston, capital de Kingston y parroquia St. Andrew, es 584.627 habitantes y un área de 453 km2 en 2012 (Instituto de Estadística de Jamaica, 2012). Kingston tiene una densidad de población de casi 7 veces la de Montego Bay.

[70] Transporte aéreo: pasajeros y carga son transportados por aviones privados, personales o comerciales entre aeropuertos y aeródromos. Las regiones del Caribe incluyen asociaciones de transporte aéreo como ALTA (Asociación Latinoamérica y el Caribe de Transporte Aéreo). Las aerolíneas dentro de ALTA representan sobre el 90% del trafico comercial de la región (ALTA, 2013). Uno de los tres objetivos principales de ALTA es la promoción de un transporte aéreo amigable con el medioambiente en la región del Caribe. Actuando conjuntamente con organizaciones como el Air Transport Action Group, la región del Caribe está trabajando para reducir las emisiones de carbón para el 2050 a la mitad del nivel equivalente al 2005 (Benefit Beyond Border, o Beneficios más allá de las fronteras, 2013). Transporte terrestre: el transporte de personas y carga se realiza usando camiones, trenes, automóviles, buses, taxis y vehículos de dos ruedas. CARICOM enfatiza que el transporte terrestre es crucial para el desarrollo de SIDS dentro de los territorios individuales para que la economía global crezca en la región. Inversiones en carreteras y autopistas han sido hechas en algunas de las islas con el fin de aumentar la cantidad de flujo y proveedores de servicio para el transporte. Esto como resultado reduce el costo del transporte terrestre (Erskine, 2010).

CUADRO 68
CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS, 2011

Área total	Área [km2]	Población (habitantes)	Densidad poblacional (habitantes/km2)
Montego Bay	595	110 115	185
Kingston	453	584 627	1 291

Fuente: Elaboración propia, basado en la Población de la ciudad de Jamaica, 2011.

Montego Bay se encuentra cerca de dos carreteras principales que permiten el acceso a otras ciudades principales de la isla. La ciudad tiene muchos autobuses, taxis, vehículos de pasajeros y automóviles particulares con los que los ciudadanos se movilizan de un lugar a otro. El aeropuerto de Montego Bay, Sir Donald Sangster International Airport, es el aeropuerto más grande de Jamaica y un punto principal de interconexión para los turistas que visitan la isla. Para la finalidad de este informe, el transporte nacional será monitoreado para los pasajeros que se desplazan entre Montego Bay y Kingston. La ciudad más grande de Jamaica, Kingston, es cede del aeropuerto internacional Norman Manely y el aeródromo Tinson Pen los cuales sirven vuelos domésticos. La ruta principal, de 230 kilómetros, que conecta Montego Bay y Kingston es la Highway 2000, que será descrita más adelante.

Transporte marítimo y fluvial: este tipo de transporte también incluye pasajeros y carga con los modos principales de servicio ofrecido por barcos, ferris, cruceros, portacontenedores, barcazas y embarcaciones personales, tales como motos de agua o canoas. Es común en las islas del Caribe, donde no hay puentes disponibles, usar trasbordadores para proveer la transferencia de pasajeros y automóviles de una calle a otra, cruzando un río o el mar. Los vehículos utilizados para el transporte marítimo también requieren gasolina y son responsables de una cuota significativa de las emisiones totales del transporte en la región.

El sector del transporte, que es responsable de un tercio del consumo energético del país, se divide en los diferentes usos para el transporte por carretera y ferroviario y otros (transporte marítimo, aviación y otras formas), como se muestra en la siguiente figura. Esta cifra ofrece una cronología histórica del consumo de petróleo para cada sector en Jamaica. Como se muestra, los modos ferroviarios y por carretera fueron responsables de 5,9 MBEP del consumo total de combustible y otros modos (navieras, de aviación y otra fabricación) totalizaron 6,15 MBEP en 2009. Las siguientes secciones de este caso de estudio analiza los datos relativos a los sectores de transporte mencionados en Montego Bay y Kingston con el fin de determinar los consumos de energía y combustible para el transporte entre las dos ciudades (Ministerio de Energía y Minas, 2010).

CUADRO 69
CONSUMO NACIONAL DE PETRÓLEO EN JAMAICA POR ACTIVIDAD

Inputs	Antecedentes				Base
	2005	2006	2007	2008	2009
Total importaciones combustible (MBOE)	27,33	29,16	29,09	27,8	22,1
Electricidad	6,55	6,39	6,65	6,27	6,66
Industria de Bauxita	9,8	9,55	8,81	9,39	3,39
Transporte ferroviario y de carretera	6,25	6,37	6,08	5,84	5,9
Otros (transporte marítimo, aviación y otras industrias manufactureras)	4,73	6,85	7,55	6,3	6,15
Crecimiento	--	6,70%	-0,20%	-4,40%	-20,50%
Costo importaciones combustibles (M US$)	$1,397	$1,837	$2,007	$2,007	$1,350
Costo promedio compuesto por barril de crudo	$56	$59,77	$61,64	$61,64	$61,09

Fuente: Elaboración propia, basado en el Ministerio de Energía y Estadística de Importación de Petróleo en la Minería 2010.

1. Análisis comparativo y opciones de movilidad

a) Transporte Aéreo

El transporte aéreo en la isla es controlado por un ente regulador principal, la Autoridad de Aviación Civil de Jamaica (JCAA). Desde 1996, JCAA es responsable de encargarse de la seguridad y el desarrollo ordenado del transporte aéreo en Jamaica (MTM JAM). El reglamento para la navegación aérea, la protección, la seguridad y el cumplimiento de las leyes establecidas por la OACI son los principales objetivos de esta autoridad. Esto se demuestra en dos áreas principales acerca de la seguridad de vuelo y la regulación económica. Al mismo tiempo que la evolución de JCAA en ambos aeropuertos internacionales y en los cuatro aeródromos ha progresado, otros avances han tenido lugar, como el sistema de gestión de tráfico para todas las aeronaves.

MAPA 5
AEROPUERTOS EN JAMAICA[a]

Fuente: Elaboración propia, basado en Google Earth, 2013.

Nota: Los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.
[a]Aeropuertos: Aeropuerto Internacional Sangster, Montego Bay y Noran Manley.

Poniendo ahora el foco en la ruta entre Kingston y Montego Bay, los dos principales aeropuertos de pasajeros involucrados son Sangster y Norman Manley. Estos son los dos aeropuertos que serán analizados en este estudio de caso. Como se muestra en los siguientes cuadros a continuación está disponible para cada aeropuerto el movimiento de pasajeros para el año 2010. El avión de mayor uso es el Boeing 737-800, tanto para pasajeros como para carga. Asumiendo que el transporte aéreo entre Montego Bay y Kingston utilice el mismo tipo de avión, fue posible calcular el consumo total de energía. El resultado del consumo de combustible por pasajero se presenta en el cuadro a continuación, e indica una tasa de 13,86 en consumo de combustible por pasajero. De estos datos, los indicadores de intensidad de carbono se han determinado con respecto a la aeronave Boeing 737-800.

CUADRO 70
MOVIMIENTO TOTAL DE PASAJEROS EN LOS AEROPUERTOS SANGSTER Y NORMAN
(Número de pasajeros)

Tráfico aéreo en Jamaica	2010
SANGSTER	
Desembarcos	1 593 827
Embarcos	1 563 412
En transito	81 636
Norman	
Desembarcos	748 213
Embarcos	738 942
En transito	15 818

Fuente: Elaboración propia, basado en la Autoridad aeroportuaria de Jamaica, 2010.

CUADRO 71
MOVIMIENTO TOTAL DE AERONAVES EN LOS AEROPUERTOS SANGSTER Y NORMAN
(Número)

Tráfico de aeronaves	2010
Sangster	
Vuelos comerciales internacionales regulares	16 541
Vuelos comerciales internacionales no regulares	535
Vuelos comerciales domésticos	1 406
Militares	4 218
Privados	4 705
Total	27 405
Norman	
Vuelos comerciales internacionales regulares	19 177
Vuelos comerciales internacionales no regulares	8 040
Vuelos comerciales domésticos	7 171
Militares	300
Privados	5 157
Total	39 845

Fuente: Elaboración propia, basado en la Autoridad aeroportuaria de Jamaica, 2010.
Nota: Los campos incluyen vuelos internacionales comerciales regulares, vuelos comerciales internacionales no regulares, vuelos comerciales nacionales, usos militares y vuelos privados.

CUADRO 72
EFICIENCIA ENERGÉTICA E INTENSIDAD DE GEI POR AVIÓN EN JAMAICA

Aeronave	Consumo de combutible (ltr/hr)	Número de asientos	Combustible utilizado por pasajero (FC/pasajero)
Boeing 737-800	2 135	154	13 86

Fuente: Elaboración propia, basado en Freight Metrics Pty. Ltda., 2010.
Nota: Los cálculos se basan en máxima capacidad.

El Boeing 737-800 tiene una capacidad-pasajeros total de 154 asientos. El consumo total de combustible mientras el avión está en vuelo es de 2.135 litros por hora. Consideraciones adicionales para el consumo de combustible que no están incluidos en el consumo en vuelo se muestra en el siguiente cuadro e incluyen: la tasa promedio de consumo de combustible en la llegada de 2.803,8 litros por hora; estacionamiento en tierra en 884,6 litros por hora, movimiento a tierra (active taxi out) en 1153,8 litros por hora (Freight Métricas Pty. Ltd., 2010). Estos indicadores adicionales son necesarios cuando se calcula el consumo total de combustible desde la salida a la llegada. Pero, para el propósito de este estudio de caso, los valores considerados se basan en el consumo en vuelo aplicado a la distancia entre Kingston y Montego Bay. Esta tasa de consumo se puede comparar con otros estudios de casos, como el estudio de Trinidad y Tabago para determinar cuál es la ruta más eficiente en consumo de combustible de distancia recorrida en vuelo de la aeronave utilizada.

b) Transporte terrestre

Omar Davies, de la Secretaría de Transporte de Jamaica señaló que la autopista Highway 2000 se ha "convertido en la norma de transporte" y proporciona "ahorro en gasolina y tiempo para el transporte" (Gleaner, 2012). La ruta original de 193 kilómetros entre Montego Bay y Kingston antes requería hasta de 3,5 horas y ahora la ruta modificada Highway 2000, de 157 kilómetros, permite un tiempo de viaje reducido. Esto permite no sólo un ahorro de tiempo para los pasajeros, sino también una reducción de gasolina utilizada y de emisiones de gases de efecto invernadero. Esta autopista consiste en tramos de autopista, controlado y a peaje, de cuatro a seis carriles y que conectan algunas de las principales ciudades de Jamaica (NROCC, 2009).

MAPA 6
MAPA DE LA AUTOPISTA DE JAMAICA HIGHWAY 2000[a]

Fuente: Elaboración propia, basado en Google Earth, 2013.

Nota: Los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.
[a]La ruta azul representa el acceso de automóviles, buses y taxis a la Highway 2000.

La flota de vehículos para el transporte público y privado se ha incrementado en todos los tipos desde 2000 hasta 2008, como se muestra en el cuadro anterior. La política nacional de energía en 2010 desalientan las importaciones de vehículos de motor ineficientes con impuestos dependientes de los kilómetros por litro para cada tipo de vehículo. Este impuesto se implementó con la intención de reducir la cantidad de vehículos importados en el país, que requieren más combustible por kilómetros conducidos. La importación de combustible en el país es superior a 5,84 (Mtep) para el transporte terrestre en el año 2008. Al restringir la cantidad de importación de vehículos de alto consumo, se necesita menos combustible porque los coches usados demandan menor combustible. Además, la conciencia pública, a propósito del aumento de consumo de combustible en el país, permite el cambio en

los hábitos de los conductores y el uso de un consumo más eficiente de combustible, resultante de una reducción global de la demanda de combustible.

Soluciones como estas ya se están poniendo en marcha en el país a través de políticas y entidades como la Autoridad de Transporte de la Isla y la Compañía de Jamaica del Transporte Urbano, Jamaica Urban Transit Company (JUTC). El sistema de transporte público operado por JUTC ha puesto en marcha 100 nuevos autobuses en la flota, marca Volvo, como una manera de aumentar los estándares para el transporte público de autobuses en la ciudad de Kingston. Además, medidas se están implementando con el fin de brindar orgullo y satisfacción al público en general para que se identifiquen nuevamente con el uso del transporte público. Estas medidas incluyen la coordinación de colores para los autobuses y los taxis, la formación de los conductores de la flota, y la integración de paraderos de autobús y de taxis (Henry, 2009). En cuanto a la ruta entre Kingston y Montego Bay, existen opciones limitadas de traslados en autobús. La mayoría de los turistas viajan en estas rutas usando el transporte aéreo, debido a las limitaciones de tiempo y la disponibilidad limitada de opciones de bus.

CUADRO 73
FLOTA MOTORIZADA DE JAMAICA

Tipo de vehículos	2000	2005	2008
Automóvil	270 005	355 091	408 269
Motocicleta	20 272	26 009	33 155
Tractor	443	818	1 728
Camión	91 498	120 883	139, 81
Trailer	2 757	3 815	4 050
Total	384 975	506 616	586 683

Fuente: Elaboración propia, basado en Jamaica´s GHG Mitigation Assessment, 2010.

CUADRO 74
RESUMEN DE LOS KILÓMETROS VIAJADO DE LOS AUTOMÓVILES VKMT, VALORES ESTIMADOS CON ENCUESTAS

Estudio	Combustible	Tipo de vehículo	VKMT (km/y)
MTW	Diesel	Automóvil	
		Motocicleta	0
		Tractor	31 477
MTW	Petróleo	Automóvil	29 961
		Motocicleta	33 786
		Tractor	21 193
PIOJ/STATIN	No especifíca	Automóvil	7 956
		Pick up (camioneta)	6 604
		SUV	5 876
		Minivan/Bus	12 740
		Motocicleta	7 748

Fuente: Elaboración propia, basado en Jamaica´s GHG Mitigation Assessment, 2010.

Taxis están disponibles en la isla y se pueden alquilar para el traslado entre estos dos puntos. A continuación, el cuadro anterior proporciona una lista de las cinco únicas empresas que ofrecen estos servicios con el fin de mostrar el precio promedio ofrecido para esta ruta en taxi. El precio incluye cuatro pasajeros y cuando se considere necesario, desde el centro de Kingston al centro de Montego Bay. A razón que la flota de vehículos de taxi es de entre 75 a 160 por empresa entrevistada, el tipo de vehículo puede variar incluyendo sedanes, económicos, compactos, de tamaño mediano y más aún. Con el fin de calcular el consumo de combustible y de energía para los viajes en esta ruta a través de taxi, el coche

económico estándar (Hyundai Accent, 2009) es usado para calcular la tasa de consumo de combustible por vehículo (ver siguiente cuadro). El consumo de combustible calculado en litros/hora es 4,88 para el coche estándar. Con cinco asientos (cuatro pasajeros y un conductor), el consumo de combustible por pasajero es de 0.98 l/h.

CUADRO 75
SERVICIOS DE TAXI DESDE KINGSTON A MONTEGO BAY

Compañía	Tarifa (J$)	Tarifa (en dólares)	Pasajeros	Tipo de viaje
Apollo Tours & Taxi Service	16 000	157,64	4	1-vía
Safe Travel Taxi	15 000	147,79	4	1-vía
Express Taxi Service	18 000	177,34	4	1-vía
Mortec Taxi Service	14 000	137,93	4	1-vía
On Time Taxi Co Ltd	18 000	177,34	4	1-vía

Tarifa promedio	16 200 J$	Tarifa promedio por pasajero	40 US$
Distancia	157 km	Tarifa promedio por kilómetro	1 US$

Fuente: Elaboración propia, basado en Soprin, 2013.

CUADRO 76
FLOTA DE TAXIS

Tipo de vehículo	Consumo de combustible (ltr/hr)	Número de asientos	Combustible utilizado por pasajero	No. buses en la flota[a]
Estándar	4,88	5	0,98	150

Fuente: Elaboración propia, basado en Soprin, 2013.

[a] El número de vehículos en la flota es el promedio de taxis por empresa.

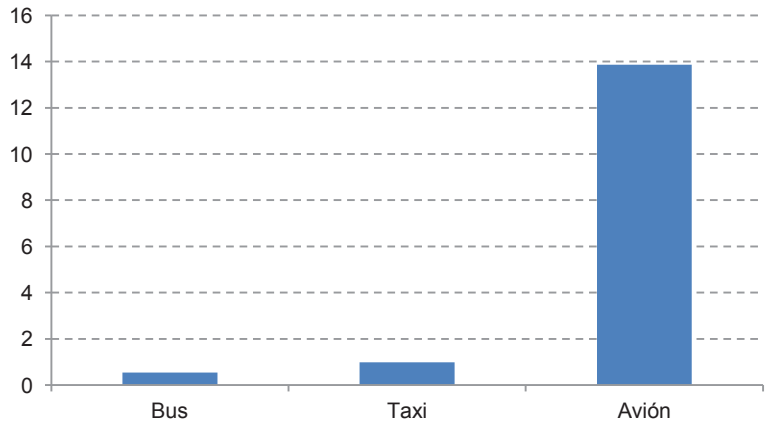
CUADRO 77
FLOTA DE BUSES

Tipo de vehículo	Consumo de combustible (ltr/hr)	Número de asientos	Combustible utilizado por pasajero	No. buses en la flota[a]
Coach	24,5	45	0,54	35

Fuente: Elaboración propia, basado en Henry, 2009.

[a] El número de buses en la flota es lo de Knutsford Express Company.

GRÁFICO 55
CONSUMO TOTAL DE COMBUSTIBLE DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE EN JAMAICA



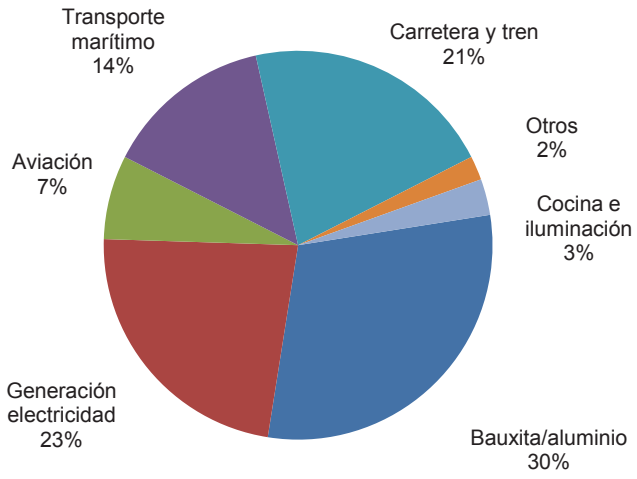
Fuente: Elaboración propia.

Si bien el transporte en autobús entre Kingston y Montego Bay está disponible, hay un limitado número de proveedores de servicios para esta ruta. Algunas compañías de autobuses ofrecen mini buses privados para el transporte de pasajeros, sin embargo, la mayoría sólo se utilizan para el transporte local. Knutsford Express es una compañía de autobuses que ofrece un servicio de autobús desde Kingston a Montego Bay. El precio por un adulto que viaje desde Kingston a Montego Bay es de US$21. Según Knutsford Express, otros servicios de bus son ofrecidos entre estas dos ciudades o a sus interiores, pero para el transporte de autobús entre Kingston y Montego Bay, la compañía es el principal operador utilizado. "Ofrecemos el transporte con buses de turismo (coach buses) que toma un promedio de cinco horas para el viaje" (Peterkin, 2013). Para poner en relación la cantidad de combustible en promedio entre los autobuses y coches analizados anteriormente para el transporte, "para 100 kilómetros, un pasajero en bus requiere 0,6 a 0,9 litros de combustible diésel, mientras que un coche diésel consume 5,9 litros de combustible y un coche a gas 7,6 litros de combustible" para la misma distancia (Davis, 2010). Para el análisis de los datos es considerada la capacidad máxima de los autobuses. Cuando el bus está funcionando a menos de la capacidad máxima, el consumo de combustible por pasajero se incrementa, reduciendo el potencial de atractivo del bus. A pesar de esto, el transporte por autobús en comparación con el transporte de automóviles (taxis) ofrece un mejor consumo de combustible por pasajero.

c) Transporte Marítimo

Taxis de agua y servicios de ferri están disponibles en la isla. La mayor parte del transporte marítimo de pasajeros en la isla es para los servicios de corta distancia entre grandes ciudades como Montego Bay y Kingston e islas turísticas más pequeñas o pueblos de playa. Estas grandes ciudades también son frecuentadas por los grandes cruceros y barcos liners trayendo carga y mercancías a la isla. Consideraciones de flete para la carga importada y exportada en los puertos de Jamaica se podrían utilizar para medir la eficiencia de buques portacontenedores y buques a granel (bulk ships) sirviendo a los puertos. Para el alcance de este estudio de caso, el foco se restringe al transporte de pasajeros y se provee una información limitada para lo que es carga transportada por vía aérea.

GRÁFICO 56
CONSUMO DE PETRÓLEO TOTAL EN EL SECTOR



Fuente: Elaboración propia, basado en Smartmovecmpaign, 2010.

2. Recomendación de soluciones para mejorar la eficiencia energética

a) Marco regulatorio

El Ministerio de Agua, Tierra, Medioambiente y Cambio Climático, publicó un reporte preliminar en junio 2012 sobre los temas de energía y transporte con atención para una economía verde. En línea con un informe anterior (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2008), uno de los objetivos de desarrollo de una economía verde, gracias a estos dos sectores, pasa por la mejora de los marcos institucionales actuales y la implementación del desarrollo sostenible a través de los institutos políticos.

Las estrategias claves que tienen que ser implementadas a fin de proporcionar el transporte ecológico en el país incluyen: la gestión del tráfico y el control de la contaminación del aire, la reducción de los combustibles fósiles en el sector del transporte y la reducción de desgaste a bordo de barcos. La seguridad energética es otro de los objetivos con el fin de reducir el uso de combustible y "aliviar la dependencia al petróleo en el país" (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2008). Casi el 90% de las necesidades energéticas del país se cubren con petróleo importado. El gráfico en seguida muestra el consumo total de petróleo por sector, para lo cual la suma para todos los medios de transporte representa el 42% del consumo total. Entre las medidas adoptadas para proporcionar transporte ecológico y reducir la dependencia del petróleo se incluyen los combustibles alternativos como la gasolina o el gas natural. Con una tasa creciente de 4,3% para los combustibles de automoción (gasolina y gasóleo), el uso de gas natural y otros combustibles alternativos será una buena opción para hacer frente a la creciente demanda y ofrecer una red de transporte verde más sostenible.

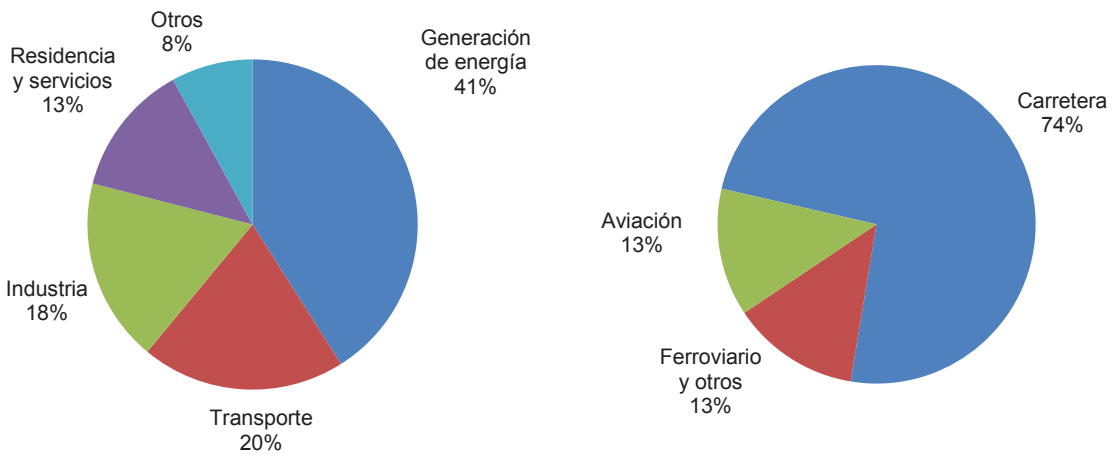
El transporte por carretera incluye 15.394 kilómetros de ruta para los vehículos privados y para el sistema de transporte público (autobuses y taxis). Dentro de múltiples entidades que participan en el sector del transporte por carretera en Jamaica, tres serán discutidos en este estudio de caso, ya que están asociados con el transporte público. Estos incluyen Jamaica Urban Transport Company (JUTC) de Kingston, Montego Bay Metro Limited (MBM) para Montego Bay y la Autoridad de Transporte (TA) para la isla. Otra entidad importante de mencionar es la Autoridad de Peaje (TA), ya que son responsables de la ejecución del proyecto Highway 2000. El número de vehículos en las carreteras certificadas para 2007/2008 fue de 420.265 (MTW JAM, 2012). La importancia que tienen estos vehículos motorizados para el transporte público se debe a que, como se ha averiguado en una reciente encuesta que, casi el 75% de los hogares de Jamaica no son propietarios de un vehículo de motor (MTW JAM, 2012).

