

**Proyección de Demanda de Combustibles  
en el Sector Transporte en Colombia**

**Revisión noviembre de 2014**

**SUBDIRECCION DE DEMANDA**



**Proyección de Demanda de Combustibles en el Sector Transporte en Colombia**  
**Revisión noviembre de 2014**

**Grupo de trabajo**

Carlos Garcia Botero  
**Subdirector de Demanda**

Carolina Obando Anzola  
**Profesional Especializado**

William Martinez  
**Profesional Especializado**

Carlos Diaz  
**Profesional Especializado**

República de Colombia  
Ministerio de Minas y Energía  
Unidad de Planeación Minero Energética, UPME  
Subdirección de Demanda  
Revisión noviembre 2014  
Noviembre 2014

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO .....	4
INTRODUCCIÓN .....	1
PROYECCIÓN DE DEMANDA DE COMBUSTIBLES EN EL SECTOR TRANSPORTE EN COLOMBIA .....	2
1. CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN EL SECTOR TRANSPORTE .....	2
2. TRANSPORTE CARRETERO - CARACTERÍSTICAS DEL PARQUE AUTOMOTOR NACIONAL .....	4
2.1 Motorización .....	6
2.2 Actualidad del parque nacional.....	8
3. MOVILIDAD EN LAS PRINCIPALES REGIONES DEL PAÍS .....	9
3.1 Área Metropolitana de Bogotá .....	9
3.2 Área Metropolitana del Valle de Aburrá .....	12
3.3 Área Metropolitana de Barranquilla .....	14
3.4 Pasajeros intermunicipales .....	15
4. EXPERIENCIA TECNOLÓGICA - GNV .....	16
5. PROYECCIÓN DE DEMANDA DE ENERGÍA DEL SECTOR TRANSPORTE POR TIPOS DE ENERGÉTICOS Y ESCENARIOS .....	17
5.1 Análisis histórico de las proyecciones pasadas .....	17
5.2 Proyecciones del sector transporte carretero .....	22
5.3 Proyecciones de demanda .....	25
5.4 Escenarios bajo y alto.....	28
5.5 Escenario optimista de entrada de tecnologías.....	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34

## INTRODUCCIÓN

El presente documento muestra los resultados de la revisión encargada a la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, de las proyecciones de demanda interna de combustibles para el sector transporte, esto es, combustibles líquidos y gas natural vehicular (GNV). Los resultados que se presentan a continuación provienen de un ejercicio analítico en el que se indagó sobre el comportamiento del sector transporte en el país, no sólo en cuanto al comportamiento del parque automotor (entrada de vehículos, uso y operación de los mismos, chatarrización) sino en cuánto a la movilidad (viajes realizados, pasajeros transportados). Es importante mencionar que no se usaron los precios de los combustibles para construir las proyecciones debido a la inelasticidad actual entre los precios y el consumo; se asume que esta inelasticidad se mantendrá en el tiempo. Este modelo contempla el crecimiento de la economía (PIB) y de la población del país para construir las proyecciones tanto de viajes como de vehículos.

Los siguientes son los resultados de los escenarios alto, medio y bajo, de las proyecciones de demanda de ACPM, gasolinas y GNV hasta el año 2030.

ACPM (BDC)			
	Esc. Alto	Esc. Medio	Esc. Bajo
2013	106,074	106,074	106,074
2014	109,032	109,032	109,032
2015	111,716	111,716	111,716
2016	115,211	114,640	114,069
2017	118,975	117,800	116,635
2018	122,877	121,067	119,286
2019	126,279	123,804	121,386
2020	129,764	126,597	123,526

ACPM (BDC)			
	Esc. Alto	Esc. Medio	Esc. Bajo
2021	133,706	129,802	126,047
2022	136,707	132,040	127,587
2023	140,040	134,573	129,396
2024	145,622	139,310	133,380
2025	151,594	144,364	137,624
2026	156,158	147,997	140,448
2027	160,215	151,085	142,705
2028	165,074	155,010	145,848
2029	170,036	158,907	148,854
2030	174,263	162,040	151,086

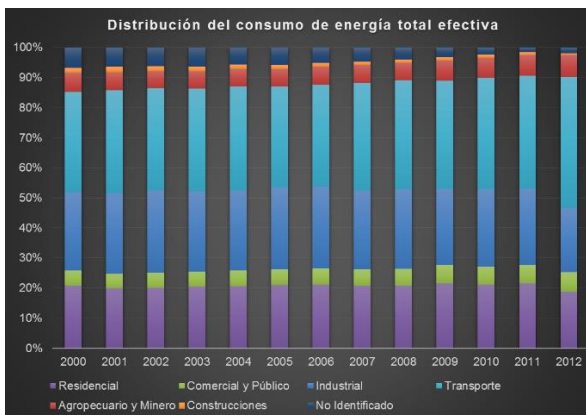
Gasolinas (BDC)			
	Esc. Alto	Esc. Medio	Esc. Bajo
2013	83,314	83,314	83,314
2014	85,755	85,755	85,755
2015	87,487	87,487	87,487
2016	90,106	89,588	89,070
2017	93,665	92,579	91,502
2018	98,151	96,449	94,772
2019	102,741	100,367	98,046
2020	108,147	105,022	101,991
2021	112,633	108,712	104,937
2022	115,861	111,096	106,542
2023	121,281	115,618	110,247
2024	126,421	119,803	113,574
2025	132,439	124,778	117,623
2026	136,659	128,138	120,255
2027	140,793	131,180	122,355
2028	145,555	134,933	125,264
2029	151,141	139,336	128,671
2030	156,616	143,539	131,815

GNV (MPCD)			
	Esc. Alto	Esc. Medio	Esc. Bajo
2013	83	83	83
2014	86	86	86
2015	89	89	89
2016	94	93	93
2017	100	98	97
2018	104	102	100
2019	108	105	103
2020	113	110	106
2021	119	115	111
2022	124	119	114
2023	129	123	118
2024	133	127	120
2025	137	129	122
2026	140	132	124
2027	143	134	125
2028	146	136	127
2029	149	139	129
2030	150	139	128

## PROYECCIÓN DE DEMANDA DE COMBUSTIBLES EN EL SECTOR TRANSPORTE EN COLOMBIA

### 1. CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN EL SECTOR TRANSPORTE

De acuerdo con la información histórica suministrada por el balance energético nacional (UPME, 2014), el sector transporte ha venido ganando importancia en su participación en el consumo de energéticos del país. La Figura 1 muestra la distribución histórica del consumo de energía total efectiva por sectores. Se puede observar cómo el consumo del sector transporte ha aumentado su participación en la matriz energética en un poco más del 10% en los últimos 13 años. En el periodo 2000–2006 el consumo de energéticos del sector se mantuvo alrededor del 34%, los siguientes tres años subió un 2% y se mantuvo en un 36%, y a partir del 2010 comenzó a crecer llegando a ser un 44% del total en el año 2012.



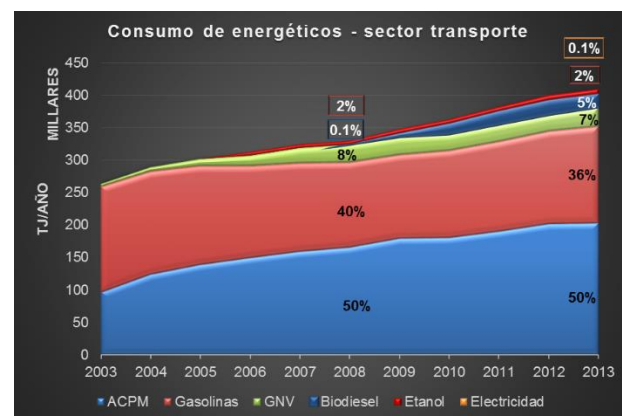
Fuente: Balance energético - UPME, 2014.

**Figura 1.** Distribución del consumo de energía total efectiva por sector.

Los energéticos asociados al consumo del sector son combustibles líquidos, como

gasolinas (extra y corriente), ACPM, biocombustibles usados para la mezcla; gas natural vehicular (GNV), gas licuado de petróleo (GLP) y electricidad, estos dos últimos en una menor proporción.

La Figura 2 muestra la distribución del consumo de combustibles en el sector calculada a partir de la información reportada por el Ministerio de Hacienda (combustible que paga el impuesto a la sobretasa) en el caso de combustibles líquidos, la Federación Colombiana de Combustibles (Fedebiocombustibles), y Concentra para el caso del GNV. Esta distribución incluye la electricidad usada en el sector, que son alrededor de 65GWh correspondientes a los consumos del metro de Medellín y del Tren de la Sabana que opera Acerías Paz del Rio desde 2004, y que representa el 0,06% de la energía usada actualmente. Aunque sabemos que hay GLP que es usado como autogas en los vehículos de la flota de distribuidores de este combustible, la información del consumo no ha sido cuantificada.

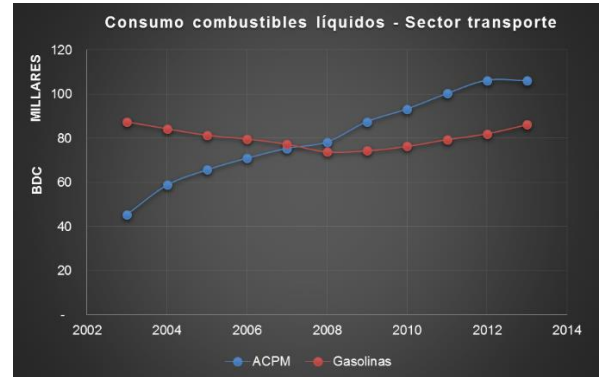


Fuente: MinHacienda, Fedebiocombustibles, Concentra, UPME, 2013. Elaboración propia.

**Figura 2.** Distribución histórica del consumo de energéticos en el sector transporte.

La importancia del ACPM como energético y el incremento de su participación en el total del consumo se deben no solo a su mayor contenido energético en comparación con los otros energéticos, sino al diferencial de precios que generó la dieselización del parque, al crecimiento económico que ha traído consigo el aumento en el tamaño de la flota de carga y en su operación, y a la implementación de Sistemas de Transporte Masivos en varias ciudades del país. Por su parte, el comportamiento de la gasolina ha estado relacionado con la sustitución que se dio con la entrada y promoción del GNV, y con el cambio en la preferencia tecnológica que surgió con la paridad de precios entre gasolina y ACPM.