CUADRO 78
INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA E INTENSIDAD DE EMISIONES GEI EN JAMAICA

Modo transporte	Tipo de combustible	Factor energético	Valor del calor	Consumo energético	Intensidad GHG
		Basado en valor	Calor bajo	Combustible utilizado	EmisionesCO_2
		kg CO_2/ GJ	GJ/ litro	FC/pasajero	(FU)(HV)(EF)
Car (taxi)	Gasolina	69,25	0,0344	0,98	2,334556
Avión	Gasolina de avión	69,11	0,0343	13,86	32,854756
Bus	Diesel	74,01	0,0371	0,54	1,4827163

Fuente: Elaboración propia, en conversación con miembros del consejo Mundial de Energía (n.d.).

GRÁFICO 57
CONTRIBUCIÓN DE EMISIONES DE CO_2 DEL TRANSPORTE DE JAMAICA



Fuente: Shenoy, 2012.

La figura arriba muestra las emisiones de carbono de Jamaica por sector, el sector del transporte representa el 20% del total de CO2 emitido. La intensidad de las emisiones de carbono es relevante para el sector del transporte en que un 20% de ellas proviene este sector. La intensidad de las emisiones de carbono de la aviación es importante para la eficiencia de las compañías aéreas en término de emisión por unidad transportada. Con un 13% del tráfico total, este sector, a pesar de tener espacio para mejorar las emisiones de carbono, en la actualidad no es la principal preocupación entre los modos de transporte. Una gran preocupación para las compañías aéreas es el creciente costo del combustible que se traduce en precios más altos para los clientes. Como los clientes que viajan por motivos de vacaciones tienen una mayor flexibilidad para decidir sobre el destino, los gastos de vuelo son un factor en la decisión de compra de muchos turistas. Por lo tanto las compañías aéreas compiten para ofrecer los billetes de avión más bajos como una forma de atraer a más clientes. Con los altos precios de los combustibles fijados en el costo del boleto, el margen de ganancia se reduce.

Sin embargo, el transporte por carretera con un 74% de las emisiones globales de carbono para el sector del transporte produce una cantidad sustancial de las emisiones de carbono y, por lo tanto, crea una mayor preocupación. Esta gran emisión de carbono del sector puede atribuirse a factores tales como la flota de transporte público y privado de automóviles, taxis y autobuses usados. La falta de conciencia pública de las emisiones por vehículo resulta en un alto uso del transporte personal para el día a día de viaje sin preocuparse por la cantidad de emisiones que cada vehículo está produciendo. Así, incluso con el aumento de los precios del petróleo, los coches y los taxis se siguen utilizando en lugar de modos alternativos y bajos en emisión, tales como bicicletas, caminar, o el transporte público, con autobuses o tranvías. El Ministerio de Agua, Tierra, Medio Ambiente y Cambio Climático inició una campaña de publicidad en autobuses con el fin de difundir este conocimiento al público mediante la creación del logotipo "Climate Change We have to Change!" (que puede ser traducido en "¡Cambio Climático Tenemos que cambiar!" o "¡Tenemos que actuar para cambiar el cambio climático!") en los autobuses locales en Kingston (Autobús y del Autocar, 2013).

b) Soluciones técnicas

Una solución para la ruta específicamente analizada en este estudio de caso entre Montego Bay y Kingston por vía aérea, incluye el uso de aviones alternativos. Utilizar aviones más eficientes (por ejemplo, un ATR 72 en lugar del Boeing) proporcionaría beneficios a la operación. Esto incluye la reducción de

consumo de combustible, aumento de la energía y la eficiencia de combustible, y la reducción de emisiones de CO2. Para este vuelo de corto recorrido, aviones como los ATR-72 proporcionan una opción más sostenible que permite a las compañías aéreas aprovechar el mayor margen de ganancia ya que el gasto de combustible se reduce por vuelo. LIAT, la aerolínea con sede en Antigua que vuela a 21 destinos en el Caribe ha introducido estos nuevos modelos en la red pan-caribeña.

c) Incentivos financieros y no financieros

La política energética de Jamaica para 2009-2030 incluye diez elementos fundamentales de los que depende la visión estratégica para el futuro. El sexto elemento es asignado a las bases de datos que permiten la previsión y la gestión del sector de la energía en relación con el sector del transporte. Por ser incluido en las diez prioridad claves que se necesitan para la planificación futura global de la política energética del país, la importancia de lo mucho que el sector del transporte depende del sector de la energía es evidente (Ministerio de Energía y Minas, 2010).

CUADRO 79
DEMANDA ENERGÉTICA DE JAMAICA

Demandas de energía de Jamaica			
Año	Crecimiento GDP (en porcentaje)	Crecimiento de la demanda energética (en porcentaje por año)	Demanda energética (Millón de boe)
2005	1	6,5	28
2006	2,7	3,9	29,1
2007	1,4	0,7	29,9
2008	-0,6	-7	27,8
2009	-2,3	-5	22
2010	0,1	0,2	22

Fuente: Jamaica Vision, 2009.

3. Medidas de eficiencia energética: identificando criterios de éxito

Como se indica en la política energética de Jamaica la "implementación exitosa de la política requerirá conexiones que deben hacerse entre el sector energético y de transporte" (junto con otros sectores) (Ministerio de Energía y Minas, 2009). La solución propuesta en este estudio de caso sugiere la misma línea guía: por una conexión que debe hacerse para el consumo y la eficiencia entre el transporte de pasajeros y de carga dentro de la isla y el sector de la energía. En Jamaica, el enfoque en el transporte por carretera para mejorar a reducir la cantidad de emisiones de carbono, debería ser considerado por primero. Se recomienda una solución para proporcionar el conocimiento público de las grandes cantidades de emisiones por vehículo, a fin de aumentar el interés e invocar la preocupación por el cambio en el sector del transporte. La Unidad de Eficiencia Energética Nacional PCJ (NEEU) ya ha creado programas educativos de concientización del público para el consumo de energía en la isla (Carpio, 2010). Sin embargo, estos programas no consideran el sector del transporte y el consecuente uso de energía y las emisiones. Este ejemplo revela la falta de conexión que hay actualmente entre los sectores de transporte y energía. Soluciones con respecto a la integración de estos dos sectores para compartir conceptos y preocupaciones son necesarias para beneficiarse de la reducción de las emisiones. Estas soluciones incluyen que el gobierno aumenta la participación, no sólo usando las políticas ya creadas, pero con la aplicación de estas políticas a través de las regulaciones que se hagan cumplir a nivel local. El Ministerio de Transporte y Obras de Jamaica ofrece un ejemplo de esto, ya que la entidad cuenta con un plan corporativo que se centra en la eficiencia energética y la gestión ambiental en el sector del transporte. A través de la eliminación de vehículos obsoletos y mejoras en servicios actuales de transporte público ineficientes, este ministerio provee un ejemplo de soluciones que serían necesarias en toda la isla (Carpio, 2010).

4. Lecciones aprendidas: Jamaica

En los últimos años, el gobierno de Jamaica ha estado ponderando a propósito de la energía en relación con el transporte. Políticas claras tienen que ser desarrolladas para aumentar las prácticas de eficiencia energética en todo el país. Tres dimensiones de la política energética incluyen proceso, contexto y contenido. El proceso es la continua planificación, formación, ejecución y control de las prácticas energéticas eficientes. El contexto abarca el entorno en el que se insertan el proceso y el contenido. En tercer lugar, el contenido incluye las políticas y las estrategias acordadas por las partes interesadas con el fin de dar sustentabilidad al país (Nestor, 2010). Los objetivos se miden a través de diferentes marcos de análisis basado en el cálculo de la eficiencia, las tasas de consumo, los productos de los recursos y otras métricas relacionadas con la energía. El transporte verde, como ha sido medido en Jamaica, analiza la eficiencia de combustible de los vehículos públicos y privados (PCJ, 2008). Este esfuerzo se incluye en las políticas energéticas y de transporte, con especial atención a utilizar combustibles más limpios en el transporte, reducir al mínimo la contaminación emitida y ofrecer soluciones de transporte más sostenibles en el país. Un ejemplo de estas soluciones introducidas incluye el cambio al gas natural como un combustible alternativo a la gasolina o al diésel. El Gobierno de Jamaica está trabajando con Trinidad y Tabago para la importación de gas natural y reducir la demanda de gasolina y diésel. A medida que se implementan estas políticas y las alianzas se desarrollan entre las islas del Caribe para trabajar en conjunto para reducir la demanda de energía en la región, Jamaica alcanzará su objetivo de proporcionar un entorno de vida más eficiente y sostenible para sus ciudadanos.

C. Trinidad y Tabago

Trinidad y Tabago es el mayor productor en el Caribe de petróleo, gas natural y productos relacionados (CARICOM). Trinidad y Tabago tiene un PIB de US$23,99 billones y la población total es de 1 millón 337 mil (2012) (Banco Mundial, 2013). El transporte de pasajeros entre las dos islas es el foco principal de este estudio. El Ministerio de Transporte de Trinidad y Tabago, establecido en junio de 2011, es responsable del transporte terrestre, marítimo y aéreo. Como en cualquier país, la capacidad de gestionar con éxito estos medios y proporcionar un transporte público eficiente permitirá el crecimiento y la sustentabilidad de la economía del país.

CUADRO 80
CARACTERÍSTICAS DE TRINIDAD Y TABAGO, 2011

Área total	Área [km^2]	Población (habitantes)	Densidad poblacional (habitantes/km^2)
Trinidad y	4821	1 291 150	267
Tabago	300	55 200	184

Fuente: Elaboración propia, basado en Trinidad City Population, 2011.

El sistema de transporte público de Trinidad y Tabago incluye un aeropuerto comercial en ambas islas, una red de carreteras de 5.600 kilómetros de rutas principales y 2.000 km de caminos de acceso agrícola (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010). El sector del transporte marítimo incluye puertos principales que conectan Puerto de España con Scarborough y San Fernando. El transporte ferroviario no existe actualmente en el país, aunque han habido y hay propuestas y conversaciones para un tránsito ferroviario rápido dentro de las islas. Para el objetivo de este estudio los sectores, incluyendo el marítimo y el aéreo, son analizados en relación a los pasajeros transportados a través de estos modos para determinar la cantidad de energía consumida. CEPAL (2011) indica que la eficiencia energética global en Trinidad y Tabago no se está promoviendo, ya que no hay una escasez de suministro de energía, pues el país es uno de los más grande productores de petróleo en la región. El gobierno se ha comprometido con objetivos a mediano plazo para la eficiencia energética de un desarrollo sostenible en el país. Por lo tanto, para el presente período de tiempo esto permite una mejor comprensión de las altas tasas de consumo de

energía que se encuentran (Carpio, 2010). El contenido siguiente de este estudio de caso proveerá recomendaciones de soluciones donde cada modo puede contribuir con el fin de integrar con éxito las normas de eficiencia energética en el sector del transporte público del país.

1. Opciones de movilidad y análisis comparativo

a) Transporte aéreo

Los dos aeropuertos internacionales son manejados por la Autoridad Aeroportuaria de Trinidad y Tabago (Airport Authority of Trinidad y Tabago). El aeropuerto de Piarco ha estado en operación desde 1931, para el servicio de ambas islas y el sur del Caribe. En 1992, después de la inversión del gobierno en el aeropuerto, en ese tiempo llamado Crown Point y que ahora es A.N.R. Robinson Aeropuerto, empezó el servicio para vuelos internacionales (Autoridad Aeroportuaria de Trinidad y Tabago, 2013). La misión de la autoridad de ambos aeropuertos es "desarrollar y manejar las infraestructura aeroportuaria de manera que sea protegida, segura, eficiente y orientada al cliente" (Autoridad de Aeropuertos de Trinidad y Tabago, 2013). Como es administrada por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), la Autoridad ofrece servicios e instalaciones de alta calidad e incluye la atención de los aspectos económicos y ambientales.

MAPA 7
AEROPUERTOS EN TRINIDAD Y TABAGO[a]

Fuente: Elaboración propia, basado en Google Earth, 2013.

Nota: Los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.
[a] Aeropuerto Piarco en Trinidad y Arthur Napoleon Raymond Robinson en Tabago.

Caribbean Airlines, con sede en Puerto España, adquirió una nueva flota de aviones en 2011 para el servicio de la ruta nacional entre Trinidad y Tabago. Esta nueva flota incluye nueve unidades de la serie ATR 72-600 que permite rentabilidad y ahorro de combustible en el transporte aéreo (Autoridad Aeroportuaria de Trinidad y Tabago, 2013).

Concentrándose en el tráfico de pasajeros, mercancías y aviones del aeropuerto, el movimiento puede ser analizado en el contexto de la eficiencia energética. En los siguientes cuadros se proporcionan los datos para 2010 con respecto a los movimientos de tráfico entre los aeropuertos de Piarco y Robinson. Tanto el flujo de tráfico como el tipo de aeronave son necesarios para poder medir la eficiencia energética general. Cabe señalar que los cálculos se basan en la distancia entre Piarco y Robinson que son aproximadamente 95,1 kilómetros o 51,32 nm (milla náuticas).

CUADRO 81
MOVIMIENTO TOTAL DE PASAJEROS EN AEROPUERTOS DE PIARCO Y ROBINSON

Tráfico aeropuerto de Jamaica	2010
PIARCO	
Internacional	1 621 584
Doméstico	629 560
En tránsito	253 325
Total	2 504 469
ROBINSON	
Internacional	69 816
Doméstico	40 313
En tránsito	629 423
Total	739 622

Fuente: Elaboración propia, basado en Airports Authority, 2010.

CUADRO 82
EFICIENCIA ENERGÉTICA E INTENSIDAD DE GEI DE LOS AVIONES EN TRINIDAD Y TABAGO

Aeronave	Consumo de combustible (ltr/hr)	Número de asientos	Combustible utilizado por pasajero (FC/pasajero)
ATR 72-600	810,1	72	11,25

Fuente: Elaboración propia, con consumo total y máximo número de asientos basado en Freight Metrics Pty Ltda., 2013.

El ATR 72-600 tiene una capacidad total de pasajeros de 72 asientos. El consumo total de combustible mientras el avión está en ruta es de 810,1 litros por hora. Los indicadores adicionales son necesarios cuando se calcula el consumo total de combustible desde la salida (despegue) a la llegada (aterrizaje). Estas medidas se muestran en el cuadro anterior y no incluyen la tasa promedio de consumo de combustible para el aterrizaje de 646,2 litros por hora, la permanencia a tierra sin movimiento es de 307,7 litros por hora, movimiento en tierra (active taxi out) equivale a 384,6 litros por hora. Este caso de estudio considera sólo el consumo debido a la distancia en la ruta de vuelo entre los aeropuertos de Piarco y Robinson.

b) Transporte marítimo

El sector del transporte marítimo para Trinidad y Tabago ofrece dos rutas principales, incluyendo la parte interior de la isla entre Puerto España y San Fernando, y que conectan las islas entre Puerto España y Scarborough. La ruta entre Puerto España y San Fernando, por servicio de ferri, ofrece una comparación de eficiencia global respecto a la ruta que conecta las islas. Para dar una visión general básica, el siguiente cuadro proporciona la distancia en millas náuticas y cantidad de los servicios por barco en cada una de las rutas.

Servicios de taxi acuático y ferri están disponibles para conectar a los pasajeros de las islas de Trinidad y Tabago. La flota actual disponible para los taxis de agua de Puerto España a San Fernando, internamente a Trinidad, incluye SA Carnaval Runner, HS Paria Bullet, SA Calypso Sprinter y Trini Flash (National Infrastructure Development Company Ltd., 2012). Estos barcos y sus horarios de navegación se utilizarán para el contenido de este estudio con el fin de analizar la energía consumida en este ejemplo de transporte marítimo. La flota actual para la conexión de las islas entre Puerto España y Scarborough incluye T & T Express, T & T Spirit, Panorama y Warrior Spirit (Gobierno de Trinidad y Tabago, 2012). El Warrior Spirit es un buque convencional RO/RO utilizado para el transporte de

pasajeros, así como de carga entre las islas. Este debe ser considerado al analizar la eficiencia energética ya que su peso es mayor que los otros buques debido a la carga a bordo (T & T Inter-Island, 2010).

MAPA 8
PUERTOS DE TRINIDAD Y TABAGO[a]

Fuente: Elaboración propia, basado en Google Earth, 2013.

Nota: Los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.
[a] Puertos: Puerto España y San Fernando en Trinidad y Scarborough en Tabago.

Con el fin de determinar la eficacia global de los buques, se mide el consumo de combustible. Vale la pena señalar que el consumo de combustible se efectúa por varios factores que incluyen la eficiencia energética (consumo específico de combustible), la eficiencia de propulsión (hélice o la eficiencia del chorro de agua), la eficiencia hidrodinámica (forma del casco) y el peso (en relación a la capacidad del tanque para mantenerse a un valor mínimo (Wake, M., 2013)). El consumo de combustible proporcionado en la tabla a continuación se basa en combustible de tipo serie 2000, utilizado por las embarcaciones de taxis del agua en la región.

CUADRO 83
EFICIENCIA ENERGÉTICA E INTENSIDAD DE GEI EN LOS BUQUES

Buque	Max Pasajeros	Velocidad promedio (nudos)	Consumo de combustible [l/hr]	Distancia (mn)	Tiempo de viaje (hr)	No. Pasajeros	L/pasajero	Combustible utilizado L/pass.nm
T&T Express	762	36	356,1	70,2	2,5	53 492	1,17	82,01516
T&T Spirit	900	39	356,1	70,2	2,5	63 180	0,99	69,4395
Panorama	650	14	356,1	70,2	5,5	45 630	3,01	211,5234
W. Spirit	650	18	356,1	70,2	5,5	45 630	3,01	211,5234
C. Runner	402	35	356,1	27,75	0,5	11 156	0,44	12,29076
Paria Bullet	402	31	356,1	27,75	0,5	11 156	0,44	12,29076
C. Sprinter	402	34	356,1	27,75	0,5	11 156	0,44	12,29076
Trini Flash	402	26	356,1	27,75	0,5	11 156	0,44	12,29076

Fuente: Elaboración propia, basado en T & T Inter- Island Transportation CO, 2013.

c) Transporte terrestre

Más de 30.000 vehículos nuevos y/o usados se importan a Trinidad cada año desde 2008 (Manning, 2008). Este ingreso de vehículos ha impactado en las carreteras y el transporte terrestre de la isla. Incremento del tráfico, índices de accidentes en crecimiento, destrucción de infraestructuras y carreteras son algunos de los efectos de esta aumento. El Ministerio de Transportes ha reaccionado poniendo a disposición una nueva flota de autobuses para trasladar parte del tráfico de los coches individuales al sector del transporte público. Esta flota de autobuses se ha duplicado en los últimos 5 años, como consecuencia de ello. Con más coches y autobuses en la carretera, el objetivo para el transporte verde en todo el país es un objetivo importante del gobierno y de organizaciones tales como el Natural Gas Vehicles Task Force o Grupo de Vehículos a Gas Natural. Los coches utilizados en los cálculos de este estudio incluyen automóviles estándar, 5 pasajeros; los autobuses varían desde mini bus a bus turístico de lujo (deluxe coach). El coche estándar se basa en el Toyota Camry 2005, siendo el modelo común de taxis utilizado. El mini bus taxi está basado en el Toyota Coaster 2000 y el autobús basado en el Toyota Hiace 2005. En 2011, este grupo de trabajo ha anunciado un cambio en la población de vehículos de motor a utilizar gas natural comprimido (GNC) en vez de diésel y gasolina (Guardian, 2013). Órganos pertenecientes a los sectores de transporte y energía han estado presionando para el uso de GNC como un incentivo eficaz para reducir el costo de las emisiones del país.

2. Soluciones recomendadas para mejorar la eficiencia energética

a) Marco regulatorio

El sector de transporte de Trinidad y Tabago es responsable de la reducción de las emisiones de carbono mediante el cambio del combustible consumido por el transporte, como se indica en el Proyecto de Política de Energías Renovables para el país. El Gobierno de Trinidad y Tabago ha anunciado el plan para avanzar hacia el desarrollo de GNC con el fin de reducir el alto consumo de combustibles líquidos para vehículos en el país (Ministerio de Asuntos Energéticos Energía y 2011). Otras medidas incluirán la investigación y el desarrollo de los biocombustibles como el biodiesel y etanol para determinar la cantidad de reducción que estos combustibles podrían permitir en relación a la reducción de las emisiones de GEI. Además, desde la última directiva en 2010 que autorizó coches importados que no sean más antiguos que seis años, se está discutiendo la posibilidad de importación de vehículos que funcionen con energías alternativas. El gobierno puso en marcha un grupo de trabajo para el tema GNC al fin de garantizar que un mínimo de 100.000 vehículos usen gas natural en el año 2016. Aunque, mientras que los combustibles actuales para el transporte sean subsidiados por el gobierno, hay poco esfuerzo por parte de los ciudadanos para hacer cambios en el consumo corriente. Existe la necesidad de sensibilizar al público a fin de provocar interés en la reducción del alto consumo de combustible y preocupación por la reducción del consumo de energía.

La relación entre el consumo energético y el PIB es particularmente importante para Trinidad y Tabago. Como se muestra en el cuadro anterior los niveles de intensidad de la energía y el CO2 del transporte en relación al PIB han aumentado desde 2009, mientras que las emisiones de CO2 per cápita se han reducido desde 2010 hasta 2011. Con el fin de continuar con la tendencia a la disminución de las emisiones per cápita y reducir los niveles de intensidad de transporte respecto al PIB para los próximos años, políticas que consideren este tipo de medidas tendrán que ser implementadas. La política actual con respecto a las emisiones de energía y el consumo enfoca esto a través de desarrollar comités y promover el uso de combustibles alternativos y tecnologías de energía con el fin de reducir estos indicadores. Cambios en estas políticas son evidentes y necesarios con el fin de eliminar prácticas existentes y mover el país hacia un consumo más sustentable y eficiente de la energía.

En el sector del transporte aéreo, se están aplicando medidas de eficiencia a través de la inversión en aviones más eficientes en el uso de combustible como el ATR 700 (Pilot Career Center, 2010). Una visión general de la eficiencia energética actualmente en Trinidad y Tabago para los años 2009-2011 se observan en el cuadro a continuación y proporciona la intensidad de emisiones de CO2

y emisiones por PIB y per cápita. La tendencia media aumenta durante los tres años revelando que la intensidad energética del transporte, en base a este indicador clave, tiene margen de mejora para reducir estos niveles de intensidad en los años futuros.

CUADRO 84
EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SECTOR TRANSPORTE PARA TRINIDAD Y TABAGO

Indicadores clave de eficiencia energética	2009	2010	2011
Intensidad energética del transporte en el PIB	0,03	0,033	0,033
Intensidad de CO2 del transporte en el PIB (at ppp)	0,089	0,099	0,097
Emisiones de CO2 del transporte per cápita	2,05	2,29	2,21

Fuente: Elaboración propia, en conversación con miembros de World Energy Council (n.d.).

La eficiencia energética del transporte en comparación con el PIB de Trinidad y Tabago entre 1990 a 2011 ha mejorado desde 2006 y está cumpliendo con los niveles de eficiencia del mundo en 2010 y 2011. La tendencia mundial de eficiencia disminuyó en 2005 a 2011. También es importante tener en cuenta los niveles actuales de producción de petróleo. En 2007 y 2008, la producción de petróleo crudo cayó netamente con una baja de la producción diaria a cerca de 114 000 b/d, que es considerablemente más baja que el nivel de 300.000 b/d en 2005.

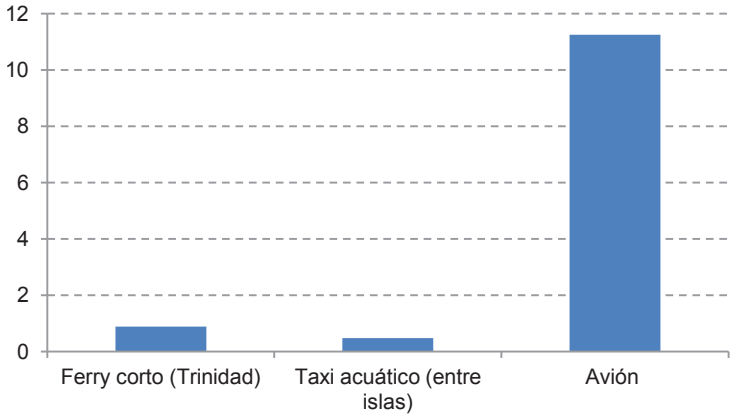
La energía en Trinidad y Tabago es dependiente del gas natural para los combustibles y otros sectores. Pero, para el sector del transporte, los productos derivados del petróleo representan la mayor parte del combustible para el consumo de energía. El documento preliminar de Política Nacional para el Clima (National Draft Climate Policy) del país aborda el tema de la alta dependencia del transporte de este recurso finito. La figura muestra las opciones al interior de la isla (de Trinidad) y entre las islas (de Trinidad y Tabago) por modo de transporte proporcionando tipo de combustible, factor de energía que se basa en el valor de (kilógramo de CO2 por giga joule), poder calorífico que se basa en el valor más bajo (giga joule por litro) y consumo de energía o combustible utilizado (consumo de combustible por pasajero) con el fin de calcular el total de la intensidad de GEI.

CUADRO 85
CONSUMO DE COMBUSTIBLE POR TIPO DE TRANSPORTE EN TRINIDAD Y TABAGO

Modo transporte	Tipo de combustible	Factor energético	Valor del calor	Consumo energético	Intensidad GHG
		Basado en valor	Calor bajo	Combustible utilizado	Emisiones CO2
		kg CO2/ GJ	GJ/ litro	FC/pasajero	(FU)(HV)(EF)
Inter Island entre Puerto España, Trinidad hacia Scarborough, Tabago					
Avión	Gasolina de avión	69,11	0,0343	11,25	26,66782
Taxi acuático (entre islas)	Diesel	74,01	0,0371	0,48	394,3751
Intra Island de Trinidad: Puerto España hacia San Fernando					
Short Ferry (Trinidad)	Diesel	74,01	0,0371	0,89	33,74553
Maxi Taxi (Mini Bus)	Diesel	74,01	0,0355	0,28	0,073569
Bus (Deluxe Coach)	Diesel	74,01	0,0371	0,12	0,329493

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 58
CONTRIBUCIÓN DE EMISIONES DE CO_2 DE TRINIDAD Y TABAGO



Fuente: Elaboración propia, basado en Trinidad Ministry of Energy Affairs, 2011.

b) Soluciones Técnicas

La Autoridad Portuaria de Trinidad actualmente tiene un contrato para las operaciones de servicio con Bay Services (empresa de gestión de servicios de transbordadores). La Autoridad Portuaria ha actualizado recientemente el buque T&T Express por US$30 millones con el fin de proporcionar servicio rápido a los pasajeros que viajen entre Trinidad y Tabago. Desde la implementación del servicio, se ha producido un gran cambio en la demanda para el uso de los transbordadores en comparación con el servicio aéreo de 20 minutos. El servicio rápido de dos horas y media posee una mayor demanda que el más lento de cinco horas. Con el crecimiento económico futuro en las dos islas, los viajes y el transporte entre las islas también deberían crecer. En estos casos, la solución técnica es la de invertir en otro servicio de buque rápido y vender los buques de navegación lenta para competir más eficazmente con el transporte aéreo. Esto podría permitir una mayor inversión para el servicio de taxi acuático desde Puerto de España a San Fernando. Esto permitiría una menor congestión en las carreteras ya que los pasajeros podrían utilizar la opción fast ferri (con o sin sus coches) para viajar entre estas ciudades (The Guardian, 2012).

c) Información pública

Como el país está empezando a sensibilizar el público sobre el consumo de energía, los temas de eficiencia energética en materia de transporte aún no han sido introducidos en la escena pública. Campañas como la MEES "Mi energía, mi responsabilidad" (my energy, my responsibility) fueron creados con el fin de ofrecer al público en general la información relativa a la energía (Carpio, 2010). El objetivo de educar al público sobre la fuente de energía, opciones disponibles de energía renovable y las formas que el ahorro de energía puede tener lugar con el fin de ofrecer un futuro más sustentable para las islas. Además, un equipo por la energía renovable se creó con el fin de proveer la creación de capacidades y generar conciencia pública sobre el tema. Más pasos son necesarios: involucrar a las entidades gubernamentales locales y nacionales que trabajen en conjunto para abordar las preocupaciones de energía renovables y financiar campañas de comunicaciones para promover un mayor conciencia y facilitar la aplicación de técnicas de ahorro de energía (Carpio, 2010).

d) Incentivos financieros y no financieros

La actual política energética de Trinidad y Tabago pone en evidencia las recomendaciones para el sector del transporte a propósito de las formas de reducir las emisiones de carbono en el transporte. Estas recomendaciones incluyen: la promoción de la investigación y el desarrollo de opciones de combustible

alternativo, la importación de vehículos híbridos y eficientes energéticamente, la energía alternativa para reducir las emisiones del transporte y eliminación de los subsidios existentes a la gasolina (Ministerio de Asuntos Energéticos Energía y 2011). Mediante la implementación de estas recomendaciones, en el sector laboral del país, permitiendo posiciones de trabajo para equipos de investigación, expertos en energía, el combustible y la investigación de combustibles alternativos y su comercialización, se crean oportunidades que crean puestos de trabajo de alto valor en el país y atraen como resultado financiamientos extranjeros y fondos (Ministerio de Energía y Asuntos de Energía, 2011).

3. Medidas de eficiencia energética: identificando criterios de éxito

La creación de una nueva política energética, junto con los organismos y entidades encargados de la evaluación del consumo de energía actual y la búsqueda de soluciones eficientes de combustible para usos más sostenibles para el futuro, son ejemplos que revelan que Trinidad y Tabago está en el camino correcto para establecer la conexión entre la eficiencia energética y el sector del transporte. Reaccionar a los aumentos anteriores en el tráfico en las carreteras y al deterioro de las infraestructuras viarias se ha traducido en un aumento de las opciones de transporte público y preocupación por la conciencia del público en el sector del transporte. Las mejoras para el país incluyen las agencias y organizaciones actuales que se han establecido para abordar la eficiencia energética en el transporte, en colaboración con entidades del gobierno nacional con el fin de ponerse de acuerdo sobre las mejores políticas para la sostenibilidad energética. El siguiente paso sería incluir entonces las políticas que se ejecutan a través de acciones de regulación a fin de garantizar que estas soluciones sean de hecho integradas en el consumo día a día (Ministerio de Asuntos Energéticos Energía y 2011). Junto con la aplicación, se necesita más conciencia pública con el fin de crear un cambio en el comportamiento de los ciudadanos y tener el compromiso público de llevar a cabo estas políticas y beneficiar la eficiencia energética, la gestión ambiental y prácticas de transporte verdes.

4. Lecciones aprendidas: Trinidad y Tabago

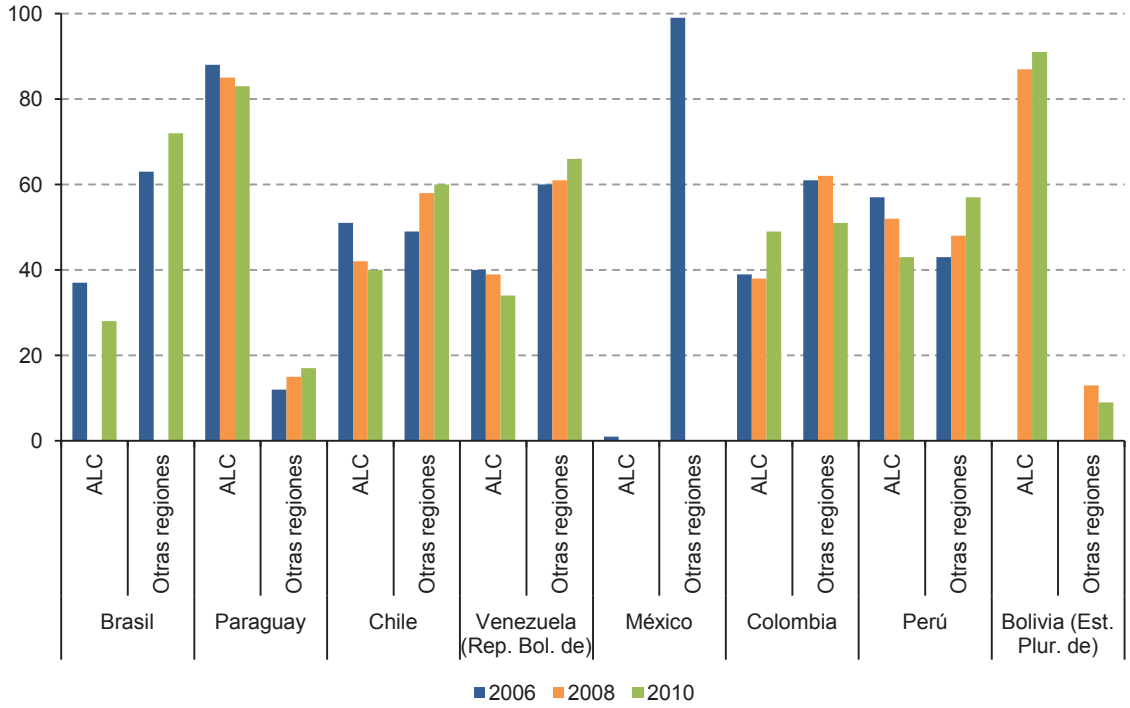
En la nueva política para el período 2011-2015, el gobierno de Trinidad y Tabago introduce estrategias para el crecimiento económico, que incluyen las políticas de eficiencia energética dirigidas a educar, sensibilizar y promover el uso de las tecnologías disponibles (CEPAL, 2010). En países que son exportadores de energía o usan mercados de servicios controlados, el incentivo para que los ciudadanos y empresas participen en una reducción del consumo de energía, sin embargo, es limitado. No sólo en las grandes empresas y en las compañías de petróleo, sino también en el uso diario de los ciudadanos que consumen energía en el transporte de un lugar a otro. La conciencia pública de la importancia de las medidas de eficiencia energética está empezando a aparecer. Incentivos tales como una disminución de la subvención gubernativa para el petróleo o los impuestos sobre los automóviles importados tienen como objetivo aumentar el uso del sistema de transporte público. Incremento del tráfico en las carreteras y deterioro de las infraestructuras también están empujando a más pasajeros a considerar opcionesde ferri o de taxi.

X. Soluciones de política existentes y retos futuros para aumentar la eficiencia energética en movilidad de bienes en América Latina

A. Visión general de la situación actual

América Latina y el Caribe han sido testigos de una transformación histórica impulsada por el comercio mundial y un aumento significativo de la población en las zonas urbanas. La región experimentó un aumento en la demanda de bienes de consumo, que llevó al sector privado a reconfigurar las cadenas de suministro de negocios. Para ALC, el comercio como porcentaje del PIB ha aumentado casi al doble desde 1960 hasta 2010, cuando alcanzó un promedio del 42% de la producción nacional (WDI, 2011). Esto no sólo se ha visto impulsado por la reducción de las barreras institucionales al comercio y por las iniciativas de integración regional, sino también por las mejoras en las tecnologías de transporte y comunicación. En este sentido, el papel desempeñado por la gestión de la cadena de suministro, la logística y los procesos de distribución ha sido crucial para ayudar a reducir los costos y la duradas de los flujos comerciales entre los países (BID, 2011). Con los años, los movimientos de mercancías en los países de América Latina han mostrado variaciones pequeñas en las regiones de comercio de acuerdo a la ubicación geográfica de cada país.

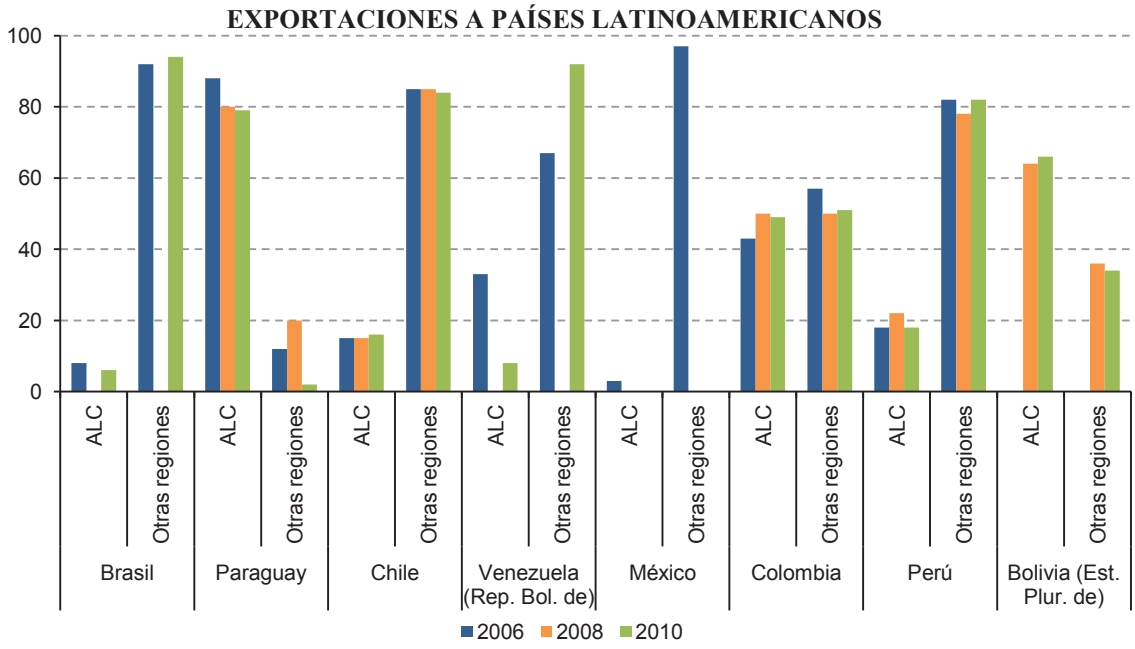
GRÁFICO 59
IMPORTACIONES DESDE PAÍSES DE AMÉRICA LATINA



Fuente: Elaboración propia, adaptado de: Sánchez y otros, 2009, 2010, Wilmsmeier and Hesse, 2012.

Brasil, por ejemplo, ha estado sufriendo una reducción tanto en las importaciones como en las exportaciones hacia los países de ALC, pero aumentó su cuotas de importaciones y exportaciones con otras regiones (en 2010, la mayor participación en las importaciones, aproximadamente el 39% eran de Europa y las exportaciones fueron a Asia, casi el 64%). En términos de productos, esto se traduce en la importación principalmente de productos manufacturados, desde de afuera de ALC y las exportaciones de materias primas y agrícolas. Las importaciones procedentes de los países de ALC son principalmente alimentos y materias primas y agrícolas, y a su vez, se exportan bienes manufacturados y materias primas y agrícolas. En 2010 Brasil, seguido por Argentina, fue el país con el mayor volumen de importaciones (con casi el 50% de su comercio total, disminuyendo desde 2006). Para Paraguay, por otro lado, la región de ALC es el socio más importante tanto para sus importaciones (aunque ha ido disminuyendo desde 2006 en torno al 2% anual), así como para sus exportaciones. Paraguay exporta principalmente a Uruguay, Argentina y Brasil, específicamente alimentos y materias primas y agrícolas, algo que no debería sorprender debido a su ubicación geográfica. Una situación similar se encontrará en el Estado Plurinacional de Bolivia. Según los datos disponibles (2006), los comercios de México se llevaron a cabo esencialmente con otros países fuera de la región de ALC, la importación de 95% de sus productos procedentes de América del Norte (productos manufacturados), y la exportación de casi el 94% en el mismo destino (bienes manufacturados y pequeño porcentaje de los alimentos y los materiales crudos, excluyendo el combustible). Su proximidad a Norteamérica facilita estos movimientos, como también el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN o NAFTA en inglés) establecido entre Canadá, Estados Unidos y México.

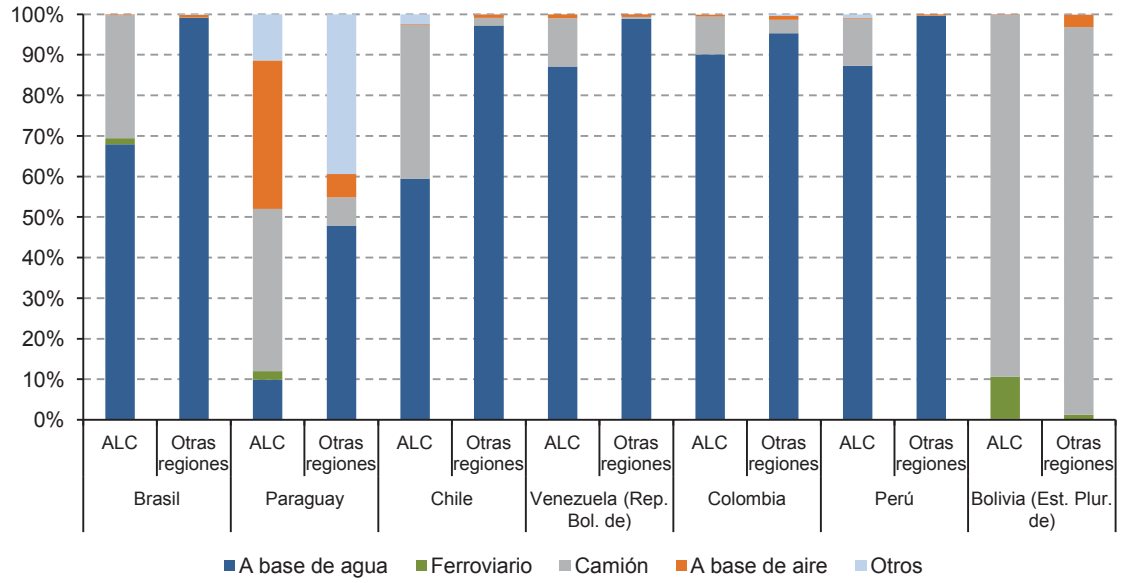
GRÁFICO 60
EXPORTACIONES A PAÍSES LATINOAMERICANOS



Fuente: Elaboración propia, adaptado de: Sánchez y otros, 2009, Sánchez y otros, 2010, Wilmsmeier y Hesse, 2012.

Es interesante echar una mirada a la distribución en los modos de los movimientos presentados previamente. Con respecto a las importaciones procedentes de los países de ALC y otras regiones, se puede observar que el transporte por vías navegables es el modo más utilizado. Algunas excepciones pueden verse en Paraguay, donde la carretera y el transporte aéreo son más importantes, así como en el Estado Plurinacional de Bolivia, donde el transporte por carretera suma casi la totalidad de los movimientos. Esto puede ser fácilmente entendido pues Paraguay y el Estado Plurinacional de Bolivia son países sin salida al mar.

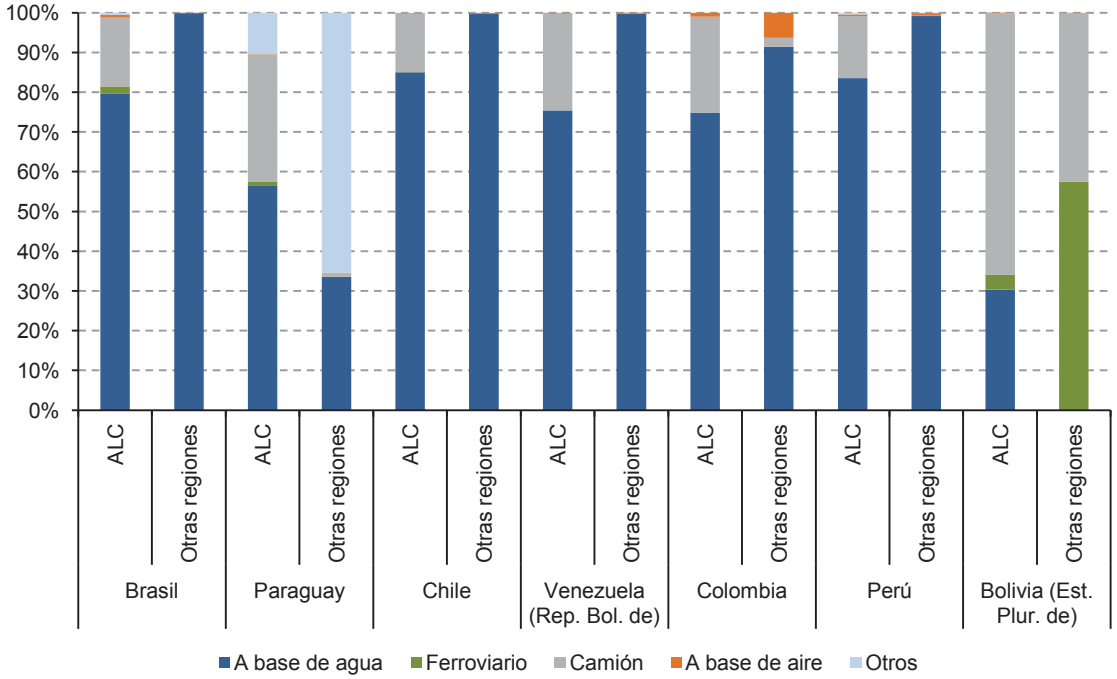
GRÁFICO 61
DIVISIÓN DE LOS TIPOS DE IMPORTACIONES, 2010



Fuente: Elaboración propia, adaptado de: Sánchez y otros, 2009, Sánchez y otros, 2010, Wilmsmeier y Hesse, 2012.

Las exportaciones que tiene ALC u otras regiones como destino también demuestran que el transporte por vías navegables es el modo más común, sobre todo si las exportaciones tienen como destino otras regiones del mundo. Entre los países de ALC, Paraguay y El Estado Plurinacional de Bolivia hacen uso del transporte por carretera (32% y 66% respectivamente). Para otras regiones, El Estado Plurinacional de Bolivia también se basa en el ferrocarril con una participación relevante del 57%, seguido por transporte por camiones con un 42%.

GRÁFICO 62
DIVISIÓN DE LOS TIPOS DE EXPORTACIONES, 2010



Fuente: Elaboración propia, adaptado de: Sánchez y otros, 2009, Sánchez y otros, 2010, Wilmsmeier y Hesse, 2012.