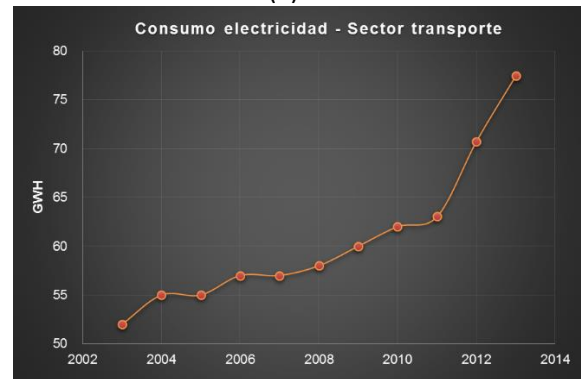
La Figura 3 muestra los datos históricos de consumo de energéticos en el sector de manera individual. La información de combustibles líquidos corresponde a aquel combustible que paga el impuesto a la sobretasa, es decir, dentro de estos volúmenes están incluidas las ventas de Ecopetrol, el combustible importado, el combustible exento de pagar este impuesto y el que, aunque es ilegal, se legaliza por medio del pago del mismo. A estos volúmenes hace falta sumarles el combustible de contrabando, el cual representa en promedio el 7%<sup>1</sup> de la demanda de combustibles líquidos. Los datos de energía eléctrica fueron obtenidos del balance energético nacional. Las tasas de crecimiento promedio del consumo de estos energéticos en los últimos 5 años (2008-2013) han sido 6,2%, 3,1%, 1,4% y 6% para el ACPM, las gasolinas, el GNV y la electricidad, respectivamente.



(i)



(ii)



(iii)

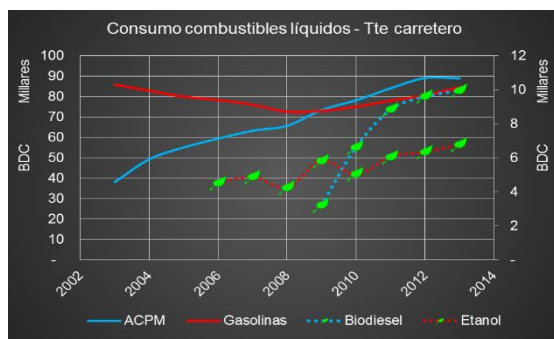
Fuente: MinHacienda, Concentra, UPME, 2013. Elaboración propia.

Figura 3. Información histórica del consumo de energéticos en el sector transporte.

<sup>1</sup> Valor promedio de las estimaciones hechas del porcentaje de contrabando en los estudios de Inmarkjet y Econometría, en 2005 y 2010 respectivamente.

El consumo de electricidad corresponde en su totalidad al subsector de transporte férreo. En el caso de los combustibles, el consumo de ACPM se divide en los subsectores de transporte carretero (84%), marítimo (10%), fluvial (5%), ferroviario (1%), y una parte para generación que no está incluida en esta contabilización; la gasolina es en su mayoría para transporte carretero (98%) y el resto para fluvial; y el GNV es exclusivo para el transporte carretero.

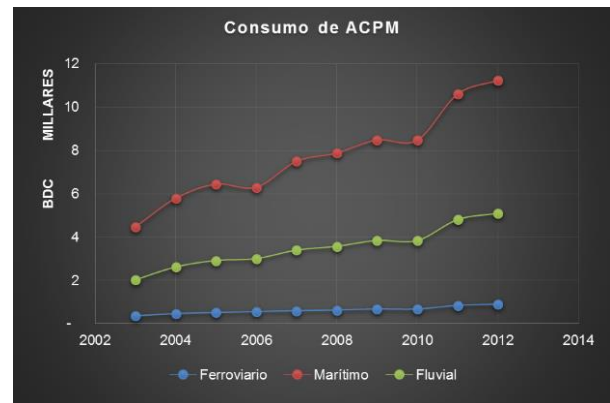
Con el fin de desagregar el consumo de hidrocarburos por modo de transporte, la Figura 4 muestra los datos históricos del consumo de combustibles líquidos en el modo transporte carretero. Los datos de gasolinas y ACPM incluyen el volumen de biocombustibles mezclado. La mezcla promedio reportada por Fedebiocombustibles es del 8,2% con el ACPM y del 7% con la gasolina en todo el país, esto teniendo en cuenta que no en todas las regiones la mezcla es la misma. El crecimiento del consumo de biocombustibles ha estado ligado al crecimiento de cada uno de sus hidrocarburos de mezcla.



Fuente: Fedebiocombustibles & MinHacienda, 2014.  
**Figura 4.** Consumos históricos de combustibles líquidos para el subsector transporte carretero.

<sup>2</sup> Valor tomado a partir de información de los volúmenes de combustible sujetos a la sobretasa

La Figura 5 muestra el consumo histórico de ACPM en los otros modos de transporte diferentes al carretero. Esta información proviene del balance energético construido por la Unidad.



Fuente: UPME, 2013.  
**Figura 5.** Consumos históricos de ACPM para los subsectores transporte ferroviario, marítimo y fluvial.

Las tasas de crecimiento de estos tres modos han estado alrededor del 11% entre 2003 y 2012; en los últimos 5 años, el crecimiento ha sido del 9,28% en el transporte marítimo, 9,25% en el transporte ferroviario y 9.27 en el transporte fluvial.

## 2. TRANSPORTE CARRETERO - CARACTERÍSTICAS DEL PARQUE AUTOMOTOR NACIONAL

El transporte carretero es el subsector con mayor participación en el consumo de energéticos en el país, responsable del 34% del total de energía por consumo final de todos los sectores (equivalente a 404.014TJ<sup>2</sup>). La Figura 6 muestra la información histórica de la flota a nivel nacional por categoría vehicular. Se puede observar que en su

(Ministerio de Hacienda), el balance energético (UPME) y consumos de GNV (Concentra), todos en el año 2012.



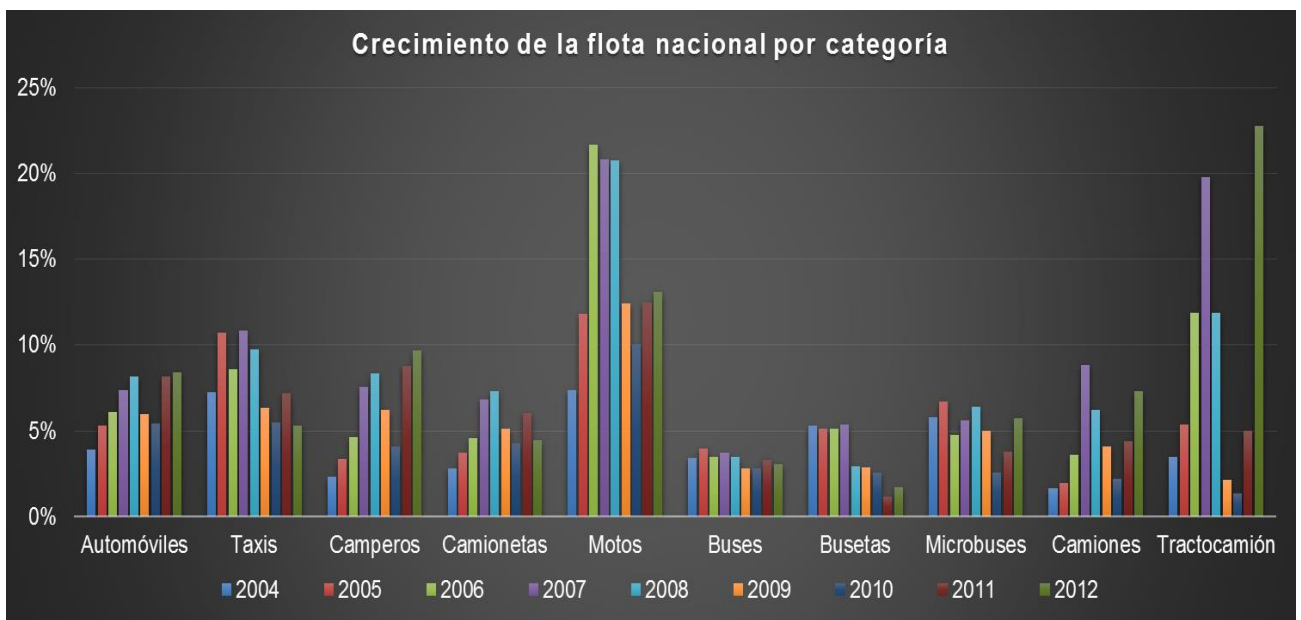
mayoría, la flota está compuesta por vehículos privados (aproximadamente el 92%), mientras que los vehículos de transporte público de pasajeros (colectivo y masivo) y de carga representan alrededor del 6%.

La Figura 7 muestra el crecimiento porcentual del número de vehículos por categoría vehicular desde el año 2004 hasta el año 2012. Se pueden observar dos momentos en los que se aceleró el crecimiento del parque: uno entre 2006 y 2008, y el otro en 2011 y 2012. En el primer periodo, las categorías vehiculares que más jalonaron el crecimiento fueron las motocicletas (~20%), los tractocamiones (~15%) y los taxis (11% en el año más alto - 2007); en el segundo periodo, los halonadores siguieron siendo las motocicletas (13%) y los tractocamiones (23% en el año más alto).



Fuente: RUNT, 2013. Elaboración propia.

Figura 6. Información histórica de la flota nacional por categoría vehicular.



Fuente: RUNT, 2013. UPME, 2013.

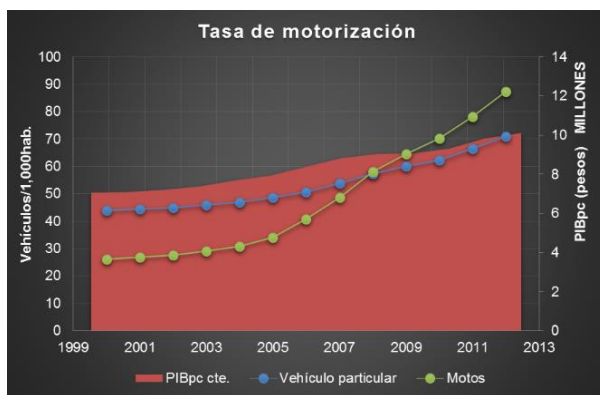
Figura 7. Crecimiento porcentual de la flota por categoría vehicular.