Teniendo en cuenta el contexto de un trabajo globalizado, la competitividad es la clave del éxito y depende de la eficacia en el desempeño de todas las actividades involucradas en la producción, distribución y comercialización. Fortalecer la eficiencia de la logística en América Latina no sólo tiene el potencial de aumentar la eficiencia energética, sino que también podría ayudar a aumentar la competitividad de la región en el mercado mundial. Aunque gran parte del traslado de mercancías se realizan con transporte marítimo, hay una oportunidad para el transporte por ferrocarril dentro de América Latina, pero habría que superar diversos desafíos en términos de la red. El transporte multimodal, normalmente se consolida en los puertos a través de las siguientes combinaciones: camiones - puerto marítimo y tren - puerto marítimo (ultramar o en ferri) (para la exportación) y el puerto marítimo - tren/camión (para las importaciones). La combinación de camión y tren es poco frecuente debido a la falta de infraestructura para el trasvase de la carga, así como la competencia directa entre estos dos modos en muchos países que hace imposible aprovechar de las complementariedades (Valencia, 2009).

Por ejemplo, en México, hay un potencial multimodal debido a la ubicación geográfica del país y los tratados de libre comercio. Por lo tanto, los avances, como el Acuerdo Nacional de 2004 sobre el Transporte Multimodal (con 22 participantes, público y privado) para trabajar en la integración de la cadena logística van en la dirección correcta. Las proyecciones indican que el transporte multimodal para el 2030 (34.000 millones de toneladas-kilómetro) podría ahorrar un 71% en el consumo de combustible, mientras que las emisiones de contaminantes también se reducirían

significativamente, destacando en particular los beneficios del ferrocarril en el transporte de carga (Rascón Chávez, 2010).

B. Marco regulatorio y sus impactos en la eficiencia energética

América Latina es una región variada con economías estructuradas de manera diferente en cada caso, con la consecuencia lógica de que las directrices y estrategias en materia de energía y de eficiencia energética son igualmente diversas. Como se ha indicado anteriormente, hay intentos regulatorios en algunos de los países, pero algunos problemas serían mejor tratados con un enfoque regional y sistémico.

Brasil ha implementado en el año 2008 el Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC) que se centra en gran medida en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a causa de la deforestación. El plan también contiene disposiciones relativas a la eficiencia energética y las energías renovables. Por sobretodo, se trata de aumentar la eficiencia energética en varios sectores de la economía en línea con las mejores prácticas y para mantener la alta presencia de energías renovables en los sectores del transporte y de la electricidad de Brasil. El Plan Nacional de Logística de Transportes, que es parte del PNCC, tiene también objetivos de mejorar la matriz de transporte de carga en el país, promoviendo el uso de modos basados en el uso de ferrocarril y vías navegables, considerados como más eficiente para distancias más grandes y peso total de la carga. Antes de eso, en 1991, CONPET - El Programa Nacional de Uso Eficiente de Energía de Petróleo y Derivados de Gas Natural - ha definido la mejora de la eficiencia energética en el uso de los derivados del petróleo y del gas natural como un objetivo. El programa contó con acciones específicas definidas para el sector del transporte, con programas de educación y evaluación de flotas, que pueden ser certificadas con un Sello Verde reconocido por el Estado y otros gobiernos locales. Siguiendo este plan, en octubre de 2011 el Plan Nacional de Eficiencia Energética fue aprobado con acciones que van a seguir la del programa CONPET y por lo tanto contribuir a la renovación de la flota de las empresas de transporte de carga para que existan vehículos más eficientes y mejoras de la calidad de los combustibles, lo cual también contribuirá globalmente a lograr una mayor eficiencia (CONPET, 2013).

En México, un país que trabaja desde hace más de 25 años en medidas de eficiencia energética, específicamente en el sector eléctrico, el Fondo de Sustentabilidad Energética (ver FSE, 2013) fue desarrollado y ya está en funcionamiento desde el año 2008, siendo su objetivo mejorar la investigación, el desarrollo y el despliegue (adopción, innovación, asimilación y desarrollo) en 4 áreas principales que incluyen la eficiencia energética, las energías renovables, el uso de tecnologías limpias y la diversificación de las fuentes primarias de energía. La Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, definida en 2009, identifica 5 objetivos que en general se concentren en promover la definición de medidas de eficiencia energética con la diversificación de las fuentes primarias de energía y la información a la población sobre los mejores electrodomésticos/vehículos relacionados con el consumo de energía. También provee para el desarrollo de diversos instrumentos de planificación, como el Programa Nacional para la Energía Sostenible (PRONASE) que identifica siete áreas de oportunidad, entre estas el transporte. Cada área incluye varias líneas de acción; en el caso del sector del transporte se definieron tres acciones principales: las normas de eficiencia para los vehículos pesados nuevos , las normas mecánicas y/o ambientales que autorizaría la circulación de los vehículos usados importados y la promoción de mejores prácticas en el uso del vehículo.

Chile ha lanzado su estrategia Nacional de Energía (2013-2030) con un nuevo plan, denominado "Energía para el futuro" (Energy for the future, 2012), que destaca seis áreas prioritarias donde la administración se centrará para transformar el sector eléctrico de Chile más limpio en el largo plazo, más seguro y más efectivo en termino de costos. Eso define el Plan de Acción de Eficiencia Energética, que pretende ser una guía para los sectores público y privado para hacer realidad el potencial de la eficiencia energética identificados para esta década y la siguiente. El Plan de Acción definió como objetivo una reducción del 12% en la demanda de energía proyectada para 2020 e incluyó, para el sector del transporte, algunas acciones en la recopilación y sistematización de datos sobre el uso de la energía, con el fin de

fomentar una mayor eficiencia en el transporte de pasajeros y mercancías. Un sistema de etiquetado de vehículos y el establecimiento de estándares mínimos de eficiencia energética de los vehículos también se han puesto en marcha. En 2009, las políticas relativas a la eficiencia energética en el transporte de mercancías se han centrado en tres aspectos: incentivos para promover la renovación de la flota de transporte de mercancías (a través de subsidios y créditos blandos con el objetivo de sustituir 500 camiones en el período 2009-2010); formación de conducción ecológica (con el objetivo de la formación 1000 conductores a finales de 2009); y la prestación de asistencia técnica en términos de mantenimiento y gestión de la flota a empresas de transporte urbanos e interurbanos de mercancías. Chile espera una reducción de entre el 5 % y el 10 % en el consumo de combustible de los que participan en la conducción ecológica (AIE, 2009). Achee, la " Agencia Chilena de Eficiencia Energética " (Achee, 2013), se creó con la misión de promover, fortalecer y consolidar el uso eficiente de la energía y de comunicar esto a los actores relevantes a nivel nacional e internacional. Achee ha definido varios programas dentro de los diferentes ámbitos de acción, incluyendo el sector del transporte, para promover la incorporación de herramientas de gestión de la eficiencia energética en el transporte de mercancías, a nivel país en todos los sectores y regiones.

Aunque en Paraguay la energía hidroeléctrica es la principal fuente de energía nacional, la demanda de combustibles fósiles sigue siendo notable, con el 14,5% de las importaciones totales de mercancías. Unas medidas aisladas se han implementado con el fin de lograr una mayor eficiencia energética, en este caso a través de la utilización de combustibles alternativos. Una mezcla de alcohol en la gasolina se inició en los años 80 y ha tomado más importancia en los años 90, llegando hoy en día a una mezcla de 24% (Cazal, 2010). También, una mezcla de biodiesel se ha producido, sin embargo, la mezcla no ha alcanzado el mínimo de 1%. En 2008, el Gobierno aprobó el Decreto 12240 reduciendo el IVA al biodiesel y etanol al 2%. En 2011, se creó el Comité Nacional de Eficiencia Energética que reúne a las instituciones nacionales del sector energético con el objetivo de la preparación y ejecución del Plan Nacional para el uso eficiente de la energía en la República del Paraguay. Este plan define pasos y acciones a través del Plan de Uso Eficiente de la Energía con la implementación de campañas de comunicación para la población, en su mayoría dedicado a la utilización racional de la electricidad. Sin embargo, no se encontraron medidas relacionadas con el sector del transporte (sólo para el transporte público).

En Panamá, la Ley para el uso racional y eficiente de la energía (Uso Racional y Eficiente de la Energía, ver UREE, 2013), aprobado en octubre de 2012 pero no promulgada hasta hace poco tiempo, comenzó la trayectoria en materia de eficiencia energética y se espera que mejore la eficiencia en un 10%, resultados que sólo se pueden ver en un futuro. Esta nueva ley tiene, entre otros, los objetivos de promover la conservación y la eficiencia energética, así como desarrollar nuevas tecnologías. Sin embargo, no contiene ninguna referencia específica al sector del transporte.

C. Futuros desafíos hacia la eficiencia energética

En términos de estrategias y políticas nacionales se observa que se han realizado varios esfuerzos en los últimos 9-10 años en la región de América Latina, aunque el sector del transporte sólo recibió medidas menores y algunos incentivos a nivel de empresas de transporte (cuya contribución potencial es significativa). Sería importante definir objetivos específicos para este sector y desarrollar los mecanismos para su seguimiento, así como la evaluación de los resultados con el fin de analizar la sustentabilidad y viabilidad. La existencia per se de leyes y reglamentos no garantizan el éxito. Es esencial aplicar, monitorear y hacer cumplir la reglamentación. En este sentido, sistemas de indicadores deben ser elaborados por el sector del transporte, con un conjunto coherente de criterios de éxito para informar futuras estrategias energéticas. A un nivel supra-nacional (nivel de la región), hay una importancia estratégica en la armonización e integración de los diferentes reglamentos a causa que algunas cuestiones de eficiencia energética no pueden ser tratados por un solo país.

Algunos objetivos para la movilidad de mercancías son (Barbero, 2010):

- La red de transporte de la región presenta deficiencias estructurales, relacionadas no sólo con su reducida cobertura espacial, sino también con su estado físico. Con los años, el aumento en el crecimiento del tráfico debido a la actividad empresarial, el comercio y la tasa de motorización tuvieron aquí sus efectos. La ampliación, rehabilitación, modernización y mantenimiento, así como aumentar la capacidad, requiere considerables esfuerzos financieros y de gestión. Es importante analizar cuidadosamente la evolución de la red de carreteras ya que, al final, una expansión pura de este modo puede dar lugar a efectos no deseados;
- La industria de transporte por camiones es ineficiente en muchos de sus sectores y esto tiene también implicaciones en otros eslabones de la cadena logística. El transporte por carretera es el modo más importante de transporte doméstico en la región y mejoras en esta área podría generar efectos colaterales y economías de escala;
- El 80% de todas las operaciones internacionales pasan a través de los puertos. Pero aunque muchos de ellos han trabajado en la eficiencia de su desempeño, persisten problemas de organización, es decir, en la coordinación entre los actores y en su relación con el interior del país. El impacto potencial de mejora es importante, no sólo en los costos y el rendimiento operativo, sino también en términos de eficiencia energética;
- El transporte ferroviario en muchos países no fue parte del proceso de modernización y está especializado principalmente en el transporte de las materias primas; y tiene un gran potencial como modelo de transporte energéticamente eficiente. Este puede tener un impacto significativo en la logística a granel, pero también puede jugar un papel en los principales corredores de transporte de contenedores conectados con el transporte multimodal nacional e internacional;
- Teniendo en cuenta las condiciones y las capacidades totales de carreteras, ferrocarril, y puertos, la pura expansión geográfica de América Latina, los obstáculos geológicos y los niveles de precios actuales del combustible, el transporte aéreo puede seguir siendo visto como un atractivo creciente para muchos gobiernos. Este medio, sin embargo, representa una alta ineficiencia energética y, por lo tanto, debe ser remplazado por otros modos de transporte, también teniendo en cuenta que algunas ciudades de América Latina están a varias centenas de metros de altura sobre el nivel del mar, lo que significa que los aviones utilizan mucho más combustible para despegar y aterrizar.

El potencial de esta región es importante, pero en general existe la necesidad de una acción más concertada, por lo que los operadores de medio marítimo, aéreo y/por carretera de América Latina, pueden aumentar su participación en los corredores de transporte internacionales. La integración regional es necesaria y para ello se deben desarrollar estrategias combinadas. Como primer paso, desde largo tiempo los países deberían formular y aplicar políticas nacionales que tengan en cuenta la competitividad y la productividad de bienes y servicios. Las proyecciones de la distribución del transporte de mercancías promedio para el 2050 desarrollados por la OCDE, predicen un aumento en el transporte por carretera y una disminución en el uso del transporte por ferrocarril, con una tasa media de crecimiento del 2,5% en el consumo de energía entre 2008 y 2035 para la región. En este sentido, está claro que si no se toman las medidas adecuadas, la situación actual va a degradarse de manera continua con consecuencias que tienen impacto en los ciudadanos y su calidad de vida.

D. Visión y estrategia para América Latina en el transporte urbano

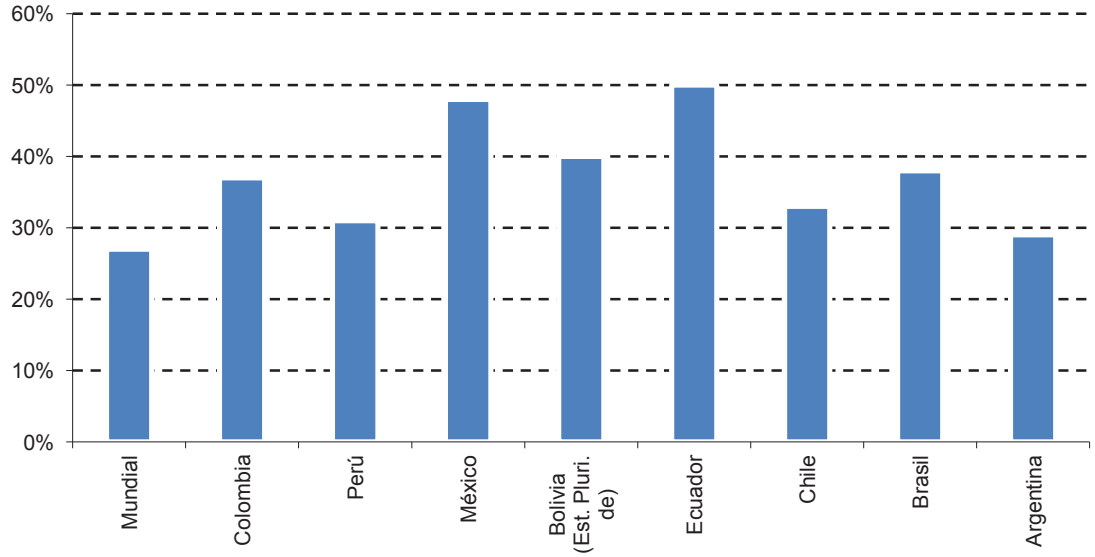
Las necesidades de desplazamiento de personas y mercancías dentro de sociedades dinámicas, modernas y cada vez más globalizadas es una constante al nivel mundial, generando retos y varias veces externalidades en la misma sociedad. Varias variables o factores influyen en los energéticos empleados en dichos desplazamientos, en los esquemas de participación modal del transporte de pasajeros y de carga, en las tecnologías empleadas, en los niveles de motorización urbana y en la cultura ciudadana alrededor de la movilidad, y que en cierto grado influyen en la demanda de energía del transporte. En cierto sentido, la demanda de energía en el sector transporte también puede ser un indicador de competitividad al nivel regional y urbano.

La participación del sector transporte en la matriz energética de diferentes países latinoamericanos presenta una alta variabilidad, con una alta participación del sector en países como México y Ecuador (cerca del 50%). En contraste, en países como Chile y Argentina se observa una menor participación energética del transporte, cercana a la registrada como referencia al nivel mundial. Colombia se encuentra muy cerca de la media de este indicador, aun cuando registra una tendencia a reducir la intensidad energética del sector transporte.

El promedio mundial, así como la participación energética del sector transporte en la matriz energética de los países europeos de la OECD, es similar a la estimada en países como Argentina o Chile. Estas cifras pueden estar asociadas a políticas de uso eficiente de la energía en el transporte urbano, uso masivo de soluciones de transporte eléctrico para movilización de carga y pasajeros (trenes, tranvías, trolebuses), así como una mayor participación modal del transporte no motorizado como la bicicleta o de otras iniciativas de transporte eficiente como el uso de vehículos híbridos y eléctricos, políticas de chatarrización, buenas prácticas como el carro compartido, la adecuada gestión del tráfico vehicular y prácticas de conducción de los vehículos.

Una alta participación de la caminata y la bicicleta en los esquemas de transporte urbano es una condición deseable en términos energéticos, ambientales, sociales y de salud pública. Es así como ciudades con un alto uso de este tipo de opciones de transporte ofrecen ambientes saludables, equitativos, integrales y competitivos.

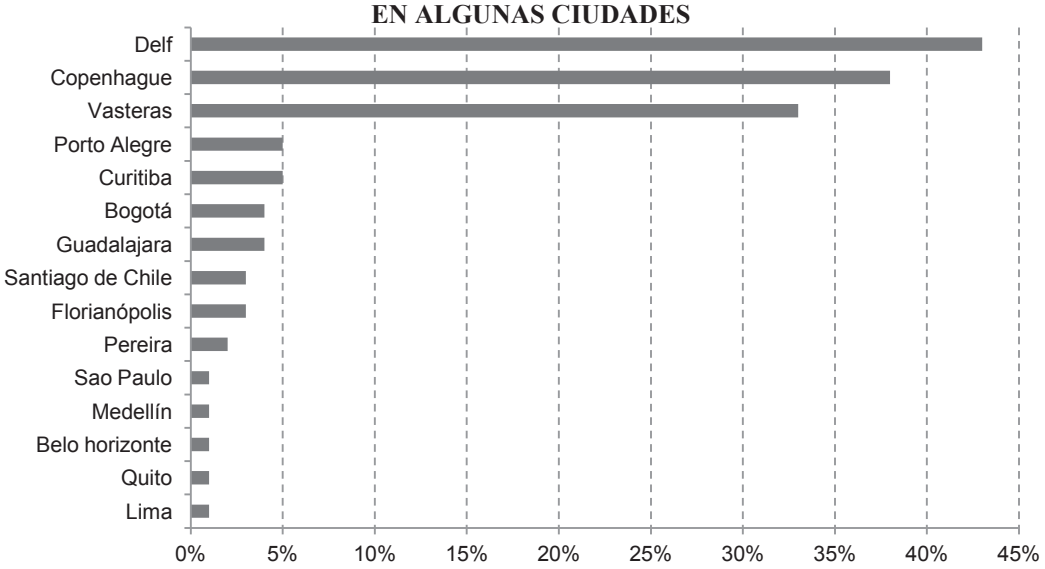
GRÁFICO 63
PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DEL SECTOR TRANSPORTE EN LA DEMANDA DE ENERGÍA PRIMARIA POR PAÍS/REGIÓN



Fuente: Elaboración propia basada en IEA, 2011.

En Medellín la caminata es una opción con una participación reducida y la participación de la bicicleta como modo de transporte es marginal. Si bien esta situación es poco alentadora, es un hecho desafortunado y recurrente en las ciudades latinoamericanas. Como se muestra en la figura, la participación de la bicicleta en los esquemas de transporte urbano de algunas ciudades en la región no supera el 5%, muy inferior respecto a algunas de las ciudades referentes europeas.

GRÁFICO 64
PORCENTAJE DE VIAJES DIARIOS REALIZADOS EN BICICLETA EN ALGUNAS CIUDADES



Fuente: Elaboración propia, cifras estimadas según reportes de las instituciones de transporte y movilidad de las ciudades de Bogotá, Medellín, Santiago de Chile, Lima y Guadalajara. Otros adaptados de Ballesteros (2010) e información ciudades de Brasil, OMU-CAF, 2010.

Si bien las ciudades latinoamericanas como Medellín presentan condiciones urbanas, culturales, sociales y económicas distintas a las ciudades europeas y países OECD, las necesidades de viaje, beneficios y oportunidades para utilizar la bicicleta son similares en Europa y Latinoamérica, e incluso, las limitaciones económicas de la población en la región latinoamericana pueden ser un aliciente adicional para el uso de un transporte económico y asequible como la bicicleta.

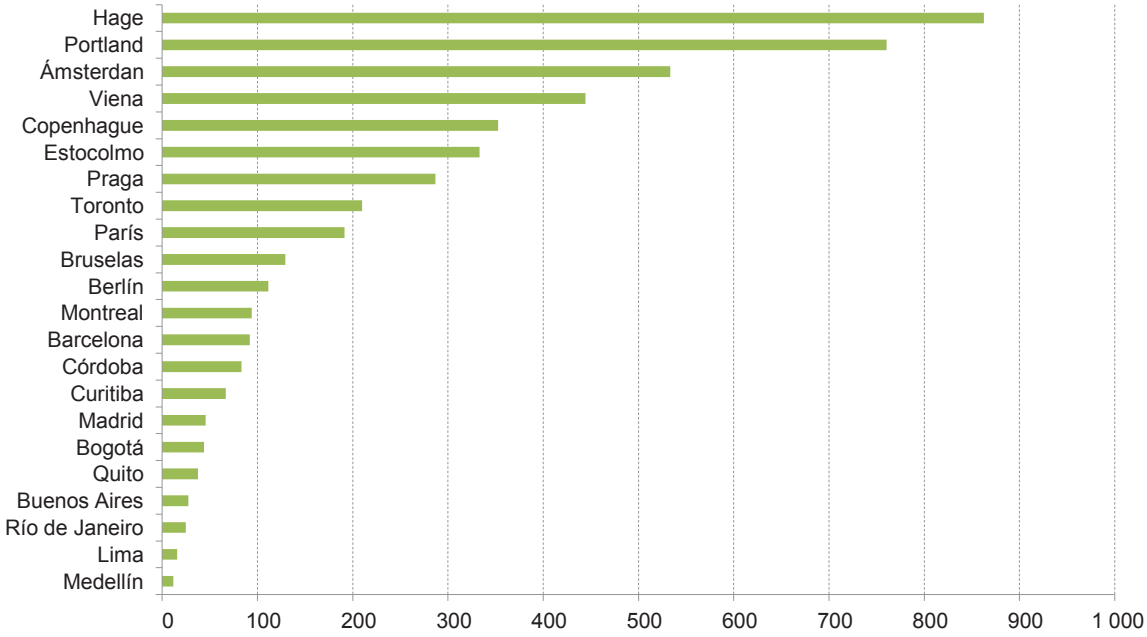
Sin embargo, varias ciudades latinoamericanas durante el siglo pasado definieron la estructura de transporte urbano a través de opciones motorizadas, la infraestructura y educación para el uso de la bicicleta es limitada, se han construido modelos mentales entre la población que estigmatizan a los ciclistas cotidianos, las ciudades en muchos casos no ofrecen condiciones de seguridad mínimas para un desplazamiento en bicicleta y no existe una planeación que incluya a la bicicleta entre la oferta de transporte. Además, la definición de políticas de infraestructura transporte y no de movilidad, la ausencia de una planeación integral, estratégica y bajo conceptos de sustentabilidad, la planeación de corto plazo y con influencias externas, y el potencial de crecimiento económico alrededor del automóvil son otras situaciones que impiden que modos de transporte alternativos encuentren un espacio y puedan posicionarse en los esquemas de transporte urbano en la región.

En este sentido, Bogotá se destaca en Colombia y en Latinoamérica como una ciudad con políticas y acciones relevantes a favor de la bicicleta como modo de transporte cotidiano; para el año 2012 contó con la mayor extensión de vías dedicadas para la bicicleta (350 Km), la bicicleta eléctrica comienza a ser una opción visible en algunos grupos sociales en la ciudad, la bicicleta se articula con el sistema de transporte masivo BRT y existe una moderada participación de la bicicleta en el esquema de transporte urbano (4%) superando a opciones como la motocicleta y con igual relevancia que el servicio de taxi. Estos indicadores son el resultado de más de una década orientada a promover el transporte para este modo.

Sin embargo, se encuentra que indicadores como longitud de ciclorutas por cada millón de habitantes y longitud de ciclorutas por kilómetro cuadrado de área urbana son inferiores a los registrados en ciudades de países europeos referentes en movilidad urbana. En términos de cobertura en área urbana, Bogotá presenta una cifra que le ofrece una posición positiva, en contraste, la posición de las ciudades latinoamericanas es deficitaria. Si bien la infraestructura dedicada para los ciclistas no es la única estrategia para el éxito de la masificación de la bicicleta como modo de transporte, si es una estrategia que podría ser puesta en marcha en las ciudades de la región con gran efectividad, esto considerando que la infraestructura vial urbana y el comportamiento de los conductores de vehículos motorizados representan riesgos para los usuarios de la bicicleta, riesgos que se convierten en una barrera para su uso.