## 2.1 Motorización

La Figura 8 muestra el crecimiento de la tasa de motorización del transporte privado (vehículos particulares y motos) en los últimos 13 años. La tasa de motorización de las motos comenzó presentar un crecimiento acelerado desde 2005 (con un incremento promedio anual de 15% en el periodo de análisis) y sobrepasó la tasa de motorización de los vehículos particulares a partir del año 2008. El crecimiento en la motorización en el transporte privado está relacionado con el aumento en el poder adquisitivo de los colombianos (una tasa de crecimiento promedio del PIB per cápita del 3% anual), que a su vez trae consigo el aumento en la capacidad de endeudamiento y la reducción de las tasas de interés; en el caso de las motos, el aumento en los niveles de congestión de las ciudades y el hecho de hacer más asequible la compra del vehículo, en cuanto a tramites se refiere, fueron agentes disparadores de las compras de

motos en el país. Se podría decir entonces que la moto no es solo un sustituto del transporte público colectivo sino que también ha empezado a sustituir en transporte en vehículo particular.

Según estadísticas publicadas este año por la ANDI y el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, en Colombia se venden en promedio 260.000 vehículos al año<sup>3</sup> y alrededor de 434.000 motos<sup>4</sup>. La Figura 9 muestra las estadísticas históricas de ventas de vehículos a nivel nacional. Más del 80% de las ventas de vehículos (sin incluir motos) corresponden a vehículos livianos (automóviles, utilitarios y pick up). Las ventas de estas categorías tuvieron un crecimiento importante en 2010 y 2011 (42% y 25%, respectivamente), y en 2012 decrecieron un 5%. En el caso de las motos, las tasas de crecimiento anual han estado por encima del 10% en los últimos tres años, siendo 22%, 36% y 13% en 2010, 2011 y 2012, respectivamente.



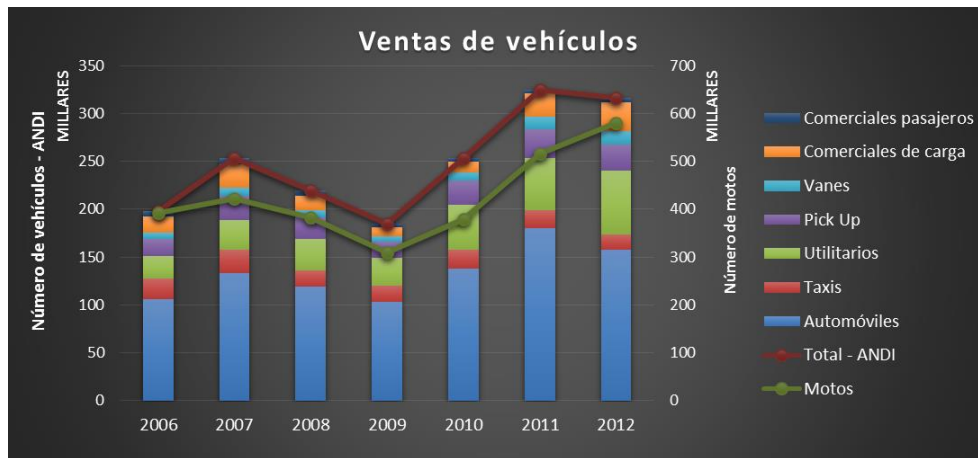
	Vehículo particular	Motos
	Veh./1000hab	
2003	46.1	29.0
2004	47.1	30.8
2005	48.6	34.0
2006	50.7	40.9
2007	53.8	48.8
2008	57.5	58.2
2009	60.1	64.7
2010	62.4	70.3
2011	66.6	78.2
2012	71.1	87.4

Fuente: RUNT & DANE, 2013. Elaboración propia.

Figura 8. Histórico de las tasa de motorización en Colombia.

<sup>3</sup> Promedio de ventas de automóviles, taxis, utilitarios, pick Up, vanes, vehículos comerciales carga, vehículos comerciales de pasajeros, en los últimos 5 años.

<sup>4</sup> Promedio de los últimos 5 años.



Fuente: ANDI & Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2014.

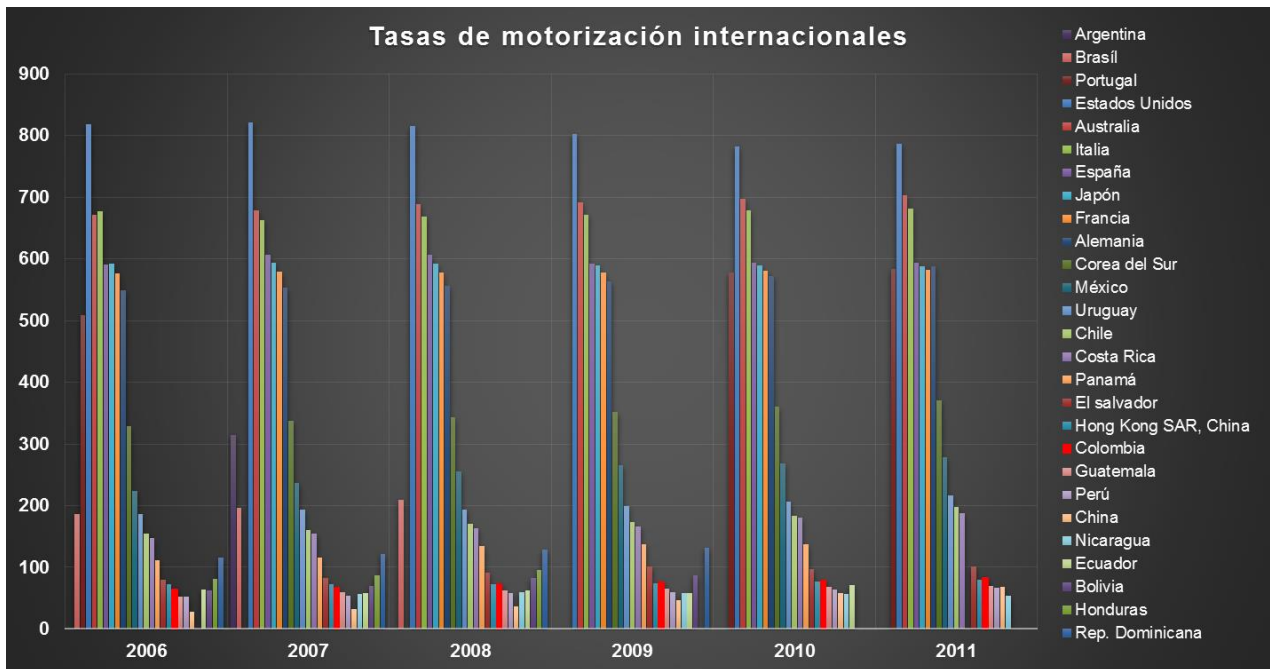
Figura 9. Estadísticas de ventas de vehículos en Colombia.

A pesar del crecimiento tan acelerado que ha tenido la flota de transporte privado en el país en los últimos años, al comparar las tasas de motorización en Colombia con las de otros países del mundo podemos ver que en la mayoría de los casos las tasas de motorización internacionales están muy por encima de la colombiana: de los 17 países latinoamericanos con información de motorización disponible, 5 países tienen una tasa de motorización cercana a la de Colombia (Nicaragua, Perú, Ecuador, Guatemala y Bolivia); el resto de países pueden duplicar o hasta cuadruplicar nuestra tasa. La Figura 10 muestra las tasas de motorización de algunos países del mundo publicadas por el Banco Mundial, desde 2006 hasta 2011. Son de resaltar los bajos niveles de motorización en el país, cercanos a los de países como Perú, China y Ecuador. Así mismo, llaman la atención las tasas de motorización de Chile y Uruguay, que son casi tres veces la motorización de Colombia.

Según estudios realizados por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, y la Universidad de los Andes, es muy posible que Colombia en los próximos 20 años pueda tener características similares a las de Chile, Corea del Sur y México en la actualidad. A modo de ejemplo, un país como Chile que es parecido a Colombia en extensión, con una población inferior y con PIB cercano al nacional (superior en un 20%), tiene una motorización que es más del doble de la de Colombia<sup>5</sup>. Según esta información, el país tendría que prepararse en términos de infraestructura y de gestión, tanto de la demanda de transporte como del tráfico a nivel urbano, para asimilar una tasa de motorización que puede llegar a ser el doble de la actual en el mediano plazo.

<sup>5</sup> Según el Instituto Nacional de Estadística (2014), la extensión de Chile es de 2 millones de km<sup>2</sup>; en 2013 su población fueron 17,6 millones de habitantes y el PIB de

alrededor de US\$277 mil millones de dólares. Según el Banco de la República (2014), el PIB de Colombia en 2013 fue de US\$212 millones, a precios constantes de 2005.



Fuente: RUNT & DANE, 2013. Banco Mundial, 2014. Elaboración propia.

Figura 10. Históricos de las tasas de motorización a nivel mundial<sup>6</sup>. Todos los vehículos sin incluir motos.

## 2.2 Actualidad del parque nacional

Con corte al año 2012, Colombia tenía registrados alrededor de 8,2 millones de vehículos activos, de los cuales 6,2 millones eran automóviles y motos. La Tabla 1 muestra la información del número de vehículos y la distribución en categorías de la flota nacional para el año 2012. El tamaño de la flota total y por categoría vehicular se obtuvo de la información de los registros vehiculares a diciembre de 2012, suministrados por el RUNT.

Tabla 1. Número de vehículos y distribución porcentual por categoría – año 2012.

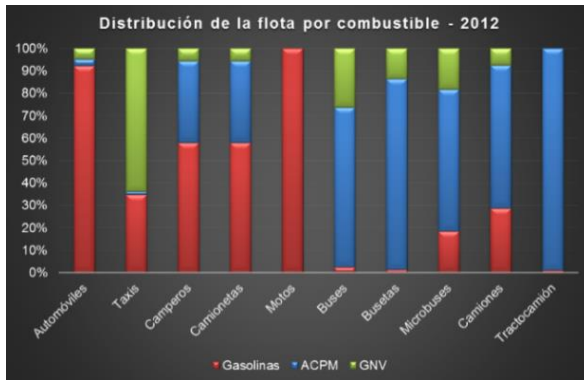
	Número de vehículos	Participación
<b>Automóviles</b>	2.132.962	27%
<b>Taxis</b>	293.188	3%
<b>Camperos</b>	652.003	6%
<b>Camionetas</b>	526.136	8%
<b>Motos</b>	4.071.137	51%
<b>Buses</b>	74.523	1%
<b>Busetas</b>	40.940	0,4%
<b>Microbuses</b>	74.663	1%
<b>Camiones y volquetas</b>	247.570	3%
<b>Tractocamión</b>	51.718	0,6%
<b>Total</b>	<b>8.164.839</b>	<b>100%</b>

Fuente: RUNT, 2013. Elaboración propia.

En cuanto a los energéticos usados por la flota nacional, el ACPM es usado mayormente en el transporte de carga y en el transporte público (colectivo y masivo), mientras que el consumo de gasolina está principalmente asociado al transporte particular; por su parte, el GNV es usado principalmente en el

<sup>6</sup> Información disponible en <http://data.worldbank.org/indicator/IS.VEH.NVEH.P3>

transporte público individual (taxis) y vehículos livianos, pues es el principal sustituto de la gasolina. La Figura 11 muestra la distribución de la totalidad de la flota nacional en el año 2012, por categoría vehicular y por tipo de combustible usado.



Fuente: RUNT, 2013. UPME, 2013.

**Figura 11.** Distribución del total de vehículos por consumo de combustibles y categoría vehicular – 2012.

Los porcentajes para construir la participación fueron obtenidos a partir de un ejercicio en el que se incluyó la distribución de uso de combustible de Econometría (2010), datos de conversiones vehiculares a GNV (MinMinas, 2013) y criterio experto. Se espera tener una actualización de esta distribución a finales del presente año cuando finalice la actualización del estudio de Caracterización de Consumo de Combustibles en Colombia, pues, según algunos expertos, actualmente no hay consumo de gasolina en transporte pesado (buses, busetas, microbuses y camiones).

### 3. MOVILIDAD EN LAS PRINCIPALES REGIONES DEL PAÍS

Se realizó un ejercicio de recopilación de información en aquellas grandes capitales del

país en las que hubiera información accesible sobre la movilidad, tal como caracterización de viajes, perspectivas y proyecciones sobre la evolución del transporte y demás información que fuera útil para estimar el consumo de forma desagregada y regionalizado. Adicionalmente, se calculó un estimador del porcentaje de sobreestimación del consumo (Porcentaje SE) con el cual se compararon los resultados de la estimación del consumo usando 1) los viajes y 2) el tamaño de la flota, con los consumos reales reportados por las fuentes oficiales. El cálculo del porcentaje SE tiene como objetivo ajustar el consumo de aquellas regiones del país en las que no se tenga disponible la información de viajes y por esto, se deba usar la flota para calcularlo. El porcentaje SE se estimó en todas las ciudades en las que se pudo hacer análisis del tema de movilidad y en las que se tuvo información proveniente de las autoridades locales de tránsito sobre el tamaño de la flota. A continuación se presenta la información principal recopilada para cada área metropolitana.

#### 3.1 Área Metropolitana de Bogotá

Bogotá es la ciudad capital de Colombia, la cual concentra la mayor cantidad de habitantes del país (alrededor de 7,6 millones de habitantes actualmente, es decir el 16,2%<sup>7</sup> de la población colombiana). Aunque oficialmente no existe el Área Metropolitana de Bogotá, el distrito ha optado por involucrar dentro de sus actividades de planeación a aquellos municipios de Cundinamarca que

<sup>7</sup> Según el DANE, la población de Colombia en 2012 era de 46.581.823 y la de Bogotá 7.571.345.

tienen las principales interrelaciones socioeconómicas con la ciudad y que de alguna forma generan impactos en la movilidad de la misma. En el año 2011, la Secretaría Distrital de Movilidad realizó la Encuesta de Movilidad de Bogotá, incluyendo 17 municipios dentro del área de análisis, en la cual se cuantificó la forma en la que se movilizan los ciudadanos. Los municipios incluidos dentro del AMBogota son: Bojacá, Cajicá, Chia, Cota, Facatativa, Funza, Gachanzipá, La Calera, Madrid, Mosquera, Sibaté, Soacha, Sopó, Tabio, Tenjo, Tocancipá, Zipaquirá. La Figura 12 muestra la distribución de los viajes realizados en el AMBogota producto de la encuesta origen-destino realizada. De un total de 9,4 millones de viajes diarios, sin incluir los viajes a pie<sup>8</sup>, la mayoría se realizan en transporte público (transporte público colectivo, Transmilenio e intermunicipal).

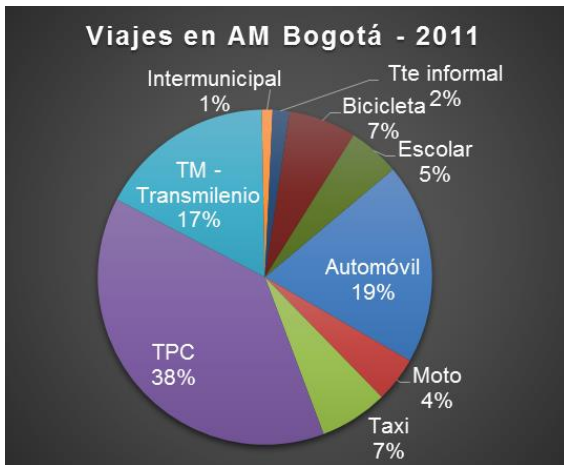
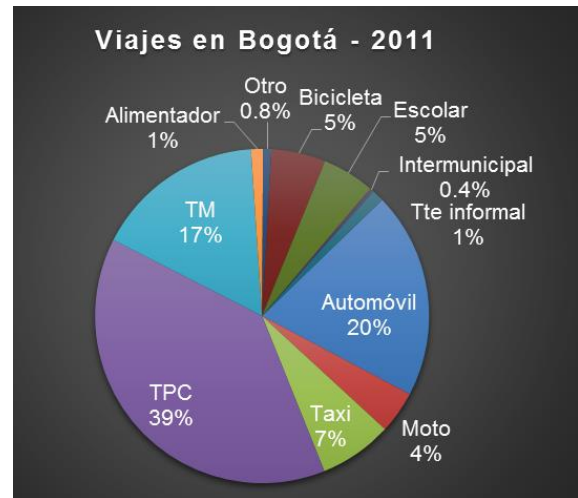


Figura 12. Distribución de viajes en el AMB.

La Figura 13 muestra la distribución de los viajes realizados en la ciudad de Bogotá, siendo el total de viajes contabilizados en la ciudad 8,4 millones aproximadamente, esto sin incluir los viajes a pie.



Fuente: SDM, 2011. Elaboración propia.

Figura 13. Distribución de viajes en Bogotá.

De esta encuesta, así como de otros estudios realizados por el Ministerio de Transporte y el Distrito para temas técnicos relacionados con la operación de Transmilenio y del SITP, fue posible obtener información sobre los pasajeros transportados en vehículos privados y distancias recorridas por los vehículos del AMBog. La Tabla 2 muestra los indicadores operativos de la flota que fueron más relevantes para la estimación del consumo del área metropolitana. Algunos de estos datos fueron obtenidos para Bogotá y se asume que aplican para toda la región.

<sup>8</sup> Cabe resaltar que los viajes a pie son los que tiene una mayor participación (46% del total, que corresponde a 8.136.906 millones de viajes al

día). En Bogotá se realizan 1,2 millones de viajes menos comparados con los viajes a pie del AMBogotá.

**Tabla 2.** Indicadores de operación del transporte en AMBog.

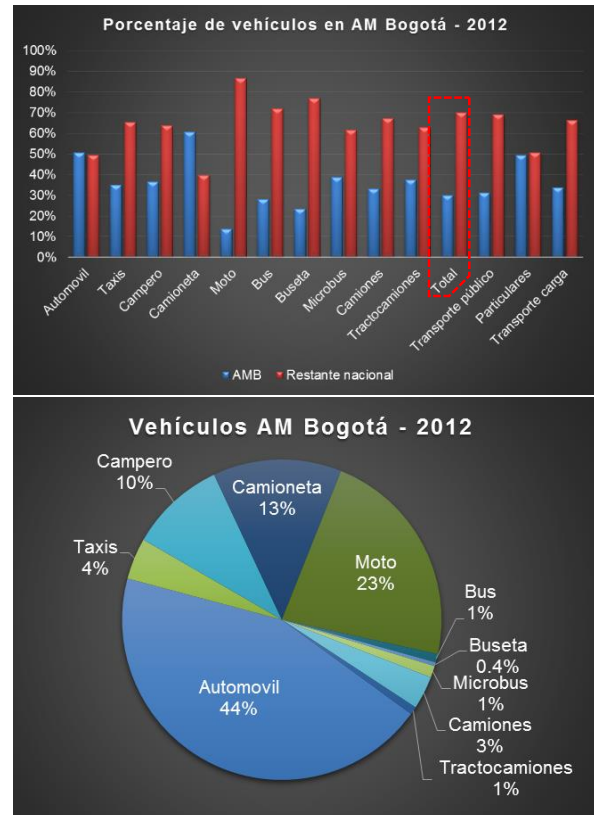
	Ocupación promedio pax/viaje	Distancia prom. recorrida km/viaje
Automóviles	1,53	10
Taxis	1,75	15
Camperos	1,53	10
Camionetas	1,53	10
Motos	1,19	14

	Distancias recorridas	
	km/día-veh	km/año
Buses	252	-
Busetas	171	-
Microbuses	225	-
Articulados	-	86.710
Alimentadores	-	74.750
Camión	-	31.000
Tractocamión	-	86.000

Según los registros del RUNT, en el año 2012 había 2.444.751<sup>9</sup> vehículos registrados en el AMB, los cuales representan el 30% de la totalidad de la flota del país. Es de resaltar que en esta área metropolitana se encuentra el 50% de los vehículos privados (automóviles, camperos y camionetas) y solo el 13% motos (ver Figura 14). Aunque el porcentaje de participación de transporte de carga (camiones y tractocamiones) matriculado en la región es alto (34% del total nacional) cabe mencionar que solo el 7% corresponde a Bogotá.

<sup>9</sup> No incluye cuatrimotos ni maquinaria, que son 3.409 vehículos.