En Medellín es visible su rezago en términos de gestión y participación de la bicicleta, con una condición especial asociada a su topografía montañosa. No obstante, la ciudad lidera el proyecto de bicicletas públicas en el país, ofrece oportunidades de desplazamiento de las bicicletas en el sistema ferroviario metro, recientemente definió una política para la movilidad en bicicleta y proyecta acciones para promover su uso.

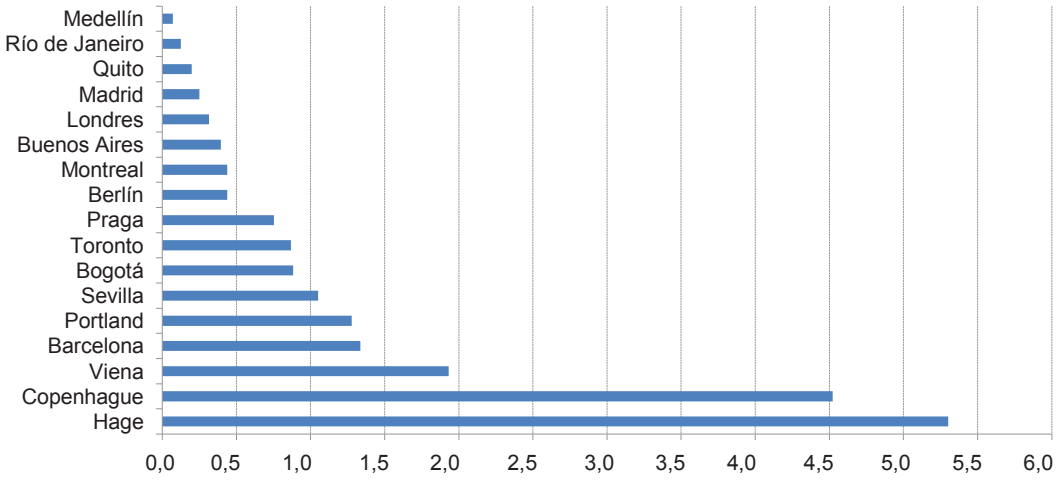
GRÁFICO 65
INDICADOR LONGITUD DE CICLORUTAS POR CADA MILLÓN DE HABITANTES



Fuente: Elaboración propia basada en Velandia, 2013.

Con relación a la participación de los demás modos de transporte en el esquema de transporte urbano se observa en el cuadro que Medellín posee una destacada participación del transporte colectivo y masivo, hecho positivo en términos de uso de energía, tiempos de viaje, emisiones contaminantes y costos asociados al transporte. Sin embargo, la participación del transporte masivo y colectivo es inferior a las demás ciudades referenciadas.

GRÁFICO 66
INDICADOR KM DE CICLORUTA POR KM² DE ÁREA URBANA



Fuente: Elaboración propia basada en Velandia, 2013.

CUADRO 86
DISTRIBUCIÓN MODAL EN CIUDADES DE AMÉRICA LATINA

Ciudad	Transporte particular /individual/otros	A pie	Transporte colectivo y masivo
Buenos Aires	51%	9%	40%
Medellín	46%	26%	28%
Belo Horizonte	27%	35%	38%
Curitiba	37%	35%	28%
Porto Alegre	31%	27%	42%
Sao Paulo	34%	33%	33%
Santiago de Chile	26%	35%	39%
San José	28%	24%	48%
México D.F.	24%	24%	52%
Guadalajara	32%	37%	31%
Lima	22%	25%	53%
Bogotá D.C.	28%	15%	57%
Caracas	27%	19%	54%

Fuente: Elaboración propia, basado en OMU-CAF, 2010.

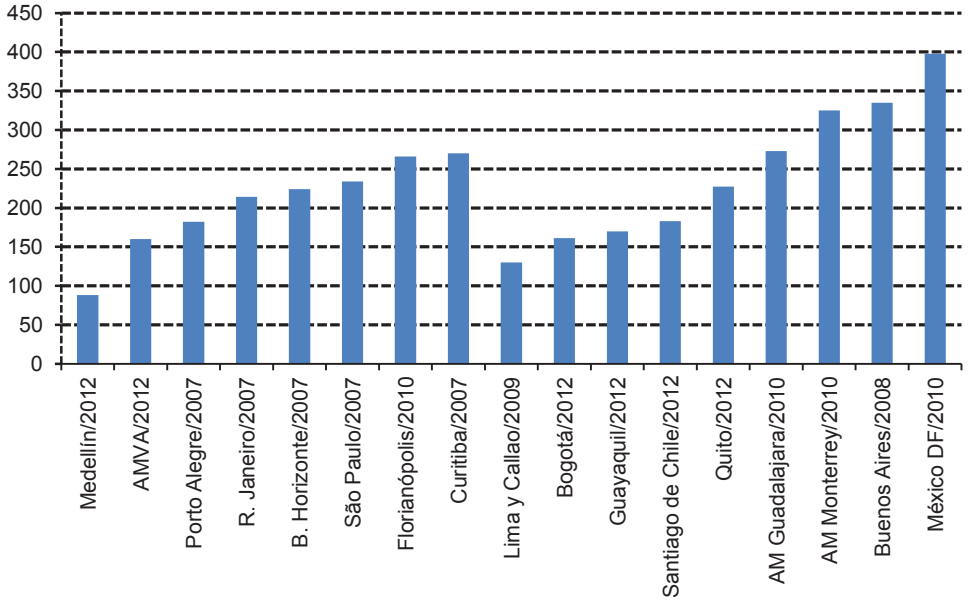
El uso de tecnologías de transporte eléctrico (sistema metro y cables aéreos), el uso de gas natural en buses urbanos, el control de la flota de servicio de pasajeros, la integración regional al sistema metro y la regulación de flota en el segmento transporte masivo son algunas situaciones que permiten destacar la gestión energética del transporte en el Valle de Aburrá.

Con relación al uso de opciones de transporte particular, el automóvil y la motocicleta son opciones que tienen una importante participación en el esquema de transporte urbano. En este sentido, la ciudad tiene una destacable participación de la motocicleta no solo al nivel nacional sino en Latinoamérica, medido por cada mil habitantes en su área metropolitana. En cuanto a la tasa de motorización (número de automóviles por cada mil habitantes), la tasa es baja para la ciudad y moderada para su área metropolitana. Es importante destacar que los municipios vecinos a Medellín

como Envigado e Itaguí concentran un importante segmento de la población con mayores ingresos económicos del área metropolitana, hecho que aumenta la propiedad de automóviles.

El índice de motorización en las ciudades latinoamericanas referenciadas muestra valores bajos para las regiones de Lima-Callao, Bogotá, AMVA y Guayaquil, y valores mayores en ciudades/regiones mexicanas, Buenos Aires, Curitiba y Florianópolis. Las mayores tasas de motorización en Latinoamérica son aún inferiores a las tasas de motorización registradas en ciudades norteamericanas, hecho que muestra la importancia de las medidas orientadas a desestimular la compra y generar un uso racional del automóvil. En este sentido, si los problemas actuales de congestionamiento, contaminación y costos colaterales del transporte urbano son considerados importantes en las ciudades latinoamericanas, los problemas pueden llegar a empeorar teniendo en cuenta las tendencias de crecimiento del parque vehicular privado durante los últimos años.

GRÁFICO 67
ÍNDICE DE PROPIEDAD DE AUTOMÓVILES EN CIUDADES LATINOAMERICANAS POR 1.000 HABITANTES



Fuente: Elaboración propia, según instituciones oficiales de Bogotá, Medellín, Santiago de Chile, Guayaquil, Lima, Buenos Aires y Quito. Ciudades mexicanas ITDP, 2010, Ciudades de Brasil OMU-CAF, 2010.

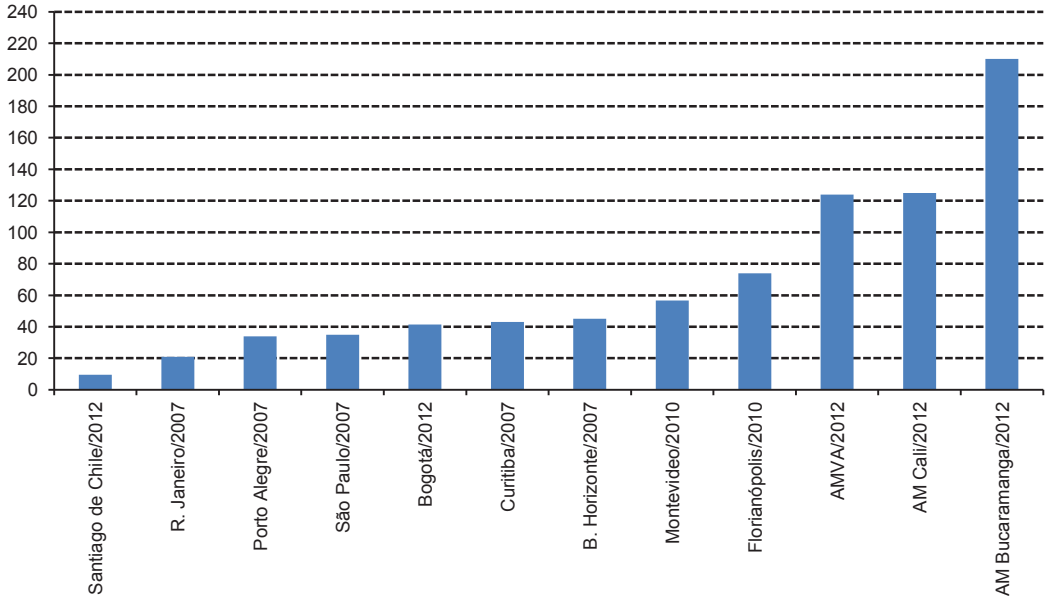
El uso del gas natural vehicular (7% de la flota en el AMVA), las restricciones a la circulación diaria al automóvil y los moderados recorridos diarios de los automóviles, la existencia de otros servicios de transporte urbano (rutas escolares y empresariales) y la destacada participación de la motocicleta en el segmento transporte particular individual permiten que la demanda energética del transporte particular no sea destacable. Se estima que el kilometraje promedio diario recorrido por un automóvil en el AMVA es menor a 15 Km; según Londoño et.al (2011), un automóvil liviano en el municipio de Envigado (municipio del AMVA con un alto índice de propiedad de automóviles) recorre 12 kilómetros diarios.

Otro dato que incide en la demanda energética del segmento transporte particular individual es la antigüedad de los vehículos. A pesar de la poca disponibilidad de información a nivel local, según el Ministerio de Transporte (2012) el 40% del parque vehicular nacional (4,02 millones de automóviles, incluyendo camionetas y camperos) tiene un tiempo de servicio igual o menor a 10 años. Esta situación es el resultado de los incrementos recientes en la flota de automóviles en el último quinquenio, cuyos efectos más notables son los fuertes problemas de congestión que presentan las principales ciudades del país en los últimos años. Sin embargo, se estima que un 30% de la flota posee

un tiempo de servicio superior a 20 años, hecho negativo en términos de eficiencia energética, seguridad y emisiones.

Con relación al índice de propiedad de motocicletas por cada mil habitantes, el Área Metropolitana de Bucaramanga se destaca entre las ciudades latinoamericanas referenciadas. Así mismo, las ciudades y regiones colombianas muestran un alto índice de propiedad de motocicletas por cada mil habitantes en el promedio de Latinoamérica, mientras que las ciudades de Santiago de Chile y Río de Janeiro señalan los menores valores.

GRÁFICO 68
ÍNDICE DE PROPIEDAD DE MOTOCICLETAS EN CIUDADES LATINOAMERICANAS
(Motocicletas/mil habitantes)



Fuente: Elaboración propia, según ministerio de Transporte de Colombia, RUNT 2012. Instituciones oficiales Santiago de Chile y Montevideo. Ciudades de Brasil OMU-CAF, 2010.

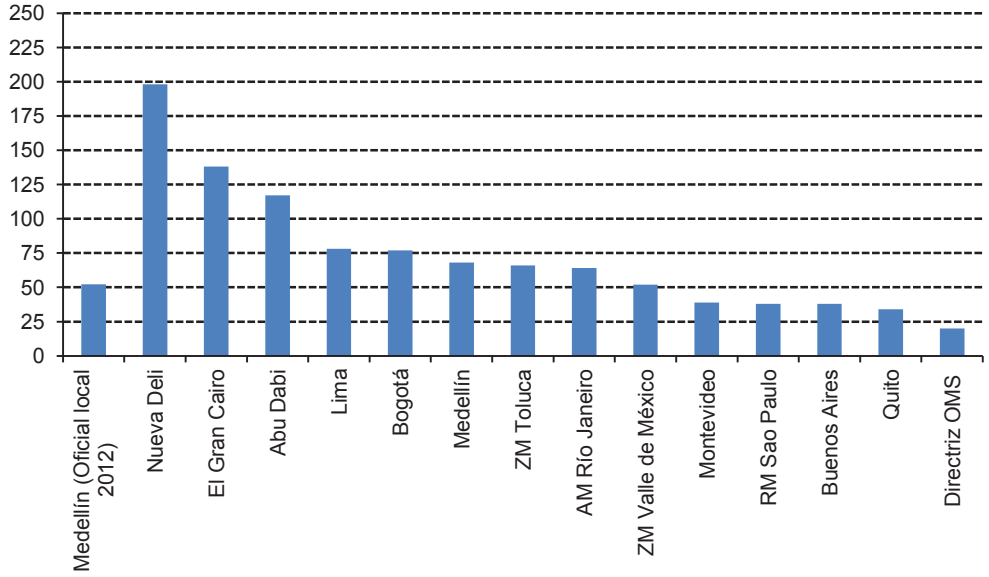
Entre las opciones de transporte particular motorizado, la motocicleta representa las mayores eficiencias energéticas. Una motocicleta con tecnología cuatro tiempos de gasolina con cilindraje 150 cc puede tener un rendimiento cercano a 150 km por galón, en contraste, un automóvil ofrece un rendimiento cercano a 35 Km por galón de gasolina. Si se considera que en promedio un automóvil transporta a 1,5 personas, siendo una práctica ineficiente desde aspectos energéticos, de aprovechamiento del espacio urbano y emisiones contaminantes, la motocicleta ofrece mejores niveles de servicio, con un menor costo operacional para el usuario y menores costos energéticos por habitante para la ciudad. No obstante, al considerar que más de la mitad de los motociclistas eran antiguos usuarios del transporte colectivo y masivo, se puede considerar una pérdida de eficiencia energética al utilizar este vehículo, especialmente cuando el motociclista era un usuario del sistema Metro.

Como resultado de los niveles de motorización particular, el tipo y la calidad de los combustibles, las condiciones del tráfico, el tipo de vehículos y el contexto urbano (condiciones topográficas e hidroclimáticas), la región AMVA ha registrado un nivel de concentración media anual de PM10 (µg/m^3) superior a la recomendación establecida por la Organización Mundial para la Salud (20 µg/m^3).

Con respecto a otras ciudades colombianas, Medellín presenta una concentración media anual (52,2 µg/m^3) superior a la de Bogotá, con una variación porcentual de 9,7% y Bucaramanga 37,8%. Ciudad de México supera la concentración de Medellín con una variación porcentual del 14,4%, mientras con respecto a Santiago de Chile sólo se supera con un 0,4% (CGM, 2013).

En el año 2011, la OMS publicó el reporte "*Urban outdoor air Pollution database*", en el cual se indicó el valor de la concentración media anual de material particulado inferior a 10 micrómetros en 1.099 ciudades del mundo. En este informe, Medellín se ubicó en el puesto 130, con una concentración media anual en 2007 de 68 ug/m³, siendo superada por urbes latinoamericanas como Bogotá con 77 ug/m³ y Lima (Perú) con 78 ug/m³ (CGM, 2013). Todas las ciudades acá reportadas en la región están por encima del valor límite establecido por la Organización Mundial de la Salud.

GRÁFICO 69
COMPARATIVO DE CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO INFERIOR A 10 µm (PM10) A CONDICIONES DE REFERENCIA, CLASIFICACIÓN DE LA OMS EN DISTINTAS CIUDADES
(En µm/m3)



Fuente: Elaboración propia, basado en CGM, 2013.

No obstante, durante el último quinquenio se registró una tendencia decreciente en las concentraciones de PM10 y las mediciones desde el año 2010 señalaron valores que están debajo de la norma nacional. Esta tendencia positiva responde a varias iniciativas como son la disminución del contenido de azufre en el diesel (actualmente menor a 40 ppm), el uso de tecnologías en transporte limpio como los automóviles y motocicletas eléctricas, el uso del gas natural vehicular en la flota urbana, la gestión del tráfico urbano y la instalación en buses de servicio público de filtros que reducen las emisiones al aire.

Durante las últimas dos décadas Medellín ha gestionado un proceso de transformación en distintos frentes: sociales, urbanos, económicos y culturales que le han permitido un posicionamiento no solo al nivel nacional sino también al nivel mundial. Luego de años de estudio, inversiones en infraestructura y tecnología, diseños urbanos alternativos, educación ciudadana y política, hoy no se identifica una salida rápida a los problemas locales asociados con la movilidad, sin embargo, los esfuerzos realizados y sus resultados demuestran que la planeación de ciudades sostenibles es posible y que el transporte urbano ofrece múltiples oportunidades para su construcción y conservación.

Según Velandia (2012), hoy no existe una "fórmula perfecta" para garantizar la movilidad urbana bajo los conceptos de la planeación estratégica y el desarrollo sustentable, pero es posible afirmar que el camino hacia este propósito debe estar soportado por múltiples acciones en diferentes sectores y con distintos beneficiarios, dentro de un proceso construido desde la interdisciplinariedad y la participación ciudadana. Asimismo, la diversidad de conceptos e intereses, la complejidad de la

naturaleza social ser humano, las limitaciones de recursos y la demanda de acciones en el proceso de planeación, hacen que un plan para la movilidad urbana requiera de la jerarquización de prioridades dentro de una planeación de largo plazo, el debate y concertación entre actores, la articulación de las medidas, el continuo monitoreo de los impactos generados, la habilidad de innovar y adaptarse a nuevas exigencias en el tiempo. Bajo este exigente contexto son necesarias dos condiciones: la voluntad política y el interés de la sociedad por su evolución y cambio progresivo.

Teniendo en cuenta las experiencias internacionales y los fundamentos conceptuales de la construcción de ciudades sustentables, la ciudad de Medellín ha construido una propuesta para mejorar las condiciones urbanas desde el transporte alrededor de los siguientes aspectos y que podrían considerarse dentro de una visión y estrategias para América Latina, a partir de lecciones aprendidas en términos de replicabilidad y factibilidad:

Desde la planeación. La ciudad ha tomado medidas enfocadas en la planificación del crecimiento urbano propio y su articulación con los municipios del AMVA así como un planeamiento integral de su infraestructura. Se destaca la re-densificación de la ciudad de Medellín (20.450 habitantes por Km^2 para el año 2012), el desarrollo de usos de suelo mixto, el inicio durante los últimos años de una planeación orientada al transporte y la aplicación de conceptos de desarrollo urbano inteligente.

Se fortalece el concepto del transporte masivo e integrado como soporte para el desplazamiento en la ciudad y su conectividad con los municipios vecinos, la promoción del transporte escolar y empresarial, el diseño de nuevos planes para promover el uso de la bicicleta y planes de regularización completa del transporte colectivo bajo un esquema único de transporte público urbano articulado con las opciones ferroviarias tipo Metro y tranvía, BRT y cables aéreos.

Por último, aspectos urbanos, paisajísticos, sociales, económicos y de transporte se articulan para generar mayores beneficios de los proyectos de transporte como es el caso de los cables aéreos, integrados al sistema de transporte metro, en zonas tradicionalmente marginadas, con problemas de accesibilidad, limitaciones económicas y condiciones sociales difíciles. Los proyectos incluyeron bibliotecas, parques, seguridad, espacio público y mejoramiento de las condiciones urbanas.

Desde la regulación. La ciudad ha diseñado e implementado distintos instrumentos de gestión enfocados a la racionalización del uso de los automóviles y la gestión del tráfico. La construcción de infraestructura que reduce el espacio para el uso del automóvil para ofrecer espacio público y oferta de transporte masivo, la puesta en marcha de un plan de apaciguamiento del tránsito y la peatonalización de calles. También han sido puestas en marcha normas especiales para la circulación y estacionamiento de los automóviles en algunas zonas y/o corredores de la ciudad, y se proyectan nuevas medidas en la definición de posibles zonas de bajas emisiones y carriles de alta ocupación vehicular. Por último se generan normas para la gestión de la carga desde y hacia la ciudad, así como para la distribución de bienes y mercancías en el área urbana y metropolitana.

Desde aspectos económicos. La ciudad ha generado tributos que obligan a los automovilistas a pagar por los costos que generan su circulación y los daños que le causan a la sociedad. Entre las medidas se encuentran impuestos a los combustibles fósiles líquidos, impuesto a la propiedad y zonas de cobro por estacionamiento en vía pública. En contraste, se han generado beneficios para potenciar el uso de automóviles menos contaminantes (eléctricos y gas natural), regularización de la operación del transporte colectivo y la chatarrización de buses viejos.

Desde la educación. La ciudad se destaca por sus planes de educación en términos académicos y culturales. Este tipo de medidas ha buscado cambios de comportamiento entre la población que se hacen visibles en programas como "cultura metro". Asimismo, la ciudad mantiene programas de concienciación y sensibilización, de información al público de las acciones en temas de movilidad, el desarrollo de políticas que permiten la participación ciudadana, el acercamiento de los recursos tecnológicos como el internet y la aplicación de sistemas de información al usuario para gestionar la movilidad.

Desde los recursos tecnológicos. La tecnología es una herramienta poderosa para contribuir a mejores niveles de servicio y menores costos colaterales del transporte. La ciudad se destaca al nivel nacional y regional por sus continuos desarrollos tecnológicos en transporte masivo que le permiten ser hoy un asesor internacional en el diseño de sistemas auto-sostenibles, con alto valor de integración social y de impacto tecnológico. La participación de universidades y centros de investigación en la planeación del transporte y en su optimización operacional es un aspecto destacado. Es así como la academia ha participado en planes de eficiencia energética en el sistema metro, en la optimización operacional de la flota, en el estudio de vehículos eléctricos y la puesta en marcha de pilotos de bicicletas públicas y buses eléctricos con catenaria.

Las anteriores iniciativas son algunas de las que ha puesto en marcha Medellín para ser más competitiva a través de la gestión del transporte urbano. Muchas de estas acciones no han sido de fácil ejecución y para su desarrollo han requerido de líderes decididos en la construcción de un transporte moderno y eficiente, meta difícil dentro de un escenario con recursos limitados y con problemas cotidianos que deben ser atendidos y que no pueden detenerse.

La ciudad y sus municipios vecinos se han alineado entre sí para generar sinergias que han demostrado resultados positivos al nivel de área metropolitana y que han aprovechado de mejor forma el respaldo del Gobierno Nacional. La movilidad ha sido un objetivo que se articuló con otras metas como la reducción de emisiones de gases efecto invernadero, el mejoramiento de la calidad del aire, la reducción de la accidentalidad, el aumento de la eficiencia energética del transporte y el desarrollo económico. Hoy los indicadores de aceptación de la ciudadanía de los planes de transporte urbano y de los demás indicadores registrados en este documento son una evidencia del éxito de esta planeación en la ciudad de Medellín y el AMVA.