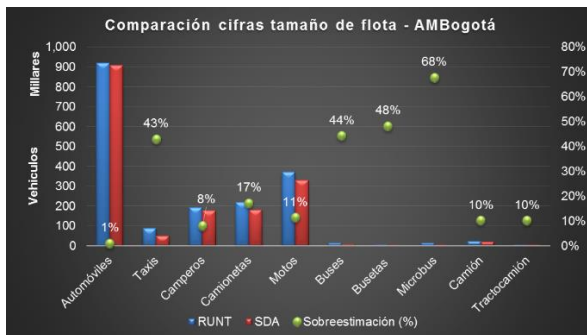
Fuente: SDM, 2011 & RUNT, 2014. Elaboración propia.

**Figura 14.** Participación de los vehículos en el AM Bogotá en el total nacional.

Al revisar los tamaños de flota y vehículos por categoría reportados por la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM) y compararlos con los datos reportados por el RUNT (ver Figura 15), en este caso solo para los registros de Bogotá, se encontraron varias diferencias e inconsistencias en los datos. La sobreestimación<sup>10</sup> del RUNT en las categorías de transporte público de pasajeros, tanto colectivo como individual, sugiere que los trámites que se realizan en las empresas

<sup>10</sup> El porcentaje de sobreestimación es el número de vehículos reportado por el RUNT que exceden el reporte de la SDM.

transportadoras, como por ejemplo, salida de circulación o chatarrización, no están quedando en el registro nacional. En las demás categorías, el porcentaje de sobreestimación es menor, aunque no despreciable; por ejemplo, el 1% que se observa en la categoría de automóviles corresponde a una sobreestimación de alrededor de 9,000 vehículos. Es importante mencionar la SDM no reporta información sobre el conteo de camiones y tractocamiones, por lo que tuvo que hacerse una aproximación al dato usando la categoría “Otros” en la que se incluyen los vehículos de carga de la ciudad.



Fuente: SDM & Runt, 2013. Elaboración propia.

**Figura 15.** Comparación de cifras del número de vehículos en Bogotá.

Con base en la información recopilada se realizó el ejercicio de calcular el consumo de combustibles en el AM Bogotá para un año base, para lo que se seleccionó el 2012. Los resultados, tanto del consumo como del porcentaje se presentan en la Tabla 3. De acuerdo con los resultados es posible ver

cómo al usar el tamaño de la flota se puede incurrir en estimaciones que doblen - en el caso del ACPM y GNV - y más que dupliquen - en el caso de las gasolinas - el consumo estimado. La sobreestimación en el consumo de gasolina es mayor debido a que hay una mayor cantidad de vehículos que, aunque entran al parque automotor, no circulan, esto debido la implementación de medidas como el “pico y placa” y a los altos niveles de congestión de la ciudad.

**Tabla 3.** Consumo de combustible AM Bogotá – Año base 2012

	ACPM (BDC)	Gasolinas (BDC)	GNV (MPCD)
Consumo real <sup>11</sup>	18.149	22.029	22,1
Consumo por movilidad (viajes)	18.694	22.026	22,3
Porcentaje SE	3%	0%	1%
Consumo por flota (# vehículos)	26.917	52.871	32,6
Porcentaje SE	48%	140%	47%

### 3.2 Área Metropolitana del Valle de Aburrá

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) está conformada por Medellín, como núcleo principal, y los 9 nueve municipios de Barbosa, Bello, Caldas, Copacabana, Envigado, Girardota, Itagüí, La Estrella y Sabaneta. Al año 2012 tenía una población de 3.312.165 habitantes (que corresponde al 7% del total nacional) y una flota de 1.056.316 vehículos<sup>12</sup>, que corresponde al 13% del total de la flota del país. La Figura 16 muestra la

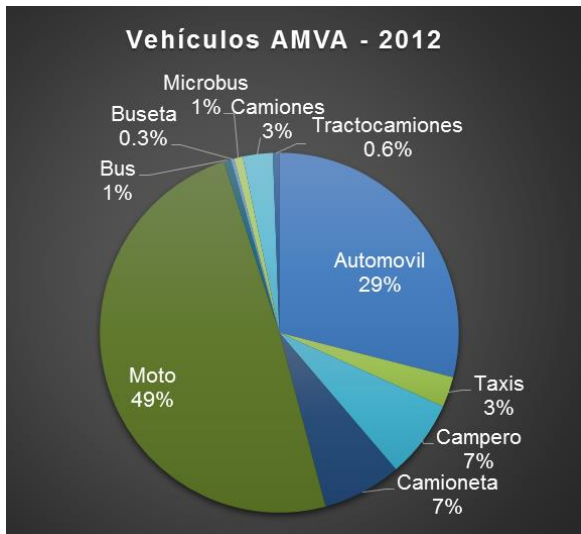
<sup>11</sup> El consumo real para el AMBog en el año 2012 se obtuvo de diferentes fuentes: en el caso del ACPM, el dato es fuente SICOM (2013); en el caso de la gasolina

el fuente MinHacienda (2013); y en el caso de GNV, el dato es fuente Concentra (2013).

<sup>12</sup> No incluye cuatrimotos ni maquinaria, que son 6.497.



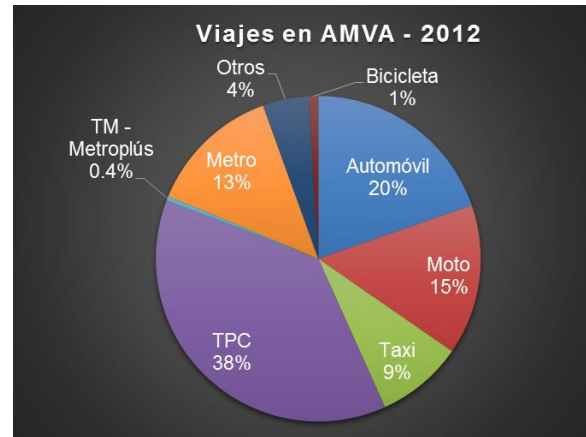
distribución de estos vehículos por categoría vehicular. La mayoría de los vehículos son vehículos de transporte privado (motos, automóviles, camperos y camionetas), los cuales representan el 92%.



Fuente: Runt, 2013.

**Figura 16.** Distribución de la flota vehicular en el AMVA, 2012.

En cuanto al tema de movilidad, el AMVA realizó en el año 2012 una encuesta origen-destino con la que cuantificó los viajes realizados en la región en los diferentes modos de transporte (ver Figura 17). Es de resaltar la importancia que tiene la moto, cuya participación, tanto en los viajes que se realizan en la región como en el número vehículos matriculados, supera por más del doble a la del AM Bogotá. En el caso del transporte público, vemos que la participación del TPC en el total de viajes es similar a la de la región capital y que el metro tiene en Medellín el lugar que Transmilenio tiene en Bogotá.



Fuente: AMVA, 2013.

**Figura 17.** Distribución de viajes en el AMVA.

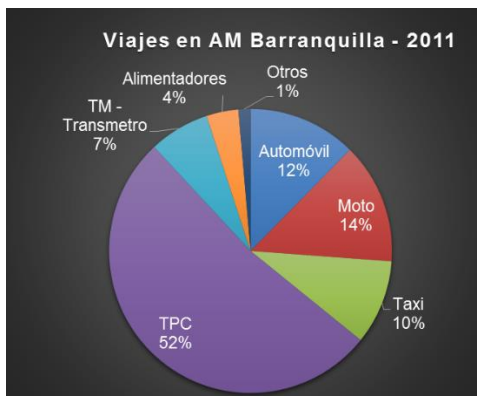
La Tabla 4 muestra los indicadores de operación del transporte en la región, información que fue suministrada por el Ministerio de Transporte y por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

**Tabla 4.** Indicadores de operación del transporte en AMVA.

	Ocupación promedio pax/viaje	Distancia prom. recorrida km/viaje
Automóviles	1,58	9
Taxis	0,72	8,5
Camperos	1,58	9,4
Camionetas	1,58	9,4
Motos	1,23	6,1
Distancias recorridas		
	km/día-veh	km/año
Buses	143	-
Busetas	210	-
Microbuses	238	-
Articulados	233	-
Camión	-	45.000
Tractocamión	-	86.000

### 3.3 Área Metropolitana de Barranquilla

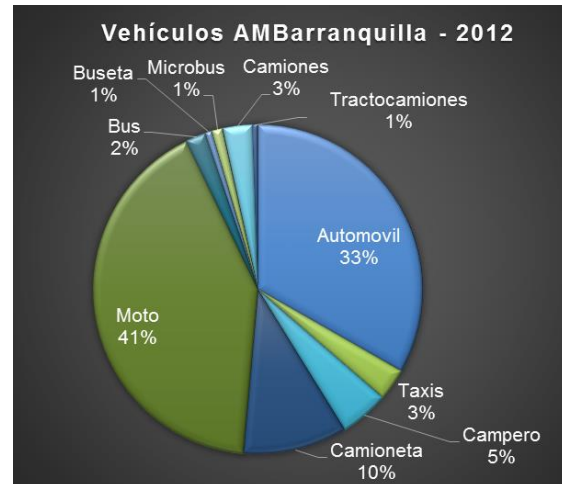
El Área Metropolitana de Barranquilla (AMBarranquilla) está conformada por Barranquilla, núcleo principal, y los 4 municipios de Puerto Colombia, Galapa, Soledad y Malambo. Tiene una población de alrededor de 2 millones de habitantes, la cual representa el 2% de la población nacional. En esta área metropolitana se registra una flota de 202.488 vehículos<sup>13</sup> (RUNT, 2014), que son un 2% de la flota nacional, y se realizan 1.602.460 viajes (sin incluir los viajes a pie), según información suministrada por la Universidad del Norte (2013); la Figura 18 muestra la distribución de estos viajes, realizados en el año 2011, por categoría vehicular. Es posible ver que la moto es más usada que el transporte masivo (TM) Transmetro y que el automóvil, por lo que se podría inferir que la moto es una categoría vehicular importante a atacar si se quisiera promover la migración a transporte público.



Fuente: Universidad del Norte, 2013. Elaboración propia.

**Figura 18.** Distribución de los viajes en el AMBarranquilla en el 2011.

La Figura 19 muestra la distribución de los vehículos de la región por categoría vehicular, para el año 2012. En cuanto al número de vehículos, es de resaltar la participación de las motos, la cual dobla en porcentaje al AM Bogotá.



Fuente: Runt, 2013.

**Figura 19.** Distribución de los vehículos por categoría vehicular en el AM Barranquilla.

Al igual que para las regiones anteriores, se obtuvo información sobre las características operativas de la flota, datos que fueron suministrados por el Ministerio de Transporte y por la Universidad del Norte. La Tabla 5 presenta los parámetros de operación promedio por categoría vehicular que fueron usados para estimar las distancias recorridas por la flota en el AM Barranquilla.

<sup>13</sup> Sin incluir maquinaria ni cuatrimotos, que son 606 vehículos.

**Tabla 5.** Indicadores de operación del transporte en AMBarranquilla.

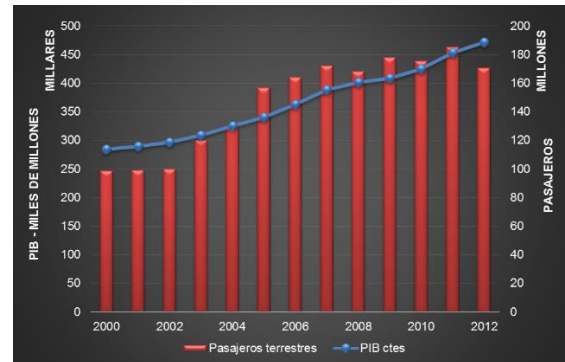
	Ocupación promedio pax/viaje	Distancia prom. recorrida km/viaje
Automóviles	1,63	12
Taxis	1,12	9
Camperos	1,63	12
Camionetas	1,63	12
Motos	1,31	12

Distancias recorridas	
IPK	km/año
Buses	1,4
Busetas	1,5
Microbuses	1,0
Articulados	6,0
Alimentadores	2,6
Camión	- 45.000
Tractocamión	- 86.000

### 3.4 Pasajeros intermunicipales

El Ministerio de Transporte a través del documento de estadísticas Transporte en cifras (2013), publica información histórica de los pasajeros transportados y los viajes realizados en transporte público intermunicipal; con estas cifras se contabiliza el comportamiento de los buses que salen de los principales terminales de transporte del país. Se realizó un análisis estadístico de la elasticidad pasajeros-crecimiento económico y se encontró una relación estadísticamente significativa entre el crecimiento de estos viajes y el crecimiento del PIB, con una elasticidad del 1,95. La Figura 20 muestra la serie de datos históricos de los pasajeros intermunicipales transportados y el PIB. Esta relación fue utilizada para proyectar el crecimiento de este tipo de viajes.



Fuente: Ministerio de Transporte, 2013. Elaboración propia.

**Figura 20.** Relación de los pasajeros interurbanos y el PIB.

Entre la información operativa de la flota recopilada con el Ministerio, las distancias promedio recorridas por estos vehículos son 371km/viaje y cada vehículo transporta 14 pasajeros/viaje en promedio. A 2012, en Colombia había registrados un total de 25.183 vehículos de transporte público interurbano, los cuales en su mayoría son microbuses (ver Figura 21). Cabe resaltar que este conteo incluye vehículos desde 1997 y que no se sabe de estos cuántos han dejado de operar.



Fuente: Ministerio de Transporte, 2013. Elaboración propia.

**Figura 21.** Distribución de los vehículos de transporte público intermunicipal por categorías.

#### 4. EXPERIENCIA TECNOLÓGICA - GNV

La masificación del gas natural como combustible en el país es un ejemplo de cómo la combinación entre un marco constitucional y legal adecuado, una política energética clara y continua, la participación activa del sector privado, el apoyo de los gobiernos locales y una política de subsidios tanto a la infraestructura como al consumo, puede resultar en una experiencia exitosa en el tema de entrada de tecnologías y energéticos alternativos.

El gas natural para el consumo vehicular en Colombia tuvo sus inicios en los años 90's en la Costa Atlántica, en ciudades como Barranquilla y Cartagena, en las que se empezaron a dar las primeras conversiones;

la implementación del GNV al interior del país se dio a comienzos del año 2000. A partir de este año se empezó a ver un aumento en la tasa de conversiones, la cual alcanzó su máximo nivel en el año 2006, con 72.000 conversiones y una tasa de crecimiento del 39% en comparación con el año anterior (ver Figura 22). Según los reportes históricos de conversiones del Ministerio de Minas y Energía, en los últimos tres años el número de conversiones se ha mantenido creciendo a un promedio del 10% anual, con alrededor de 36.600 vehículos convertidos en 2013. Con base en la información recopilada de distintas fuentes<sup>14</sup>, se obtuvo la distribución de los vehículos convertidos por categoría vehicular, siendo taxis la categoría con mayor cantidad de conversiones (59%).



Fuente: Ministerio de Minas y Energía, 2014 & UPME, 2014.

Figura 22. Conversiones vehiculares en Colombia por categoría vehicular<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> Estudios de caracterización de consumo de combustibles en el sector transporte en 2005 y 2010, notas técnicas de internet y el criterio de expertos en el tema.

<sup>15</sup> Información disponible en [http://www.minminas.gov.co/minminas/gas.jsp?cargaHome=3&id\\_categoria=127&id\\_subcategoria=452](http://www.minminas.gov.co/minminas/gas.jsp?cargaHome=3&id_categoria=127&id_subcategoria=452)

El comportamiento anual de las conversiones vehiculares está altamente correlacionado con las tasas de crecimiento del consumo de GNV (ver Figura 3 (ii)). En la Figura 23 se muestra gráficamente la similitud en el comportamiento ambas variables en el tiempo, el cual se asemeja al comportamiento de una curva de saturación del mercado: con el tiempo, todos los vehículos que potencialmente podían convertirse se convirtieron, y la curva de conversiones se estabiliza.



Fuente: Ministerio de Minas y Energía, 2014 & UPME, 2014.

**Figura 23.** Tasas de crecimiento de las conversiones vehiculares y del consumo de GNV.

El incremento en el consumo de GNV en el último año obedece a un incremento en el consumo de este combustible en la costa atlántica, el cual posiblemente está relacionado con el incremento en el uso de aire acondicionado en los vehículos por el fuerte verano de los últimos meses.

## 5. PROYECCIÓN DE DEMANDA DE ENERGÍA DEL SECTOR TRANSPORTE POR TIPOS DE ENERGÉTICOS Y ESCENARIOS

### 5.1 Análisis histórico de las proyecciones pasadas

Se realizó una revisión de las proyecciones de demanda de combustibles para el sector transporte construidas y oficializadas por la Unidad, con el fin de 1) conocer y entender las metodologías usadas en el pasado, y 2) verificar qué tan acertados fueron los resultados con respecto al consumo real de sector en el país, esto para realizar los ajustes que fueran necesarios a los modelos. Se analizaron las 6 proyecciones publicadas en el Sistema de Información Minero Energética (SIMEC)<sup>16</sup> y se compararon con la información de consumo de combustible suministrada por el Ministerio de Hacienda y Concentra.

La Tabla 6 muestra el resumen del meta-análisis realizado, en esta se presenta la comparación de las metodologías, supuestos y consideraciones de cada una de las proyecciones. Cabe resaltar que en la tabla está solo la información que se consideró relevante para el diseño y ajuste de la metodología usada para construir las proyecciones actuales.

<sup>16</sup> Estos documentos pueden ser consultados en:  
<http://www.sipg.gov.co/Inicio/SectorHidrocarburos/Proyecciones/tabid/125/language/es-ES/Default.aspx>

**Tabla 6.** Comparación de las proyecciones históricas de demanda de combustibles del sector transporte.<sup>17</sup>

	2004	2006	2007	2008	2010	2012
Horizonte de proyección	20 años (2004-2024)	19 años (2006-2025)	15 años (2007-2022)	23 años (2007-2030)	21 años (2009-2030)	20 años (2011-2031)
Temporalidad del modelo	Largo plazo	Largo plazo	Largo plazo	Largo plazo	Corto y largo plazo	
Definición del modelo	Reconstrucción del consumo a partir de las series de datos de las ventas. Implementación del concepto de movilidad: cantidad de energía empleada para movilizar a la población (aproximación top-bottom). Proyección usando modelos econométricos de la movilidad.				Modelos de series de tiempo, econométricos y de optimización (arreglo de mínimo costo entre modos y combustible, con base en costos operativos y de inversión).	
Escenarios modelados	7	6	8	8	3	
VARIABLES:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evolución precios (escenarios macro del DNP, precios crudo WTI).</li> <li>- Combustible de los STM.</li> <li>- Oxigenación de gasolina y diésel.</li> <li>- Competencia entre distintos modos de transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escenario de crecimiento económico.</li> <li>- Escenarios de precios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crecimiento económico.</li> <li>- Precios.</li> <li>- Combustible usado por los sistemas masivos.</li> <li>- Penetración del GNV en otros segmentos del transporte (taxis, camperos y camionetas, microbuses, camiones). Vehículos convertidos y dedicados.</li> <li>- Programas URE en el transporte particular y de carga (mejoramiento del rendimiento).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Precios de combustibles.</li> <li>- Crecimiento de la economía.</li> <li>- Tecnologías disponibles para movilidad (dedicados GNV).</li> <li>- Operación de los STM.</li> </ul>	Escenarios medio, bajo y alto, construidos para una probabilidad del 95% (intervalos de confianza).	
Escenario medio de crecimiento económico	PIB 4% Escenarios del DANE	PIB 4,5% Escenarios del DANE	PIB 5% Escenarios del DNP	PIB 5% Escenarios del DNP	IND	
Precio del GNV (en unidades energéticas)	92% del precio del ACPM y 60% del de la gasolina corriente	60% del precio de la gasolina	50% del precio de la gasolina	51% del precio de la gasolina	55% del precio de la gasolina	

<sup>17</sup> Siglas de la tabla – NMTOC: compuestos orgánicos diferentes al metano. STM: sistemas de transporte masivo. TP: transporte público. IND: Información no disponible.