XI. Conclusiones recomendaciones y perspectivas

A. El reto de desacoplar la movilidad y el consumo de energía

1. Desacoplando movilidad y energía

"La creencia generalizada de que usted necesita reducir la movilidad para combatir el cambio climático no es simplemente verdad. Sistemas de transporte competitivos son vitales (...) para competir en el mundo, para el crecimiento económico, creación de empleo y para la calidad de vida cotidiana de las personas. Restringir la movilidad no es una opción; ni tampoco un negocio. Podemos romper la dependencia del sistema de transporte del petróleo sin sacrificar su eficiencia y comprometer la movilidad. Puede ser un win-win". Vicepresidente de la Comisión Europea, Siim Kaan (European Commission), 2006.

La cita anterior establece el objetivo de la política de transporte en una nueva era de "movilidad inteligente", donde la infraestructura, medios de transporte, las personas y los bienes se interconectan cada vez más hacia una mayor movilidad en el transporte y menor consumo de energía (Comisión Europea, 2013).

La movilidad es la piedra angular de las interacciones económicas y la integración regional para determinar la dinámica de la vida cotidiana en todo el mundo. El comercio internacional aumentó considerablemente en las últimas décadas, ya que los países emergentes crecieron económicamente y se abrieron. El aumento de los movimientos de mercancías desde y hacia los mercados internacionales dio lugar a una mayor dependencia de transporte de mercancías, ya que las mercancías se transportan desde y hacia regiones de ultramar - y aeropuertos con camiones, barcos, aviones y trenes. Con además un aumento de la expansión comercial, se supone que los sistemas de transporte actuales operan con plena capacidad, resultando más alto el uso extensivo y las frecuencias de mantenimiento de los medios de transporte existentes, así como aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero en los niveles nacional, regional y mundial. Por lo tanto, los sistemas de transporte tendrán que ser mejorados y adaptados a un aumento de los flujos comerciales, así como a los retos futuros, como el cambio

tecnológico, el crecimiento demográfico, el aumento de precios de la energía y el cambio climático. Los responsables políticos, ambientalistas y representantes del sector privado tienen que entender los retos de futuro del transporte de carga para mejorar la movilidad, mientras disminuye del consumo de energía en el sector del transporte.

Uno de los objetivos para los responsables políticos del transporte debe ser aumentar la movilidad y reducir el potencial de movilidad realizado. Por lo tanto, proporcionar a las personas y las industrias una gama más amplia de posibilidades de transporte y dejar que ellos elijan el más óptimo de acuerdo a un tema a costo, tiempo y emisiones.

2. Tendencias actuales

La planificación del transporte tradicional, la dinámica del mercado del transporte y la elaboración de políticas a favor del transporte e industrias de uso intensivo de carbono, a menudo inhiben el suministro y el uso de medios de transporte sostenibles.

En primer lugar, las políticas de transporte se centran principalmente en el transporte por carretera. Este enfoque surgió principalmente debido a los costos relativamente bajos de ampliación de la red de carreteras y su rápida construcción. Además, el transporte por carretera cumple, al mismo tiempo, con las demandas de movilidad de pasajeros y mercancías. Por lo tanto, las políticas orientadas hacia el transporte por carretera responden con mayor rapidez a las necesidades de infraestructura de crecimiento económico. Sin embargo, mientras más las políticas de transporte se limitan al transporte por carretera, los llamados "lock ins" (encierros o bloques) normativos surgen. Estos lock ins se caracterizan por, así como la adjudicación de concesiones a largo plazo, como contrato para proveedores de transporte.

Aumento de la movilidad y el uso de energía más eficiente en el sector del transporte está actualmente inhibida por el aumento de las distancias geográficas que el transporte tiene que superar, así como un aumento del deseo de velocidad en la carga y transporte de pasajeros. El incremento de las distancias de carga y transporte de pasajeros se asocia con la expansión y apertura de nuevos mercados, así como por la expansión de las ciudades, asociada a la descentralización urbana y el surgimiento de la clase media en las economías emergentes. El aumento del **ansia** de velocidad en el transporte está asociado con la propagación de las estrategias de llegar justo a tiempo, el aumento de las exportaciones de productos frescos de la región y la reducción al mínimo asociado del tiempo y la intensificación de la competencia entre las empresas a nivel mundial. Estas tendencias se reflejan en el aumento del número de buques más rápidos, camiones de largo recorrido y el uso de aviones y por consiguiente un aumento en el consumo de energía.

En tercer lugar, los sectores relacionados con el transporte intensivo en carbono están muy favorecidos por los fuertes subsidios de combustible de los consumidores, así como por la ineficacia de los acuerdos internacionales sobre la eliminación gradual de los subsidios a los combustibles fósiles. Por lo tanto, por unidad de precio de medios de transporte intensivos en carbono están socavando artificialmente los precios para aquellos más bajos en emisiones de carbono y la inhibición de la transición hacia la movilidad sostenible. En cuanto al desarrollo sostenible hacia una economía de bajo carbono, políticas cuidadosamente diseñadas hacia la eliminación gradual de los subsidios a los combustibles fósiles son esenciales y liberarían los gastos del gobierno, que podrían ser redirigidos hacia medidas políticas orientadas hacia el desarrollo sostenible.

La movilidad puede ser mejorada mediante la reducción de los viajes y las distancias innecesarias, el fomento de modos de transporte alternativos y el aumento de la eficiencia energética por la innovación tecnológica. Traslado de mercancías, por ejemplo, se pueden reducir mediante una utilización más eficaz de los contenedores o vehículos a través de compartir la planificación central y la externalización de las actividades logísticas. Mediente la integración de los modos de transporte de baja intensidad energética, como vías navegables interiores existentes en las cadenas de logística, el de uso de la energía puede ser reducido. Las políticas de transporte pueden intervenir y orientar esta integración mediante la creación y el uso de modos de transporte alternativos a las carreteras que permitan conexiones directas con los puertos, así como mediante la participación activa en el

posicionamiento de los centros de logística y puertos secos y marítimos, lo que reduce distancias (Banister, 2008).

Además, Banister (2008) contrasta el enfoque convencional de la planificación del transporte con el enfoque de la movilidad sostenible y propone el siguiente cambio en la formulación de políticas de transporte.

CUADRO 87
ENFOQUE CONVENCIONAL DE LA PLANIFICACIÓN DEL TRANSPORTE VERSUS EL ENFOQUE DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE

Método convencional La planificación del transporte y la ingeniería	Método alternative Movilidad sostenible
Dimesión física	Dimensión social
Movilidad	Accesibilidad
Focalizarse en el tráfico, sobre todo en los coches	Focalizarse en personas, inluso los que van en o sobre un vehículo o a pie
A gran escala	A escala local
Calles como carreteras	Calles como espacios urbanos
Transporte motorizado	Todo tipo de transporte
Previsiones del tráfico	Visionando ciudades/regiones
Modelización	Desarrollo de escenarios y modelización
Evaluación económica	Análisis multicriterio para tener en cuenta las preocupaciones ambientales y sociales
Viajar como una demanda generada	Viajar como una actividad valiosa
Basada en la demanda	Basada en la gestión
Aceleración del tráfico	Desaceleración del tráfico
Reducción del tiempo de viaje	Tiempos de viaje razonables y fiables
Segregación de personas y tráfico	Integración de personas y tráfico

Fuente: Elaboración propia, basado en Banister, 2008.

De una manera más práctica, la Comisión Europea (2011) emitió la Iniciativa de Transporte del 2050 para llegar a una mayor movilidad y menor consumo de energía en la Unión Europea. La iniciativa tiene el objetivo de prohibir los coches con combustible convencional en las ciudades a través de uso de automóviles y combustibles más limpios. Para reducir las emisiones de carbono, incluso el uso de combustibles con bajo contenido de carbono deben ser utilizados por sobre el 40% en la aviación, mientras que las emisiones de la industria del transporte marítimo deberían reducirse en un 40% también. Además, el 50% de los pasajeros interurbanos de media distancia y el transporte de mercancías debe trasladarse de la carretera hacia el ferrocarril y/o el transporte marítimo y fluvial. Por último, todos los recortes de emisiones deben conducir a una reducción del 60% de agregado de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector del transporte en 2050.

3. Desafíos por venir

Una transformación de las políticas de transporte hacia una movilidad sostenible mejorada es esencial para el futuro de la región de América Latina y el Caribe. Lo más importante, la planificación del transporte debe involucrar a los actores de las industrias específicas y el sector de la energía para crear una comprensión de la importancia de una transformación del sistema de transporte, así como para crear la motivación para el cambio de comportamiento como evitar viajes con distancias innecesarias. La

aceptación pública es esencial para la implementación exitosa de un cambio en la planificación del transporte público.

Para alcanzar el nuevo equilibrio necesario entre los distintos modos de transporte y la movilidad sostenible como se mencionó anteriormente las siguientes políticas se recomiendan en general: 1) enterrar las subvenciones a los combustibles fósiles, 2) incentivar cambios de modos, mientras aumenta la mejora de medios de bajo consumo de carbono, 3) reducir el traslado y distancias improductiva, 4) reducir las externalidades de la infraestructura de transporte.

Para preparar la transformación de las políticas de transporte público, algunos pasos deben tomarse:

En primer lugar, los costos, tiempo de entrega, el uso de energía y las emisiones del transporte intermodal, así como el equilibrio entre estos factores tiene que ser cuantificado.

En segundo lugar, las rutas óptimas de transporte se deben definir en el sistema de transporte de los países de la región, ya sea basado en la minimización de los costos, el tiempo, la energía o las emisiones o sus combinaciones.

En tercer lugar, una evaluación de la capacidad de adaptación de la red de infraestructura de acuerdo a los retos energéticos, ambientales y económicos actuales o futuros que se debe emprender. La adaptabilidad permitirá a los operadores responder a los cambios en la utilización de las capacidades de cada medio de transporte a través de innovación, progreso tecnológico en logística y distribución de servicios, operaciones y mantenimiento.

En cuarto lugar, las políticas de transporte deben estar orientadas hacia la expansión y la modernización de los sistemas de ferrocarril y vías navegables, así como su conexión con otros medios de transporte, aumentando así las conexiones entre los puertos y el interior del país.

Finalmente, el cambio modal hacia medios de bajo consumo tiene que ser promovido en larga distancia y corredores congestionados, cuando sea apropiado. Por otra parte, la movilidad y distancias improductivas tienen que ser evitadas a través de sistemas integrados, optimizados de logística y planificación y gestión de la distribución, asegurando así el uso eficiente de los modos y sus combinaciones, así como las unidades de transporte a lo largo de toda la cadena de suministro. Las mejoras que se hagan en las diferentes modos serán más amigables ambientalmente, más seguras y más eficientes en la energía tienen que empazar. Las políticas de transporte deben estar orientadas hacia el mercado, teniendo en cuenta los aspectos sociales de la región, por lo tanto, un aumento de la integración regional y la inclusión social. Sin embargo, se debe tomar precaución dado que el Grupo de Trabajo III del IPCC sugirió que un efecto medioambiental positivo con un simple cambio dejando la carretera y pasando al ferrocarril o transporte marítimo, podría ser compensado por el efecto negativo de un sector de transportes en crecimiento debido al aumento del comercio internacional y el crecimiento económico (IPCC, 2007). Por lo tanto, es necesaria una visión integrada sobre la energía y las infraestructuras de transporte. Sólo, si la energía consumida por un modo de transporte sostenible proviene de una fuente de generación de energía renovable, este modo de transporte puede ser considerado plenamente como sostenible. De esta manera un cambio de política hacia la desvinculación de la energía (combustible fósil) del aumento del transporte puede ser en general, satisfactorio.

B. Hacia una agenda en conjunto de eficiencia energética y movilidad

La importancia de la movilidad para el consumo de energía en todo el mundo y particularmente en América Latina y el Caribe no puede ser subestimada. Teniendo en cuenta los desarrollos históricos actuales, las ganancias potenciales de una mayor eficiencia energética en el transporte son significativas. La Energía

Sostenible para Todos (SE4ALL) por las Naciones Unidas ofrece una oportunidad para que los gobiernos de la región estudien más a fondo la situación actual de la eficiencia energética en el sector del transporte, investiguen las mejores opciones disponibles y desarrollen medidas específicas para una mejora.

Con el fin de desarrollar e implementar políticas complementarias e integradas, la CEPAL propone una visión completa de la eficiencia energética en la movilidad basada en el enfoque denominado ASI.

- A: Avoid. Evitar viajes y aumentar un sistema eficiente;
- S: Shift. Cambiar a una forma de movilidad más eficiente para hacer viajes más eficientes
- I: Improve. Mejorar la eficiencia del combustible para mejorar la eficiencia de los vehículos

Sólo pensando en la movilidad como una forma sistémica, se pueden encontrar soluciones energéticas eficientes sostenibles. El diseño de políticas necesita ser integrado entre y las entidades especializadas en energía y en el transporte con el fin de ser sostenibles y capturar consideraciones relacionadas con la movilidad no-energética en la formulación de políticas.

La comprensión y la colaboración con los mercados y el desarrollo del mercado son esenciales para el diseño de políticas para que sean adecuados, dirigidas y sostenibles.

La capacidad institucional es una condición previa importante, pero también un elemento débil en la mayoría de los países de ALC. Las administraciones públicas juegan un papel clave en la conformación de los mercados del transporte en general y, en particular, el marco para la mejora de la eficiencia energética, es notable en la aplicación de la regulación existente

Ajuste apropiado del impuestos al combustible, abolición de los subsidios a los combustibles, la priorización de los fondos e incentivos I + D, animan los mercados que favorecen las soluciones de energía eficiente. El caso de los subsidios a los combustibles merece especial atención entre los instrumentos destinados a mejorar la eficiencia energética. Pero los subsidios de combustible a menudo tienden a servir a una variedad de propósitos: desde la mitigación del cambio climático a la promoción de fuentes de energía locales, políticas industriales y logro de las cuestiones sociales (por ejemplo, mantenimiento de bajas tasas de inflación). Además, los subsidios a los combustibles fósiles (gasolina y diesel) y los subsidios a los combustibles no fósiles (por ejemplo, subvenciones de bio-combustibles, los subsidios de gas natural licuado, etc.) deben ser tratados por separado, debido a los diferentes impactos y las implicaciones en términos de política energética. Subsidios a los combustibles fósiles generalmente obstaculizan los avances en la eficiencia energética. El caso de los subsidios a los combustibles no fósiles, sin embargo, aún no está claro debido a la falta de investigación sistemática; estudios de casos indican que los subsidios podrían ayudar a aumentar la participación de los combustibles alternativos en el mercado, aunque limitado en el tiempo. Sin embargo, los objetivos de las políticas y estrategias de aplicación deben ser claras, a mediano y largo plazo, y comprensibles.

Si bien los objetivos pueden ser complementarios, en muchos casos hay ocasiones en que los políticos tienen que decidir si su objetivo es para a) la movilidad eficiente de la energía; b) la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero; o c) la movilidad con un bajo consumo de combustibles derivados del petróleo crudo.

En la búsqueda de los buenos (y malos) ejemplos de buenas prácticas se pueden ver diferentes experiencias en todo el mundo y en ALC. En América Latina un desafío clave consiste en obtener datos adecuados para ser realmente capaces de comprender y analizar el contexto local. Los datos son cruciales para formular recomendaciones fundadas y decisiones bien informadas que se adapten de manera efectiva el contexto.

Las vías actuales de consumo de energía en la movilidad de los países de ALC varían y requieren diferentes enfoques y soluciones. Pero cada país, independientemente de su tamaño y grado de desarrollo económico, se enfrenta a la presión eminente para frenar el consumo de energía de la movilidad sin poner en peligro el bienestar y el desarrollo social y económico.

Los servicios de transporte y la infraestructura relacionada son la clave para la integración de la región en el mercado mundial. Sin embargo, las políticas efectivas dirigidas a reducir y gestionar el consumo de energía y las emisiones están notoriamente ausentes en la región. Con el transporte marítimo es uno de los más eficientes energéticamente en el transporte, gran importancia se debería dar para que este medio sea más amigable con el medio ambiente, eficiente energéticamente y competitivo con otras formas de transporte.

Además, la infraestructura de varios modos de transporte y el transporte multimodal no se desarrolla adecuadamente. A menudo, la decisión de optar por un modo más eficiente de la energía se ve obstaculizada por un tiempo significativamente mayor recorrido, los altos costos, o la falta de calidad y seguridad. Esto es particularmente cierto para el transporte urbano - en el que el enfoque actual sobre la movilidad de los pasajeros no debe obstruir la vista de los movimientos de mercancías urbanas que son igualmente importantes y crecientes en número.

Por lo tanto, es necesario con urgencia una estrecha cooperación entre los expertos en energía y transporte para investigar el funcionamiento de mejores prácticas a nivel mundial enfocados a un aumento en la eficiencia energética en la movilidad con el objetivo de proponer soluciones adaptadas a nivel local en la búsqueda de la disociación del consumo energético y la movilidad.

Esto requerirá de soluciones técnicas, pero no debe detenerse en ellos. Incluye también un cambio (shift) en la estrategia y la mentalidad (evitar) de quienes toman las decisiones y la población en su conjunto es crucial para tener éxito. Sólo esto le ayudará a cambiar la movilidad hacia modos de transporte más sostenibles y en última instancia para evitar demanda de movilidad en el futuro. Tenemos que pensar en la energía y la movilidad sistemáticamente y cabiar de prácticas miopes a estrategias sostenibles a largo plazo.

Bibliografía

ACHEE, 2013. Agencia Chilena de Eficiencia Energética, Gobierno de Chile, Ministerio de Energía, available from http://www.acee.cl, consulted on September 2013.

Achtnicht, M., G. Bühler and C. Hermeling, 2008. Impact of Service Station Networks on Purchase Decisions of Alternative-fuel Vehicles. Discussion Paper.

Acquatella, 2008. Energía y cambio climático: oportunidades para una política energética integrada en América Latina y el Caribe. CEPAL, Santiago.

ADEME, Evaluation of Energy Efficiency in the EU-15: Indicators and Measures, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, 2008.

AEA, 2012. Energy Efficiency Policies in the Transport Sector in the EU.

Aeropuerto Internacional de Carrasco, 2013. Aeropuerto de Carrasco, Montevideo, Uruguay, available from http://www.aeropuertodecarrasco.com.uy/en/, consulted on August 2013.

Aeropuertos Argentina 2000, 2013. Aeropuertos Argentina 2000, available from http://www.aa2000.com.ar/, consulted on August 2013.

Airports Authority of Trinidad and Tabago (2013. About the authority. Retrieved from http://www.tnt airports.com/aatt/vision.html.

Airports Authority of Trinidad and Tabago (2013. Early history of aviation in trinidad and Tabago. Retrieved from http://www.tntairports.com/aatt/history.html

ALTA, 2013. Mission and objectives. Retrieved from http://www.alta.aero/2010/?q=altanode/109.

Altomonte, Cuevas and Coviello, 2004. Fuentes renovables de Energía en América Latina y el Caribe: situación y Propuestas de políticas. CEPAL, Santiago.

Altomonte, Hugo et al. 2013. Recursos naturales en UNASUR: situación y tendencias para una agenda de desarrollo regional. CEPAL, Santiago.

Amrit Raj 2013. Twenty Indian cities to switch to BS IV emission norms by 1 March 2012, livemint.com & WallStreet Journal, www.livemint.com/.

ANCAP, 2013. Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Pórtland, available from http://www.ancap.com.uy, consulted on August 2013, Uruguay.

Anderson K. and A. Bows, 2012. Executing a Scharnow turn: reconciling shipping emissions with international commitments on climate change. Carbon management, 3 (6), 615-628.

Anderson, S., I. Parry, J. M. Sallee and C. Fischer, 2010. Automobile Fuel Economy Standards: Impacts, Efficiency and Alternatives. Discussion Paper. Washington D.C.

Ang-Olson, J. and W. Schroeer, 2002. Energy efficiency strategies for freight trucking: potential impact on fuel use and greenhouse gas emissions." transportation research record: journal of the transportation research board 1815(1): 11-18.

Anup Bandivadekar et al,, 2012. Improving fuel quality: comparing India's program against global benchmarks, ICCT.

APEC, 2009. Asia-Pacific Economic Cooperation Improving Energy Efficiency in the Transportation Sector of APEC Economies – Recommendations.

APEC, 2012. Reforming Fossil-Fuel Subsidies to Reduce Waste and Limit CO2 Emissions while Protecting the Poor, Asia Pacific Economic Cooperation, Energy Working Group, September.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Municipio de Medellín., 2011. Encuentas de calidad de vida. Medellín.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2005 y 2012. Encuesta Origen y Destino del Valle de Aburrá. Medellín.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Municipio de Medellín, Centro de Estudios Urbanos y Ambientales urbam. 2011. BIO 2030. Plan director para Medellín y el Valle de Aburrá. Medellín.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Universidad Pontificia Bolivariana, 2010. Plan de descontaminación del aire en la región metropolitana del Valle de Aburrá. Informe final. Medellín.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Universidad Pontificia Bolivariana. 2008. Informe del estudio de emisiones comparativas para diferentes condiciones de operación del Metroplús en el año 2010. Medellín.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá., 2011. Inventario de Emisiones Atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2011. Medellín.

Arrow, K. J., 1969. The Organization of Economic Activity: Issues Pertinent to the Choice of Market versus Non-market Allocations. Analysis and Evaluation of Public Expenditures: The PPP System. J. E. C. o. Congress. Washington D.C., Government Printing Office. 1: 47-67.

ASEAN Strategic Transport Plan, ASTP. 2011-2015, 2010. Final Report, ERIA Study Team

Ballesteros, J., 2010. El transporte en bicicleta: ¿alternativa o medio?. Medellín. Escuela de Planeación Urbano Regional, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia.

Banco de desarrollo de América Latina CAF. Observatorio de Movilidad Urbana para América Latina. 2009. Información para mejores políticas y mejores ciudades. CAF.

Banister, D. 2008. The Sustainable Mobility Paradigm. Transport Policy 15 (2008) 73 – 80.

Barbero, 2010. Freight logistics in Latin America and The Caribbean: An agenda to improve performance, Inter-American Development Bank.

Bazari, Z. and T. Longva, 2011. Assessment of IMO mandated energy efficiency measures for international shipping. International Maritime Organization.

Begg, D. K. H. and D. Ward, 2007. Economics for business. Maidenhead, McGraw-Hill Education.

Benefits Beyond Borders, A, 2012. Environmental efficiency. Retrieved from http://aviationbenefits beyondborders.org/environmental-efficiency.

Bengtsson S., Andersson K., Fridell E., 2011. A comparative life cycle assessment of marine fuels: liquefied natural gas and three other fossil fuels, Proc. IMechE Vol 225 Part M: J of Engineering for the Maritime Environment.

BID, 2011. Desarrollo urbano y movilidad en América Latina, Banco de Desarrollo de América Latina, 2011.

BID, 2011. Desarrollo urbano y movilidad en América Latina, Banco de Desarrollo de América Latina, 2011.

Bloomberg, 2013. China's E-Bike Market Seen by CHR's Roberts Starting to Plateau.

BMVBS, 2013. Die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung.

Brooks M.R., Sánchez R.J. and Wilmsmeier G., 2013. Developing Short Sea Shipping in South America – Looking Beyond Traditional Perspectives. Ocean Yearbook.

Buhaug, Ø., J.J. Corbett, Ø. Endresen, V. Eyring, J. Faber, S. Hanayama, D. S. Lee, D. Lee, H. Lindstad, A. Z. Markowska, A. Mjelde, D. Nelissen, J. Nilsen, C. Pålsson, J. J. Winebrake, W. Wu, K. Yoshida, 2009. Second IMO GHG study. International Maritime Organization, London, UK.

Bunkerworld Business Exchange Houston – 10 March 2010.

Bunzeck, I., B. van Bree and M. Uyerterlinde, 2010. Strategies for the introduction of alternative fuels and automotive technologies - Analysis of effective policy instruments.

Buquebus Official Website, 2013. Buquebus, available from http://www.buquebus.com /cache/Home ARG.html, consulted on August 2013, Argentina.

Bus and Coach, S. M, 2013, June 1. Buses in jamaica carry climate change message. Retrieved from http://www.busandcoach.travel/en/latest_news/buses_in_jamaica_carry_climate_change_message.htm.

Busseat al, M.R. 2012. Did Cash for Clunkers Deliver? The Consumer Effects of the Car Allowance Rebate System, Northwestern University and NBER.

CARICOM, 2011. History of the caribbean community (caricom. Retrieved from http://www.caricom.org/jsp/community/caricom_history.jsp?menu=community.

CARICOM, 2013, March. Caricom energy policy. Retrieved from http://www.caricom.org/jsp /community_organs/energy_programme/CARICOM_energy_policy_march_2013.pdf.

Cariou, P., 2011. Is slow steaming a sustainable means of reducing CO_2 emissions from container shipping? Transportation Research Part D: Transport and Environment, 16, 260-264.

Carpio and Coviello. 2014. Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: avances y desafíos del último quinquenio. CEPAL, Santiago.

Carpio, C, 2010. Energy efficiency in latin american and the caribbean: situation and outlook, 1 ed., Vol. 1, pp. 155-167. Santiago: United Nations.

Cazal, 2010. Eficiencia energética en el Paraguay. Situación actual, Gustavo A. Cazal B., III Seminario Latinoamericano y del Caribe de Eficiencia energética.

Centro de Estudios Urbanos y Ambientales urbam. 2013. Sustainable Cities in Latin America and the Caribbean. Urbanism and Sustainability in the Metropolitan Region of Medellín, Colombia. Medellín. Banco Interamericano de Desarrollo BID.

CEPAL, 2010. Infraestructuras de transporte bajas en carbono: experiencias en América Latina, Boletín FAL, Edición nº291, número 11 de 2010, CEPAL.

CEPAL, Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, 2012.

CEPAL, Indicadores de políticas públicas en materia de eficiencia energética en América Latina y el Caribe, coordinado por Horta Nogueira, L.A., División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, 2010.

CEPAL, Infraestructura para la Integración Regional, Doc. L 3408, preparado por Sanchez, R.J. y Tomassina, G.C., División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, 2011.

CEPAL, Situación y perspectivas de la eficiencia energética en América Latina y El Caribe, preparado por Carpio, C. y otros., División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, 2009.

CEPAL. Convergencia y divergencia en las políticas de transporte y movilidad en América Latina: Ausencia de co-modalismo urbano.

CERTU., 2008. Guide pédagogique: Stratégie de Mobilité durable. Lyon, Francia. CERTU.

CESP, 2013. The China Sustainable Energy programme http://www.efchina.org/.

Choo, S., P. L. Mokhtarian and I. Salomon, 2005. Does telecommuting reduce vehicle-miles traveled? An aggregate time series analysis for the US." Transportation 32(1): 37-64.

Cipoletta, 2011. Principios de políticas de infraestructura, logística y movilidad basadas en la integralidad y la sostenibilidad. Serie Recursos Naturales e Infraestructura, Nº 155. CEPAL, Santiago.

Cipoletta, 2011. Principios de políticas de infraestructura, logística y movilidad basadas en la integralidad y la sostenibilidad. Serie Recursos Naturales e Infraestructura, Nº 155. CEPAL, Santiago.

Claro, 2010. Towards low-carbon transportation infrastructures. CEPAL, Fal Bulletin, No. 286.

CNT, Despoluir: Programa Ambiental de Transporte, Confederação Nacional do Transporte e Serviço Social do Transporte, Brasilia, 2013.

Comisión Bruntland, 1992. Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo, Conferencia de Río de Janeiro. Brasil. Naciones Unidas.

Commission of the European Communities (European Commission). 2006. Keeping Europe Moving: Sustainable Mobility for our Continent. Midterm Review of the European Comission's. 2001 Transport White Paper, COM (2006) 314 Final, 22 June 2006, Brussels.

Commission of the European Communities (European Commission). 2013. European Technology Platform on Logistics ALICE Launched. European Commission Research and Innovation – Transport. http://ec.europa.eu/research/transport/news/items/alice_lauch_en.htm.

Commission of the European Communities (European Commission). 2011. Transport 2050: Commission outlines Ambitious Plan to increase mobility and reduce emissions. IP/11/375.

CONPET, 2013. Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural, Governo Federal do Brasil, Ministério de Minas e Energia, available from http://www.conpet.gov.br/portal/conpet/pt_br/pagina-inicial.shtml, consulted on September 2013.

CONPET, CONPET no Transporte (por Espinoza, B.), Oficina sobre Indicadores de Políticas Públicas de Eficiência Energética, CEPAL/MME, Rio de Janeiro, 2010.

CONPET, Promovendo a eficiência dos automóveis brasileiros, Relatório Final por L.A.H. Nogueira e G. M. Branco, Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e Gás Natural, Rio de Janeiro, 2005.

CONPET, Resultados do CONPET, Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro, disponible en www.conpet.gov.br, consultado en Enero de 2012.

Contraloría General de Medellín, 2013. Informe estado de los recursos naturales y del ambiente del municipio de Medellín, año 2012. Colombia. CGM.

Contreras, J.V., El uso de dispositivos aerodinámicos para aumentar la eficiencia energética en el transporte, Centro del Transporte de la Universidad Andrés Bello de Chile, disponible en http://www.webpicking.com/contenidos/julio-villalobos-contreras-transporte-comercio_exterior-supply_chain.htm, consultado en agosto de 2013.

Corbett, J., H. Wang, J. Winebrake, 2009. The effectiveness and costs of speed reductions on emissions from international shipping. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 14 (8) pp 593-598.

Corbett, J., Winebrake, J. 2007. Sustainable Goods Movement: Environmental Implications of Trucks, Trains, Ships, and Planes. Air & Waste Manegement Association.

Coviello, Gollán and Pérez, 2012. Las alianzas público-privadas en energías renovables en América Latina y el Caribe. CEPAL, Santiago.

D'Agosto, M.A., Eco-Driving - Estudo de Caso aplicado à operação de coleta de resíduos, 1º. Seminario Internacional sobre Eficiência Energética de Veículos Pesados, São Paulo, 2013.

Dalkmann, H. and Brannigan, C. 2007. Transport and Climate Change. Module 5e: Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities. Deutsche Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit (GTZ): Eschborn. http://www.sutp.org/dn.php?file=5E- TCC-EN.pdf.

Dávila, J. Movilidad y Pobreza. Aprendizajes de Medellín y Valle de Aburrá. 2013. Medellín. Universidad Nacional Medellín, Universidad de los Andes. The Development Planning Unit, UCL, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Davis, C, 2010. Jamaica's greenhouse gas mitigation assessment. Retrieved from http://www.metservice.gov.jm/Climate Change/Final Report-Jamaica's Greenhouse GAs Mitigation.pdf

Dekker, R., J. Bloemhof and I. Mallidis, 2012. Operations Research for green logistics–An overview of aspects, issues, contributions and challenges." European Journal of Operational Research 219(3): 671-679.

Dekoster, J. y Schollaert, U., 2000. En bici hacia ciudades sin malos humos. Luxemburgo. Dirección General de Medioambiente, Comisión Europea.

dena, 2009. Sotchi – Energieeffizienzstudie, Olympische Winterspiele 2014.

DfT., 2013. Freight Best Practice - Hafan." from http://www.freightbestpractice.org.uk/.

DG TREN Directorate-General for Energy and Transport, 2008), European Energy and Transport - Trends to 2030.

DNETN , 2008. Fundación Bariloche and Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear, Estudio del consumo de energía del sector transporte, Inform final, December 2008, Uruguay.

DNETN, 2009. Dirección Nacional de Energia y Tecnología Nuclear, Ministerio de Industria, Energia y Minería, Política Energética 2005-2030, Uruguay.

DNT, 2012. Ministério de Transporte y Obras Públicas, Dirección Nacional de Transporte. Anuário Estadístico de Transporte 2012, Uruguay.

DOE/EIA, 2011. International Energy Outlook.

EC, 2007. Regulation No 680/2007 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 20 June 2007 laying down general rules for the granting of Community financial aid in the field of the trans European transport and energy networks.

EC, 2011, White Paper Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system. http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/2011_white_paper_en.htm.

ECLAC, 2010, Energy efficiency in Latin America and the Caribbean: Situation and outlook, CEPAL, Santiago.

ECLAC, 2010, May. Report of the meeting on promoting energy efficiency in the caribbean. Retrieved from http://www.cepal.org/publicaciones/xml/6/39656/LCARL.262.pdf.

EcoTransIT Consortium., 2013. EcoTransIT World - a sustainable move." 18/06/2013, from http://www.ecotransit.org/index.en.html.

EE, 2011. Eficiencia Energética, Buenos Prácticas para el ahorro de combustible available from http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/doc/Kit%20Herramientas/Buenas%20prácticas%20para%20el%20ahorro%20de%20combustible.pdf, consulted on August 2013, Uruguay.

EE, 2013. Eficiencia Energética, Secretaria de Energia, available from http://www.eficiencia.gob.ar/, consulted on August 2013, Argentina.

EIA -US Energy Information Administration-, 2011. International Energy Outlook.

EIA, 2009. World Proved Reserves of Oil and Natural Gas, Most Recent Estimates, retrieved 2012-01-17 at http://www.eia.gov/international/reserves.html.

Eide, M. S., T. Longva, P. Hoffmann, Ø. Endresen and S. B. Dalsoren, 2011. Future cost scenarios for reduction of ship CO2 emissions. Maritime Policy & Management, 38, 11-37.

Eletrabus, 2008. Cifras comparativas de costos de operación y mantenimiento buses diesel, buses híbridos y trolebuses. Sao Paulo, Brasil.

Eliasson, J., 2009. A cost–benefit analysis of the Stockholm congestion charging system." Transportation Research Part A: Policy and Practice 43(4): 468-480.

Enei R, Giuffrè G., Ricci A., 2013. Case studies on national policies and measures to promote efficient use of truck and modal shift of freight transport, Paper presented at WEC, ADEME project on Energy Efficiency Policies and Indicators for the 2011-2013.

ENERDATA, 2012. Energy Efficiency Trends in the Transport sector in the European Union.

Energy for the future, 2012. National Energy Strategy 2012 - 2030, Gobierno de Chile, Ministerio de Energía, available from http://pds.kallman.com/shows/iftenergy_2012/pdfs/Energy-for-the-Future-Chile's-National-Energy-Strategy-2012-2030-English.pdf, consulted on September 2013.

EPA, Smart Way Resource Center, United States Environment Protection Agency, Washington, disponible en http://www.epa.gov/smartway/partner-resources/index.htm, consultado en Julio de 2013.

EPE, Consolidação de Bases de Dados do Setor Transporte: 1970-2010, Estudos associados ao Plano Decenal de Energia PDE 2021, Nota Técnica SDB-Abast 1/2012, Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, 2012.

EPM., 2009. La calidad del Aire y el gas natural. Presentación realizada por el Ing. Sergio Augusto Bravo, Jefe área de ventas, Grandes consumidores. Medellín.

EPM., 2011. Consumo de energía eléctrica en el Valle de Aburrá. Información suministrada por la subdirección de Planeación. Medellín.

EPM., 2012. Gobierno Corporativo. Informe de transferencias de EPM al municipio de Medellín. Medellín.

EPOMM., 2013. EPOMM :: EPOMM." from http://www.epomm.eu/index.php?id=2591.

EREC, 2010. European Renewable Energy Council Re-thinking 2050

Erskine, N, 2010. Regional symposium on services. Retrieved from http://www.caricom.org/jsp/single_market/services_regime/concept_paper_road_riverain_transport.pdf.

ERTRAC, 2011. European Research roadmap: Sustainable Freight System for Europe.

ESCAP, 2006. Economic and Social Commission for Asia and Pacific Enhancing Regional Cooperation in Infrastructure Development Including that Related to Disaster Management.

Faber, J., B. Behrends and D. Nelissen, 2011b. Analysis of GHG Marginal Abatement Cost Curves. CE Delft, Delft, Netherlands.

Faber, J., D. Nelissen, G. Hon, H. Wang, M. Tsimplis, 2012. Regulated slow steaming in maritime transport an assessment of options, costs and benefits. CE Delft. Delft, Netherlands.

Faber, J., H. Wang, D. Nelissen, B. Russell and D. Amand, 2011a. Marginal Abatement Costs and Cost Effectiveness of Energy-Efficiency Measures. MEPC 62/INF. 7. CE Delft, Delft, Netherlands.

Façanha, C., Incentives for fuel economy in Brazil: Inovar Auto, Latino America and Caribbean Regional Conference for New Approaches in More Clean and Efficient Vehicles, International Council on Clean Transportation, Santiago, Agosto de 2013.

Feng, W. and M. Figliozzi, 2012. Bus fleet type and age replacement optimization: a case study utilizing king county metro fleet data. Proceedings of the 12th Conference on Advanced Systems for Public Transport. Santiago, Chile.

Fraga, F., 2013. Car Fleet Renewal Schemes: Environmental and Safety Impacts, Organisation for Economic Co-operation and Development's, OECD) International Transport Forum (ITF).

Fraser, S. and S. Anson, 2010. Mitigating transport's climate change impact in Scotland: Assessment of policy options. European Transport Conference, 2010.

Freight Metrics Pty Ltd, 2010. aircraft operating cost calculator. Retrieved from http://www.freightmetrics.com.au/Air/AircraftOperatingCost/tabid/540/Default.aspx

Freight Metrics Pty Ltd, 2013. Air operating cost calculator. Retrieved from http://www.freightmetrics.com.au/Air/AircraftOperatingCost/tabid/540/Default.aspx

Fridell, Winnes and Styhre, 2013. Measures to improve energy efficiency in shipping. CEPAL. Fal Bulletin, No. 325.

FSE, 2013. Fondo de Sustentabilidad Energética, Gobierno de México, Secretaría de Energía, available from http://sustentabilidad.energia.gob.mx/, consulted on September 20103.

G. Timislsina, 2009. Regulatory instruments to control environmental externalities from the transport sector, World Bank.

GE, 2013. GE Marine Engines, Gas Turbines, available from http://www.geaviation.com/engines/marine/lm2500.html, consulted on February 2014.

Generalitat de Cataluña, 2011. Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero. España. Comisión Interdepartamental del Cambio Climático.

German Federal Environmental Agency, 2011. More Mobility with Less Traffic: Arguments for Sustainable Mobility. http://www.umweltbundesamt.de/verkehr-e/nachhentw/mobilitaet/verkehr.htm

GFEI, 2011. International comparison of light-duty vehicle fuel economy and related characteristics, Working Paper 5/10.

Giraldo, M., 2009. Estudio de canasta de costos. Medellín. Área Metropolitana del Valle deAburrá.

GIZ., 2011. Sustainable Urban Transport Project - Land Use Planning and Demand Management." Retrieved 16/06/13, from http://www.sutp.org/en-dn-th2.

Gleaner, J, Producer) (2012. *North/south link of highway 2000 underway* [Web]. Retrieved from http://www.youtube.com/watch?v=X1a1eiPqAvs.

Gobierno de México, Programa Nacional para Aprovechamiento Sustentable de Energía 2009-2012, Diario Oficial de la Federación, Segunda Sección, pp 1-74, México DF, 27 de Noviembre de 2009.

Gobierno de México, Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2012, Emisiones de bióxido de carbono (CO2) provenientes del escape y su equivalencia en términos de rendimiento de combustible, aplicable a vehículos automotores nuevos de peso bruto vehicular de hasta 3 857 kilogramos, Diario Oficial de la Federación, Primera Sección, pp 14-35, México DF, 20 de Febrero de 2013.

Goodwin, P., J. Dargay and M. Hanly, 2004. Elasticities of Road Traffic and Fuel Consumption with Respect to Price and Income: A Review." Transport Reviews 24(3): 275-292.

Government of Argentina Website, 2013. Energy Secretary of Argentina, available from http://res1104.se.gov.ar/consultaprecios.eess.php, consulted on August 2013.

Government of Trinidad and Tabago, 2012. Inter island ferries. Retrieved from http://www.ttconnect.gov.tt/gortt/portal/ttconnect/CitizenDetail?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/gortt/wcm/connect/GorTT Web Content/ttconnect/Citizen/topic/travelandtransportation/getting around in trinidad and Tabago/inter-island ferries.

Government of Uruguay Website, 2013. Ministério del Interior y Transporte, available from http://www.mininterior.gov.ar/fronteras/frontPasosFichas.php?idName=fronteras&idNameSubMenu=intFrontPasos&idNameSubMenuDer=intFrontPasosFichas#pasos/uruguay.php, consulted on August 2013.

Gravelle, H. and R. Rees, 2004. Microeconomics, Financial Times/Prentice Hall.

Green, Safe and Efficient Corridors.

Grieco, 2013. Transport, the poor and moving towards low-carbon societies. CEPAL, Fal Bulletin, No. 318.

Grubb, M., 2004. Technology innovation and climate change policy: An overview of issues and options.Keio Economic Studies, 41, 103-32.

Guardian, 2012. Toney: Port authority stays on top of the game. Retrieved from http://guardian.co.tt/business/2012-12-30/toney-port-authority-stays-top-game.

Guardian, 2013. Greening public transport. Retrieved from http://www.guardian.co.tt/editorial/2013-06-10/greening-public-transport.

Halden, D., 2006. Scoping the Impacts on Travel Behaviour in Scotland of E-Working and Other ICTs.

Hawkins, T. R., Singh, B., Majeau-Bettez, G. and Strømman, A. H., 2012. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. Journal of Industrial Ecology. doi: 10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x.

Henry, M, 2009. Delivering the multi-modal public transport policy and national infrastructural solutions . Retrieved from http://www.mhtww.gov.jm/general_information/reports/hm-sectoral20092010.pdf.

Horta (ed.), 2010. Indicadores de políticas públicas en materia de eficiencia energética en América Latina y el Caribe, CEPAL, Santiago.

Howarth, R. B. and A. H. Sanstad, 1995. Discount Rates and Energy Efficiency." Contemporary Economic Policy 13(3): 101-109.

ICCT, 2012 Global Transportation Energy and Climate Roadmap, Washington.

ICCT, 2013 Costs of transitioning to ultra-low sulfur fuels in India Webinar.

ICCT, Mexico Light-Duty Vehicle CO_2 and Fuel Economy Standards, International Council on Clean Transportation, Policy Update, Washington, July 2013.

IDB, 2013. CO-L1090 : Program to Support the National Logistics Policy.

IE Europe, 2009. ECODRIVEN Campaign Catalogue for European Ecodriving & Traffic Safety Campaigns.

IEA 2012a: ETP 2014. IEA, Paris.

IEA 2012b: Technology Roadmap. IEA, Paris.

IEA, 2009. Chile, Energy Policy Review 2009, International Energy Agency.

IEA, 2010. Transport Energy Efficiency, Implementation of IEA Recommendations since 2009 and next steps, International Energy Agency.

IEA, 2011. 25 Energy Efficiency Policies.

IEA, 2012a. Energy balances of non-OECD countries, International Energy Agency, 2012 edition.

IEA, 2012b. Energy Technology Perspectives 2012 Pathways to a Clean Energy System,

IEA, 2013a. Energy Technology Perspectives 2012: Pathways to a clean energy system; complete slide deck.

IEA, 2013b. International Energy Agency, Statistics by country, available from http://www.iea.org/statistics/, consulted on August 2013.

IEA, 2013c. Tracking Clean Energy Progress 2013.

IEA, Energy Use in the New Millennium: Trends in IEA Countries, International Energy Agency, Paris, 2007.

IEA, World Energy Outlook, International Energy Agency, Paris, 2012.

IEA/OECD, 2009. Transport, energy and CO2, moving towards sustainability.

IEA/OECD, 2012. Technology Roadmap: Fuel Economy of Roads Vehicle.

IM, 2010. Intendencia de Montevideo, Departamento de Planificación, División Planificación Estratégica, Comisión de Energía. Programa Energía de la Intendencia de Montevideo, available from http://archivo.presidencia.gub.uy/metropolitana/cambioclimatico2010/ppt/Presentacion%20-%20Mariana%20Elizalde.pdf, III Cumbre Mundial de Regiones sobre Cambio Climático, 22 Abril 2010; consulted on August 2013.

IMF, 2006. The Magnitude and Distribution of Fuel Subsidies: Evidence from Bolivia, Ghana, Jordan, Mali, and Sri Lanka, Working paper 06/247.

Incat, 2013. Incat, The world's first LNG/Dual fuel fast RO-RO ferry, Incat Hull 069 - Francisco, available from http://freepdfhosting.com/3eb3e0a3f8.pdf, consulted on August 2013.

Initiative Erdgasmobilität, 2011. Absichtserklärung der Initiative Erdgasmobilität - CNG und Biomethan als Kraftstoffe. Frankfurt/Main.

Instituto Aire Limpio, Desarrollo de una Estrategia para una Política de Vehículos Limpios en Colombia, Proyecto desarrollado por el Instituto Aire Limpio en cooperación con el Centro Mario Molina para Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, Washington, 2010.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, 2012. Indicadores climáticos de Medellín, Aeropuerto Olaya Herrera. Medellín. IDEAM.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. IPCC Fourth Assessment Report, Working Group III: Chapter 5, Transportation and Its infrastructure. Bose, R., Kheshgi, H. Intergovernmental Panel on Climate Change: Geneva, Switzerland.

International Energy Agency, 2007. Mind the Gap: Quantifying Principal-Agent problems in Energy Efficiency. Paris Cedex.

International Energy Agency. (2011). Estadísticas sector energía por países.

IPCC., 2013. CDM: Cable Cars Metro Medellín, Colombia." from http://cdm.unfccc.int /Projects/DB/TUEV-SUED1260805836.78/view.
IPCC., 2013. CDMProject: 0672 BRT Bogotá, Colombia: TransMilenio Phase II to IV - Crediting Period Renewal Request." from http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1159192623.07/view.
IPEEC, 2012. International Partnership for Energy Efficiency Cooperation, IPEEC), Energy Efficient Report Brazil.
IRENA, (no date). REMAP 2030. https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA %20REMAP%202030%20working%20paper.pdf.
ITDP, 2013. The TOD Standard Version 1.0.
ITDP., 2013. Europe's Vibrant New Low Car(bon) Communities." Retrieved 18/06/2013, from http://www.itdp.org/news/europes-vibrant-new-low-carbon-communities.
ITDP., 2013. ITDP | Institute for Transportation and Development Policy : What We Do : Outreach & Awareness." from http://www.itdp.org/what-we-do/outreach-and-awareness.
ITF, 2011. International Transport Forum Statistics.
Jaffe, A. B., 1996. Economic analysis of research spillovers implications for the advanced technology program.
Jelinek, F., S. Carlier, J. Smith and A. Quesne, 2002. The EUR RVSM implementation Project-Environmental Benefit Analysis." Fuel 400(200): 56.
Johnson, H. and L. Styhre, 2013. Increased energy efficiency in short sea shipping through increased port efficiency, in manuscript.
Johnson, T. M., 2010. Low-carbon development for Mexico, World Bank-free PDF.
Jones, P., D. Hillier, D. Comfort and C. Clarke-Hill, 2013. Towards sustainable data centre operations in the UK." Journal of Property Investment & Finance 31(1): 89-100.
JUTA, 2006. Modes of transportation-juta tours jamaica. Retrieved from http://www.jutatoursjamaica .com/ModesOfTransportation_1.htm.
Kahn Ribeiro, S., S. Kobayashi, M. Beuthe, J. Gasca, D. Greene, D. S. Lee, Y. Muromachi, P. J. Newton, S. Plotkin, D. Sperling, R. Wit and P. J. Zhou, 2007. Transport and its infrastructure. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
Kalli J., S. Repka and T. Korvonen, 2010. Baltic NECA – economic impacts, Study report by the University of Turku, Centre of Maritime Studies.
Kesicki, F. and N. Strachan, 2011. Marginal abatement cost (MAC) curves: confronting theory and practice. Environmental Science & Policy, 14, 1195-1204.
Kesicki. F. and P. Ekins, 2012. Marginal abatement cost curves: a call for caution. Climate policy, 12, 219-236.
Koen, C., 2011. Lexture Notes "Innovation Management", Tias Nimbas Business School.
Kuei-ju, L., 2013. China's high-speed rail sector looks abroad for growth (web page)." from http://www.wantchinatimes.com/news-subclass-cnt.aspx?id=20130106000001&cid=1502.
Landeshauptstadt München, K. K., 2013. arrive - Angebote für eine mobile Region." Retrieved 18/06/2013, from http://arrive.pulcinello.de/index.php?aid=200-1&bid=200-2.
Lane, B. and S. Potter, 2007. The adoption of cleaner vehicles in the UK: exploring the consumer attitude–action gap." Journal of Cleaner Production 15(11-12): 1085-1092.
Ledyard, J. O., 2008. Market Failure. The New Palgrave Dictionary of Economics. S. N. D. a. L. E. Blume. New York, Palgrave Macmillan.
Lenz, B., 2011. Verkehrsrelevante Wechselwirkungen zwischen Mobilitätsverhalten und Nutzung von IuK-Technologien." INFORMATIONEN ZUR RAUMENTWICKLUNG(10).
Lindstad, H., B. E. Asbjörnslett and A. H. Strömman, 2011. Reductions in greenhouse gas emissions and cost by shipping at lower speeds. Energy Policy, 39, 3456-3464.
Litman, T., 2013. Understanding Transport Demands and Elasticities: How Prices and Other Factors Affect Travel Behavior.
Lupano, J., 2009. Políticas de movilidad urbana e infraestructura urbana de transporte. Santiago. CEPAL.
Maggiora C. D. and J.A. López-Silva, 2006, Vulnerability to Air Pollution in Latin America and the Caribbean Region, Sustainable Development Working Paper No. 28, The World Bank Latin America and the Caribbean Region Environmentally and Socially Sustainable Development Department.
Malwitz, A., S. Balasubramanian, G. Fleming, T. Yoder and I. Waitz, 2009. Impact of the Reduced Vertical Separation Minimum on the Domestic United States." Journal of Aircraft 46(1): 148-156.
Manning, P, 2008. Budget statement 2008. Retrieved from http://www.finance.gov.tt/content/pub9.pdf.