	2004	2006	2007	2008	2010	2012
Características relevantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis del comportamiento histórico del transporte y de los seguros.</li> <li>- Modelación de la movilidad, separación de pasajeros interurbanos, carga interurbana, carga urbana y movilidad urbana de pasajeros.</li> <li>- Análisis de intercambios modales, entre transporte privado y público, y automóviles y motos.</li> </ul>	Proyecciones de la movilidad con base en PIB y población.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de sensibilidad del consumo contemplando:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Precios de combustibles.</li> <li>✓ Entrada de GNV.</li> <li>✓ Medidas de URE (conducción más eficiente, mantenimiento de los vehículos, aumento en el flujo del tráfico).</li> <li>✓ Energización eléctrica de los STM.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de sensibilidad del caso base:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Precios combustibles.</li> <li>Entrada de GNV.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis del comercio internacional de combustibles.</li> <li>- Aproximación a la información del parque nacional:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Número de vehículos</li> <li>✓ Rendimientos</li> <li>✓ Distancia recorrida</li> <li>✓ Pasajeros transportados</li> <li>✓ Carga transportada</li> <li>✓ Nivel urbano e interurbano</li> </ul> </li> <li>- Concepto de eficiencia operativa.</li> </ul>	
Supuestos sobre biocombustibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escenarios de mezcla de biocombustibles.</li> <li>- Oxigenación de combustibles importados y nacionales.</li> </ul>	Solo se analizó la oxigenación de la gasolina	Porcentajes de mezcla de biocombustibles constantes en el horizonte de análisis.	Porcentajes de biocombustibles en mezcla constantes en el horizonte de análisis	IND	
Tecnologías alternativas evaluadas	Combustibles alternativos para TP como el GNV.		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrada de vehículos híbridos en carga urbana y TP urbano.</li> <li>- Posibilidad de vehículos a GNV en los STM.</li> <li>- Energización eléctrica de los STM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posible entrada de vehículos híbridos en 2008 y de dedicados a GNV.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibilidad de electricidad como energético.</li> </ul>	
Estimación hurto y contrabando	Escenarios suministrados por Ecopetrol		Información estudio "Determinación de mercado de combustibles" (2005)	Información "Estudio de caracterización del consumo" (2010)		
Regionalización del consumo	No	No	No	No	Sí Información "Estudio de caracterización del consumo" (2010)	
Estimación de emisiones	No	No	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sí</li> <li>- Metano</li> <li>- Dióxido de carbono</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sí</li> <li>- Metano</li> <li>- Dióxido de carbono</li> </ul>	No	

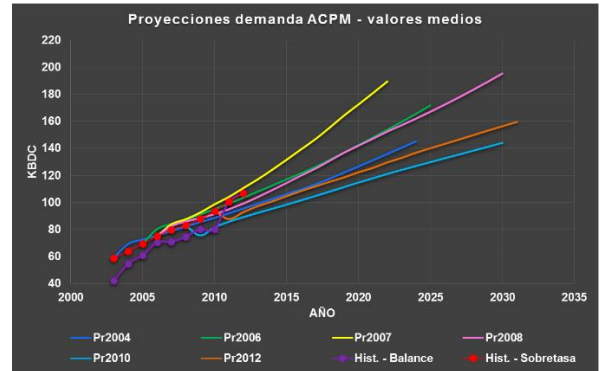
	2004	2006	2007	2008	2010	2012
			- N <sub>2</sub> O - NO <sub>x</sub> - NMTOC	- N <sub>2</sub> O - NO <sub>x</sub> - NMTOC		
Conclusiones relevantes	- Diferentes proyecciones de precios usadas no influyen significativamente en las proyecciones. - Impacto importante en la reducción del consumo de la mezcla con biodiesel. - Cambio modal es relevante sobre el consumo de gasolina. - Dieselización será preponderante en el futuro.	NA	- Demanda del doble de combustible en 2020.	- Incremento de los requerimientos de energía en un 80%.		NA



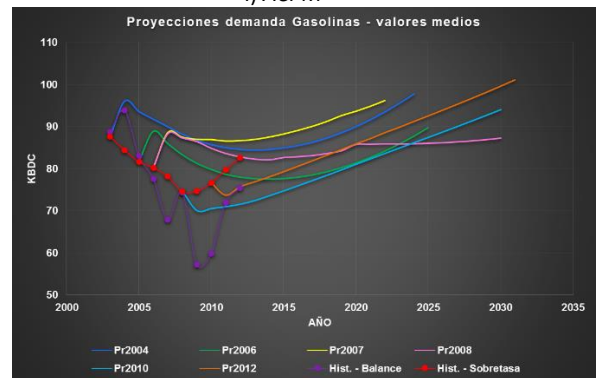
La Figura 24 muestra gráficamente la comparación de los consumos históricos con los escenarios medios de las proyecciones para ACPM, gasolinas (extra y corriente) y GNV, esto para poder observar las diferencias entre los resultados de las diferentes proyecciones y qué tan asertivas fueron con respecto a los datos históricos.

Históricamente, las proyecciones de ACPM han estado más acorde con lo que ha sucedido en la realidad, algo que puede asociarse con la correlación que hay entre el crecimiento económico del país y el crecimiento del transporte de carga, el cual es el principal consumidor de este combustible. En este caso, han sido las proyecciones de 2006 y 2007 las que ha estado más cercanas al valor real del consumo.

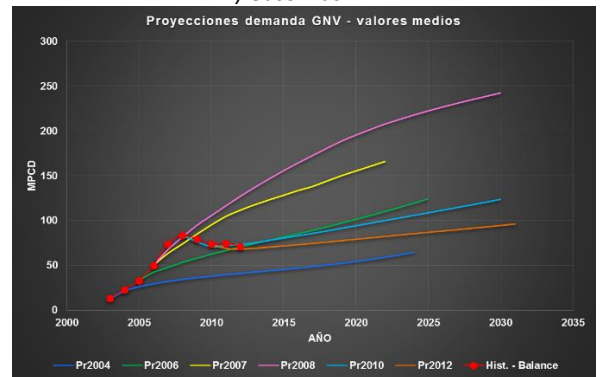
En el caso de las gasolinas y del GNV, la implementación de políticas agresivas (como es el caso de la penetración del GNV en el transporte) y la complejidad de la relación entre el crecimiento de consumo y el tema económico (precios de combustibles y crecimiento del PIB) han ocasionado que las proyecciones no hayan sido acertadas. Es importante tener en cuenta que la desinformación en el tema de movilidad en transporte individual (ya sea por falta de estudios o por la complejidad inherente a este segmento de transporte) hace más complicado predecir cómo será la movilidad en el mismo y cuál será el consumo.



I) ACPM



II) Gasolinas



III) GNV

Fuente: UPME, 2014. Elaboración propia.

Figura 24. Meta-análisis de las proyecciones históricas publicadas por la UPME.

## 5.2 Proyecciones del sector transporte carretero

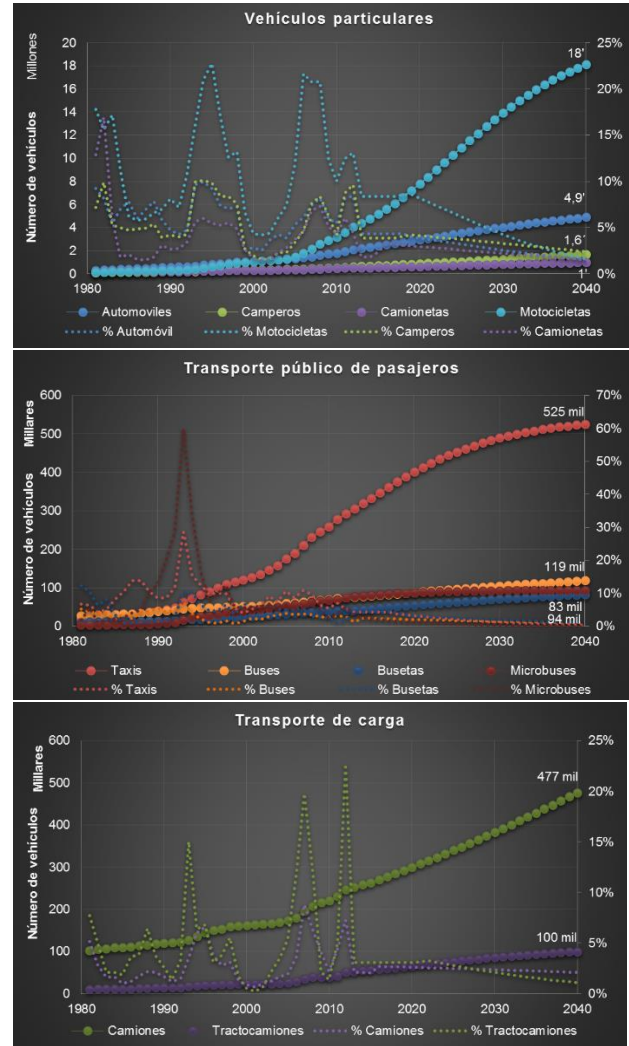
Para la construcción de las proyecciones de demanda de combustibles para el transporte carretero se construyeron proyecciones de la flota nacional y de los viajes realizados, esto último para aquellas áreas metropolitanas sobre las que se tenía información y para el segmento de transporte interurbano. A continuación se presenta la descripción de la metodología y los resultados de cada proyección.

### 5.2.1 Proyecciones de vehículos

Las proyecciones de la flota vehicular se hicieron utilizando un algoritmo genético con el que se buscó que, con base en la información histórica tanto de la flota como de la economía y demografía del país, el número de vehículos por categoría creciera con un comportamiento similar al de una curva de saturación del mercado. La Figura 25 muestra las curvas de crecimiento de la flota por categoría vehicular para el segmento de vehículos particulares, transporte público de pasajeros y vehículos de carga.

A continuación se muestran las tasas de crecimiento geométricas tanto de los datos históricos como de la proyección, para cada categoría vehicular. La categoría con mayor crecimiento son las motos, que serían 18 millones en 2040 de continuar con un crecimiento tendencial, seguidas por los automóviles. Este modelo asume que parte del crecimiento que deberían tener los automóviles es absorbido por las motos, y es por esto que el número de automóviles en 2040 y su tasa de crecimiento son menores a

los proyectados con otras metodologías y en otros estudios (p.e. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014; Universidad de los Andes 2008).



Fuente: RUNT, 2013. Elaboración propia.

Figura 25. Proyección del parque por categorías vehiculares.