McKinnon, A., 2007. CO2 Emissions from Freight Transport in the UK." Report prepared for the Climate Change Working Group of the Commission for Integrated Transport.
McKinnon, A., 2012. Opportunities for Decarbonising Logistics. Berlin.
McKinnon, A., 2013. Improving the Energy Efficiency of Freight Transport: A Logistical Perspective (presentation. H. Kühne Logistics University. Stockholm: Chalmers Energy Conference.
MDSMA, 1997. Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental, Proyecciones y opciones técnicas de uso eficiente de la energía en el transporte de cargas y pasajeros, Argentina.
ME, Indicadores de Consumo Energético y Emisiones Vehiculares, Ministerio de Energía, Santiago de Chile, 2012, disponible en http://www.consumovehicular.cl, consultado en julio de 2013.
Medellín Cómo Vamos., 2012. Informe de percepción ciudadana. Medellín.
Medina, S., 2012. La importancia de reducción del uso del automóvil en México. Tendencia de motorización, del uso del automóvil y de sus impactos. México. ISBN 978-607-95960-3-3. ITDP.
Melaina, M. and J. Bremson, 2008. Refueling availability for alternative fuel vehicle markets: Sufficient urbain station coverage." Energy Policy(36): 3223-3231.
Metro de Medellín., 2007. Corredores urbanos de transporte para altas demandas. Seminario Soluciones integradas del transporte. Porto Alegre.
Metro de Medellín., 2013. Mi aporte Metro. Consultado agosto 2013. Medellín. http://miaportemetro.com/
Metro Medellín, 2012. Informe corporativo. Medellín, Colombia.
Meyer, P. E. and J. J. Winebrake, 2009. Modeling technology diffusion of complementary goods: The case of hydrogen vehicles and refueling infrastructure." Technovation 29(2): 77-91.
MIEM, 2013. Ministerio de Industria, Energia y Minería, Norma de Eficiencia Energética para vehículos en consulta pública, available from http://www.miem.gub.uy/web/energia/-/norma-de-eficiencia-energetica-para-vehiculos-en-consulta-publica?redirect=http%3A%2F%2Fwww.miem.gub.uy%2Fweb%2Fenergia%2Fprincipal%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_1FosHDV9ByiN%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2, consulted on September 2013.
Ministerio de Minas y Energía, 2010. Programa Uso Racional y Eficiente de la Energía y Uso de Fuentes No Convencionales de Energía PROURE. Colombia. Ministerio de Minas y Energía de Colombia.
Ministerio de Tránsito y Transporte, 2012. Registros de motocicletas en ciudades de Colombia. Registro Único Nacional de Tránsito – RUNT. Colombia. Citado Diario El Tiempo.
Ministerio de Tránsito y Transporte, 2013. Anuario estadístico 2012. Colombia. Ministerio de Tránsito y Transporte de Colombia.
Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, 2013. Estadísticas parque vehicular en ciudades y provincias. Chile. Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones de Chile.
Ministry of Energy and Energy Affairs, 2011, January.Framework for development of a renewable energy policy for trinidad and Tabago. Retrieved from http://energy.gov.tt/content/266.pdf.
Ministry of Energy and Engry Affairs, 2011. Carbon reduction strategies. Retrieved from http://www.energy.gov.tt/content/196.pdf.
Ministry of Energy and Mining, 2010, October. National energy conservation and efficiency policy 2010 – 2030 . Retrieved http://www.men.gov.jm/pdf_files/energy_policy/national_energy_conservation_and_efficiency_policy_october_10_2010.pdf.
Ministry of Energy and Mining, 2010. National energy conservation and efficiency policy 2010-2030. Retrieved from http://www.men.gov.jm/pdf_files/energy_policy/national_energy_conservation_and_efficiency_policy_october_10_2010.pdf.
Ministry of Energy and Mining, 2010. National energy conservation and efficiency policy 2010-2030. Retrieved from http://www.men.gov.jm/pdf_files/energy_policy/national_energy_conservation_and_efficiency_policy_october_10_2010.pdf.
Ministry of Housing, Transport, Water and Works, 2013, August. Minister pickersgill launches new transport services. Retrieved from http://www.mhtww.gov.jm/communications/archives_files/update_transserv_nov05.aspx.
Ministry of transport and works, 2008. Annual report 2008-2009. Retrieved from http://www.metservice.gov.jm/Climate Change/Final Report-Jamaica's Greenhouse GAs Mitigation.pdf
Ministry of Water, Land, Environment and Climate Change, 2012, January. Report energy and transport in the context of a green economy. Retrieved from http://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1040energyreport.pdf.

Ministry of Works and Transport, 2010. Roads and transports in trinidad and Tabago. Retrieved from http://www.discover-tt.net/general_info/roads_and_transports_trinidad_and_Tabago.html
MIT, 2008. Potential Market for LNG-Fueled Marine Vessels in the United States, MIT, 2008.
MME, Balanço Energético Nacional, Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2012.
Mock, P. and S. A. Schmid, 2009. Fuel cells for automotive powertrains—A techno-economic assessment." Journal of Power Sources 190(1): 133-140.
Mock, P., D. Hülsebusch, J. Ungethüm and S. A. Schmid, 2009. Electric vehicles - A model based assessment of future market prospects and environmental impacts. Stavanger, German Aerospace Center (DLR), Institute of Vehicle Concepts.
Monies, J., Wilmsmeier, G. 2012. Port-centric logistics, dry ports and offshore logistics hubs: strategies to overcome double peripherality?. Maritime Policy and Management, 39(2), 207-226.Pérez Salas, 2013
Moriarty and Honnery, 2012. Energy efficiency Lessons from transport. Energy Policy 46.
Mosul, Análisis de formación de precios y tarifas de gas natural en América del Sur. http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/7/47707/Analisisdeformaciondeprecios.pdf.
MTU, 2013. MTU – Engines and System Engineering, Diesel engines for fast vessels with high load factors, available from http://www.mtu-online.com/mtu/products/engine-program/diesel-engines-and-gas-turbines-for-marine-main-propulsion-dieselelectric-drives-and-onboard-power-generation/diesel-engines-for-passenger-ships-and-ferries/?L=ller%25B4%25E5mH%25EA%25D8d2, consulted on Sept. 2013.
National Infrastructure Development Company Ltd, 2012.Water taxi service. Retrieved from http://www.nidco.co.tt/index.php/vessels.html.
Nestor, M, 2010, June 23. Energy policy: Is there a policy. Retrieved from http://www.credp.org/Data/CSEF2/Wednesday/pdf/Nestorecipe_for_Energy_Policy_Formulation_Implementation_and_Control.pdf.
Newman, P. Kenworthy, J. 1999. Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence. 1999. Australia.
Nigris and Coviello, 2012. Smart grids in Latin America and the Caribbean. CEPAL, Santiago.
NROCC, 2009. Highway 2000 north south link. Retrieved from http://www.nepa.gov.jm/tors/St.Catherine/highway-2000-north-south-link/north-south-link.pdf.
Observatorio Ambiental de Bogotá, 2012. Indicadores ambientales y movilidad en Bogotá. Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá.
OECD/ITF, 2011. Transport Outlook 2011: Meeting the Needs of 9 Billion People.
OLADE, Manual de Estadísticas Energéticas, Organización Latinoamericana de Energía, Quito, 2011.
OLADE, Simulación de Medidas de Eficiencia Energética en los Sectores Industrial y Transporte de América Latina y el Caribe al Año 2030, Organización Latinoamericana de Energía, Quito, 2013.
OLADE, Sistema de Informaciones Económicas y Energéticas (SIEE), Organización Latinoamericana de Energía, Quito, 2012.
OMU, 2010. Observatorio de Movilidad Urbana para America Latina, CAF - Banco de Desarrollo de América Latina, June 2010.
ONDAT, 2013. Observatorio Nacional de Datos de Transporte, from the Universidad Tecnológica Nacional of Buenos Aires, Cargas y Logística, available at http://www.ondat.utn.edu.ar/descargas/cargas-y-logistica/aereo-cargas-y-logistica/, consulted on August 2013.
Organización Mundial de la Salud OMS, 2011. Urban Outdoor Air Pollution Database. En: http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/en//.
Pan American Health Organization, 2007, Health in the Americas, Chapter 3 Sustainable Development and Environmental Health.
PCJ, 2008. Drive in to the future e10. Retrieved from http://www.pcj.com/e10/.
PE International, 2012. Lyfe Cycle CO2e assessment of Low Carbon Cars, 2020-2030.
Peterkin, K (2013. Knutsford Express Company. Phone Interview.
Peters, D. and M. Weller, 2012. Initiative Erdgasmobilität - CNG und Biomethan als Kraftstoffe: 1. Zwischenbericht.
Peters, D., 2011. Evidence for Market Failure at Introduction of Alternative Fuel Vehicles in Europe and Development of Mitigating Market Support STRATEGIES.
Petersen, R., 2004. Land Use Planning and Urban Transport, GIZ.
Pilot Career Center, 2010. Caribbean airlines orders 9 new atr72-600 turboprops. Retrieved from www.pilotcareercentre.com/Aviation-Pilot-Recruitment-News-Item/4258/Caribbean Airlines orders 9 new ATR72-600 Turboprops.

Plan Estratégico de la Bicicleta en Medellín, 2011. Contrato 4600035920. Colombia. Secretaría de Transportes y Tránsito de Medellín.
Porter, F., S. Fitzpatrick and I. Campbell, 2009. Scottish Energy Study Volume 4: Issues, Opportunities and Barriers.
Porter, M. E., 1980. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors, Free Press.
Portney, P. R., I. W. H. Parry, H. K. Gruenspecht and W. Harrington, 2003. The Economics of Fuel Economy Standards. Discussion Paper 03-44. Washington, D.C.
Promigas GNV, 2011. Informe del sector gas natural 2010, balance de una década. Colombia.
Rascón Chávez, 2010. El transporte en México y el mundo. Situación actual y vision de futuro, Dr. Octavio A. Rascón Chávez, document elaborated for the study "Estado del Arte y Prospectiva de la Ingeniería en México y el Mundo", developed by the Academia de Ingeniería de México with the sponsoring of the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
REF-E, 2013. Efficienza energetic nei trasporti: stato e prospettive, Working Paper n° 6.
Reforma (diario), Autos subirán de precio con norma de eficiencia energética, Ciudad de México, DF, 12 de Abril de 2013.
Regional Forum on Sustainable Transport in Latin America, 2011. Bogota Declaration, Sustainable transport objectives. Bogota.
Reutter, F., 2011. Empirisch analytische Untersuchung der klimaschutzwirksamen preispolitischen Lenkungswirkung der Luftverkehrssteuer bei innerdeutschen Reisen durch eine Verlagerung bei der Verkehrsmittelwahl vom Flugzeug zur Bahn, GRIN Verlag.
Ríos, Garrón and Cisneros, 2007. Focalización de los subsidios a los combustibles en América Latina y el Caribe, Álvaro Ríos Roca, Mauricio Garrón B., Pablo Cisneros G., Junio 2007.
Rogers, E. M., 1995. Diffusion of Innovations.
Ruchansky ed. 2013. Integración eléctrica en América Latina: antecedentes, realidades y caminos por recorrer. CEPAL, Santiago.
Rye, T., 2002. Travel plans: do they work?" Transport Policy 9(4): 287-298.
Sachs, W., 1997. Sustainable Development. UK. En Redclift & Woodgate. "The International Handbook of Environmental Sociology".
Sakamoto, K., Dalkmann, H. and Palmer, D.,2010. A Paradigm Shift Towards Sustainable Low-Carbon Transport: Financing the Vision ASAP, Institute for Transportation & Development Policy.
Sánchez et al., 2009. Latin American Modal Split in International Transport – Year 2006, Ricardo J. Sánchez, Gordon Wilmsmeier, Gabriel Pérez S., Marc Hesse, Unidad de Servicios de Infraestructura, CEPAL - Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
Sánchez et al., 2010. Latin American Modal Split in International Transport – Year 2008, Ricardo J. Sánchez, Gordon Wilmsmeier, Oscar Medina, Marc Hesse, Unidad de Servicios de Infraestructura, CEPAL - Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
Sánchez, R.J., Wilmsmeier, G. 2005. Provisión de Infraestructura de Transporte en América Latina: Experiencia reciente y Problemas observados. Serie de Recursos Naturales e Infraestructura. No 94. CEPAL, Santiago.
Scottish Government, 2010. A Low Carbon Economic Strategy for Scotland. http://www.scotland.gov.uk Resource/Doc/331364/0107855.pdf.
SE4ALL, 2012. Technical Report of Task Force 2 in Support of Doubling the Global Rate of Energy Efficiency Improvement and Doubling the Share of Renewable Energy in the Global Energy Mix by 2030".
SE4ALL, 2012a. Global Action Agenda. http://www.se4all.org/wp-content/uploads/2014/01/SEFA-Action-Agenda-Final.pdf.
SE4ALL, 2013. http://www.sustainableenergyforall.org/.
SE4ALL, 2013a. Global tracking framework. http://www.se4all.org/wp-content/uploads/2013 /09/SE_for_All_-_Framework_for_Action_FINAL.pdf.
Secretaría de Movilidad de Medellín, 2012. Indicadores. Medellín. http://www.medellin.gov.co/transito/
SENAT, Eficiencia Energética no SEST/SENAT, Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte, Brasília, 2013.
SERMANAT, Transporte Limpio, por Trujillo, J., 1º. Seminario Internacional sobre Eficiência Energética de Veículos Pesados, São Paulo, 2013.
Sheller and Urry, 2006, The new mobilities paradigm" Environment and Planning A 38(2) 207
Simon, H., 1957. A Behavioral Model of Rational Choice. Models of Man, Social and Rational: Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting. New York.

SLoCaT., 2013. IEA report demonstrates $20 trillion saving potential for Avoid-Shift-Improve and 2 Degree Scenario | www.slocat.net." from http://www.slocat.net/news/698.

SLoCaT., 2013. Non-Motorised Transport | www.slocat.net." Retrieved 17/06/2013, from http://www.slocat.net/content-stream/183.

Smartmovecampaign, 2010. Factsheet green. Retrieved from http://www.busandcoach.travel/download/factsheets/factsheet_green_en.pdf.

Smith, T. W. P., 2012. Technical energy efficiency, its interaction with optimal operating speeds and the implications for the management of shipping's carbon emissions, Carbon Management, 3 (6), 589-600.

Soprin (2013. Highway Project 2000 Design phase. Retreived from http://h2kjamaica.com/web/wp-content/uploads/2013/07/economic-cost-benefit-analysis.pdf.

Sorell, S., O'Malley, E., Schleich, J. and Scott, S., 2004. The economics of energy efficiency: barriers to cost-effective investment, Edward Elgar Pub, UK.

Statistical Institute of Jamaica, 2012. Jamaica city population. Retrieved from http://www.citypopulation.de/Jamaica.html.

Stiglitz, J., 2000. Economics of the Public Sector, W W Norton & Co.

Styhre, L. and Winnes, H., 2013. Energy efficient shipping – between research and implementation. Proceedings of the IAME2013 Conference. 3-5 July, Marseille, France.

T&T InterIsland, 2010. Welcome aboard the inter-island ferry service. Retrieved from http://www.ttitferry.com/index.php.

TERI, 2012. National Energy Map for India: Technology Vision 2030.

The Ministry of Energy and Mining, 2009. Jamaica's national energy plan 2009-2030. Retrieved from http://www.men.gov.jm/PDF_Files/Energy_Policy/Energy Policy - October 21, 2009.pdf.

TRANSCENARIOS, 2013. Elaboration of long-term transport policy scenarios and variants with the time horizon 2050, DG MOVE study.

TRANS-TOOLS, 2012. TOOLS for TRansport forecasting ANd Scenario testing.

TRANSVISIONS, 2009. Report on Transport Scenarios with a 20 and 40 Year Horizon.

Ullman, S., 2013. Broadway Boulevard: Transforming Manhattan's Most Famous Street." from http://www.pps.org/reference/broadway-boulevard-transforming-manhattans-most-famous-street-to-improve-mobility-increase-safety-and-enhance-economic-vitality/.

UN, Sustainable Energy for All (SE4All), Sustainable Development Knowledge Platform, United Nations, 2013, disponible en http://sustainabledevelopment.un.org, consultado en Agosto de 2013.

UNCTAD, 2012. Review of maritime transport 2012, chapter 6: sustainable freight transport development and finance.

UNEP, 2012. Status of Fuel Quality and Vehicle Emission Standards: Latin America and the Caribbean, United Nations Environmental Program, available from http://www.unep.org/transport/pcfv/PDF/Maps_Matrices/LAC/matrix/LAC_FuelsVeh_Dec2012.pdf, consulted on July 2013.

UNEP, International Test Cycles for Emissions and Fuel Economy, United Nations Environmental Program, 2012, disponible en http://www.unep.org/transport/gfei/autotool/approaches/information/test_cycles.asp, consultado en Julio de 2013.

Unidad de Planeación Minero Energética UPME. 2011. Historial de consumos de gasolina. Bogotá Colombia. Consultado Agosto 2013. http://www.upme.gov.co/.

Unidad de Planeación Minero Energética, 2008. Proyección de demanda de energía eléctrica y potencia. Colombia. UPME.

Unidad de Planeación Minero Energética, 2010. Proyección de demanda de combustibles líquidos y GNV en Colombia. Colombia. UPME.

Unidad de Planeación Minero Energética, 2013. Comportamiento mensual del precio de los combustibles en Medellín. Colombia. UPME.

UREE, 2013. Uso Racional e y Eficiente de la Energía, Gobierno Nacional, Republica de Panamá, Secretaría Nacional de Energía available from http://www.energia.gob.pa/Uso-Racional-Eficiente.html, consulted on September 2013.

US PIRG, 2013. A New Direction Our Changing Relationship with Driving and the Implications for America's Future, Spring.

Valencia, 2009. Integración ferroviaria en America de Sur y las posibilidades del transporte multimodal, Jaime Valencia, Integración y Desarrollo de la Infraestructura Regional Sudamericana, Buenos Aires, 7 al 11 Septiembre de 2009.

Velandia, E.A. y Díez, A.E., 2011. Evaluación de tecnologías para buses en los sistemas de transporte público urbano, caso Bogotá. México D.F. XVI Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano CLATPU.

Velandia, E.A., 2010. Energía Eléctrica, alternativa energética para un transporte urbano sustentable en Colombia. Bogotá. ISBN: 978-958-44-6016-5. Grupo Endesa Colombia.

Velandia, E.A., 2013. La bicicleta y la eBike en Bogotá. Colombia. Centro en Desarrollo Sustentable y Cambio Climático CIDESCAC. Universidad de La Salle.

Wake, M, 2013. Austal Ships. Phone Interview.

WDI, 2011. World Development Indicators. Washington, DC: World Bank.

WEC, 2010. Energy Efficiency: A recipe for Success, World Energy Council.

WEC, World Energy Council, 2011. Global Transport Scenarios 2050 World Energy Council

WEF, World Economic Forum, 2011. Repowering Transport - Project White Paper

Welleman, A.G., 1992. The national bicycle policy and the role of the bicycle in the urban transport system; en "Still more bikes behind the dikes". Holanda. CROW Centre for Research and Contract Standardization in Civil and Traffic Engineering.

Whitley, 2013. At cross-purposes: subsidies and climate compatible investment, ODI Research Fellow Shelagh Whitley, April 2013.

Wiesenthal, T., G. Leduc, J. Köhler, W. Schade and B. Schade, 2010. Research of the EU automotive industry into low-carbon vehicles and the role of public intervention. JRC Technical Notes. Luxembourg.

Williamson, O. E., 1981. The economics of organization: the transaction cost approach." American Journal of Sociology 87(3): 548-577.

Wilmsmeier and Hesse, 2012. Latin American Modal Split in International Transport – Year 2010, Gordon Wilmsmeier, Marc Hesse, Unidad de Servicios de Infraestructura, CEPAL - Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Wilmsmeier G. and Hesse, M., 2011. Participación modal del transporte internacional de América del Sur – 2010. http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/Transporte/noticias/noticias/2/48132/P48132.xml&xsl=/Transporte/tpl/p1f.xsl&base=/transporte/tpl/top-bottom.xslt.

Wilmsmeier G., 2012. Cargos de infraestructura: la creación de incentives para mejorar el desempeño ambiental. Bóletin Fal Edición Nº 309, 2012/5.

Wilmsmeier, 2012. Infrastructure charges: Creating incentives to improve environmental performance,CEPAL. Fal Bulletin, No. 309.

World Bank 1997.Five Years after Rio: Innovations in Environmental Policy, Environmentally Sustainable Development Studies and Monograph. Series No. 18.

World Bank, 2010. Energy Sector Management Assistance Program Regional Power Sector Integration.

World Bank, 2012. Turning the Right Corner: Ensuring Development Through a Low-carbon Transport Sector.

World Bank, 2013. Turning the right corner, Ensuring development through a Low-Carbon Transport Sector.

World Energy Council (n.d.. Energy efficiency and end use technologies of biodieses production. Retrieved from http://www.worldenergy.org/documents/annex10eneffbelg.pdf.

Wright, L. and K. Fjellstrom, 2003. Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities. Module 3a: Mass Transit Options."

Yarime, M. (2009). "Public coordination for escaping from technological lock-in: its possibilities and limits in replacing diesel vehicles with compressed natural gas vehicles in Tokyo." Journal of Cleaner Production 17(14): 1281-1288.

Yarime, M., 2009. Public coordination for escaping from technological lock-in: its possibilities and limits in replacing diesel vehicles with compressed natural gas vehicles in Tokyo." Journal of Cleaner Production 17(14): 1281-1288.

Zapata, W. y Acevedo, H., 2006. Evaluación de buses con motor dedicado a gas natural. Colombia. Seminario internacional en biodiesel y combustibles alternativos; Ecopetrol y Universidad Nacional de Colombia.

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)
www.cepal.org