**Tabla 7.** Tasas de crecimiento de la flota - históricas y proyectadas.

	Histórica		Proyección
	1980-2012	2007- 2012	2013-2030
Automóviles	6%	7%	4%
Taxis	9%	7%	3%
Camperos	6%	7%	4%
Camionetas	4%	5%	3%
Motocicletas	12%	14%	7%
Buses	3%	3%	2%
Busetas	5%	2%	3%
Microbuses	9%	5%	1%
Camiones	3%	5%	2%
Tractocamiones	5%	8%	3%



Fuente: Cálculos propios.

**Figura 26.** Proyección del parque automotor nacional.

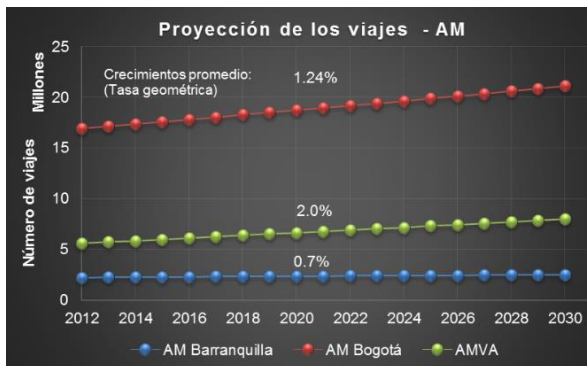
La Figura 26 muestra la proyección del parque automotor nacional resultante de este ejercicio. Según los resultados de esta metodología, se llegaría a un parque de 27 millones de vehículos en 2040, con una tasa de crecimiento promedio anual de 4,3%.

### 5.2.2 Proyecciones de movilidad

Se proyectaron el número de viajes en cada una de las áreas metropolitanas y los pasajeros interurbanos, usando el crecimiento proyectado de población en cada área y variables económicas como el PIB.

✓ Viajes en las Áreas Metropolitanas

Los viajes en cada área se proyectaron de acuerdo con las proyecciones de población del DANE, hasta el año 2020; de este año al 2030, se asumió una tasa de crecimiento anual constante igual a la del último año. En el caso del AM de Barranquilla y del AMVA, se usó la proyección de los viajes suministrada por la Universidad del Norte hasta el año 2030. La Figura 27 muestra la proyección de los viajes en las tres áreas metropolitanas analizadas; estos viajes incluyen aquellos que se realizan en medios no motorizados (caminata y bicicleta), y en el caso del AM de Barranquilla no incluyen la categoría “Otros”.



Fuente: DANE, 2014; Uninorte, 2013. Elaboración propia.

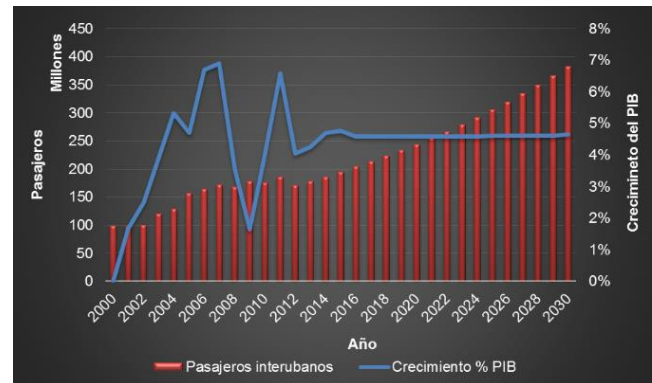
**Figura 27.** Proyección de viajes en las tres áreas metropolitanas analizadas.

En el caso del AM Bogotá, hay un crecimiento del 38% de los viajes en un horizonte de 19 años, el cual es producto de tener 15,4 millones de viajes en el 2011 y pasar a 21,1 millones de viajes en el 2030. En el caso del AMVA se observa un incremento del 45%, con 5,6 millones de viajes en 2012 y 8 millones en el último año de análisis. En el caso del AM de Barranquilla, tenemos un crecimiento más conservador, con un incremento del 13% en

el periodo de análisis; este porcentaje es producto de tener 2,3 millones de viajes en 2011 y 2,6 millones de viajes en 2030.

✓ Transporte interurbano de pasajeros

A partir de la relación encontrada del crecimiento de los viajes en este segmento con el crecimiento del PIB, la cual fue mencionada anteriormente, se proyectaron los viajes de este segmento del transporte usando las tasas de crecimiento del PIB proyectadas por el DANE, hasta el año 2030 (ver Figura 28).



Fuente: MinTransporte & DANE, 2013. Elaboración propia.

**Figura 28.** Proyección de viajes de pasajeros interurbanos.

Se observa un crecimiento anual promedio de los viajes del 4,6% (tasa geométrica), llegando a 28,1 millones de viajes en el 2030. Cabe anotar que estos viajes solo contemplan aquellos viajes que son contabilizados en las terminales de transporte en el país, es decir, no están incluidos los viajes que realizan aquellos pasajeros que son recogidos fuera de las terminales o aquellos viajes intermunicipales realizados por las llamadas “rutas piratas”.

### 5.3 Proyecciones de demanda

A continuación se presentan las proyecciones de demanda por energético para los escenarios tendencial y base.

#### 5.3.1 Construcción de la línea base – escenarios base y tendencial

Para el caso del transporte carretero, las proyecciones de demanda se construyeron a partir de la proyección del crecimiento del parque automotor nacional y de los viajes en un horizonte de 20 años, y usando diferentes supuestos sobre la edad promedio de la flota, la evolución de los rendimientos y de los factores de actividad para cada categoría vehicular. El año base seleccionado para calibrar la proyección fue el 2012.

Se construyeron dos escenarios, un escenario tendencial y un escenario base. El escenario tendencial hace referencia a la estimación de los consumos de combustibles usando el crecimiento de la flota proyectado, con base en los drivers de crecimiento asociados a cada categoría vehicular, sin tener en cuenta aspectos como la chatarrización de vehículos, por ejemplo.

Por su parte, el escenario base usa la misma proyección de vehículos usada en el escenario tendencial, pero tiene en cuenta los siguientes supuestos:

- ✓ La distancia recorrida por año disminuye conforme aumenta la edad de los

vehículos; por ejemplo, un automóvil que recorría 12.000km/año en su primer año de uso acaba recorriendo alrededor de 7.000km/año a los 15 años de uso.

- ✓ El rendimiento, entendido como la distancia recorrida por volumen de combustible consumido, se reduce conforme aumenta la antigüedad de los vehículos; así mismo, a partir del 2013 hay un aumento del rendimiento de los vehículos que entran en operación año a año. Se asume una misma tasa de crecimiento/reducción del rendimiento año a año del 0,1%, de acuerdo con el *Global Fuel Economy Initiative*<sup>18</sup>
- ✓ En los próximos 10 años habrá un impulso al cambio tecnológico en la flota de transporte público colectivo y de carga, en el que se migrará de vehículos diésel a vehículos transformados que usen GNV. La meta es alcanzar que un 10% adicional a los vehículos que actualmente usan GNV adquieran vehículos transformados<sup>19</sup> en el horizonte de 10 años. Así, por ejemplo, si a la fecha el 7% de los camiones usan GNV, la meta en 2023 sería que el 17% de los camiones usaran este energético. En el caso de los vehículos livianos (automóviles, camperos, camionetas, motos y taxis), se espera que el consumo de GNV se mantenga conforme la tendencia de los últimos años, es decir, un número de alrededor de 30.000 vehículos

<sup>18</sup> Tomado de: <http://www.globalfueleconomy.org/Documents/Publications/gfei-newsletter-07.pdf>

<sup>19</sup> Los vehículos transformados son aquellos que, aunque el motor es originalmente de fábrica a gasolina

o diésel, pueden ser acondicionados para usar GNV y salen del concesionario siendo vehículos duales. Estos vehículos tienen garantía de fábrica por este cambio, y presentan mejores rendimientos que aquellos que son convertidos en talleres diferentes a los de la casa matriz.

entre convertidos y dedicados ingresando al año y consumiendo alrededor de 70MPCD.

- ✓ Cada categoría de la flota mantiene la misma edad promedio en el horizonte de análisis; esta edad media fue calculada desde el año 2003 hasta el 2012, y se obtuvo un promedio de las edades desde 2007 hasta 2012 para cada categoría (ver Tabla 8). Para este cálculo se usó la información suministrada por el RUNT del número de vehículos por año modelo para cada categoría vehicular.

**Tabla 8.** Edad promedio por categoría de la flota nacional – promedio 2007-2012.

	Edad promedio
Automóvil	15
Taxis	11
Campero	19
Camioneta	16
Motocicleta	8
Bus	22
Buseta	17
Microbus	12
Camión*	23
Tractocamión	16

\*Incluye las volquetas.

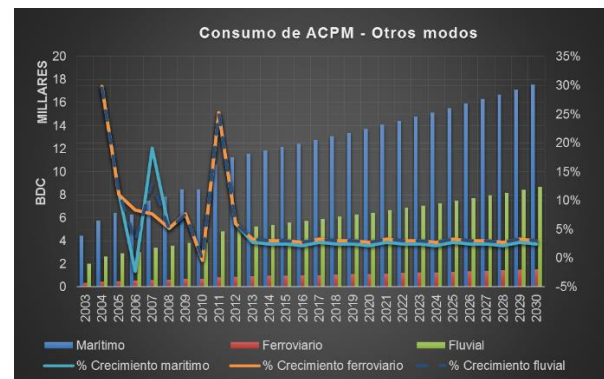
Fuente: RUNT, 2013. UPME, 2013. Elaboración propia.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación de estos escenarios.

### 5.3.2 Proyección de demanda de ACPM

Dado que el ACPM es un combustible que no solo es usado para el transporte carretero sino también en los modos marítimo, fluvial y ferroviario, se realizó un análisis de series de tiempo para construir la proyección de

demanda de ACPM en estos modos. La Figura 29 muestra la información histórica de consumo y la proyección de demanda de ACPM en los que hemos llamado “Otros modos”, junto con las tasas de crecimiento para cada uno. El modo de mayor consumo de ACPM es el modo marítimo, con 11.243BDC en el año base, seguido por el modo fluvial y el modo ferroviario, con consumos de 5.258BDC y 921BDC en el mismo año. Con base en el análisis, las tasas de crecimiento de la demanda en cada modo fueron 2,5% y 3% para los dos últimos, y se alcanzaron demandas en el 2030 de aproximadamente 17.600BDC, 1.500BDC y 8.700BDC, respectivamente. Esto bajo un escenario en el que no hay implementación de políticas de infraestructura o intercambio modal, es decir un escenario *business as usual* (BAU).

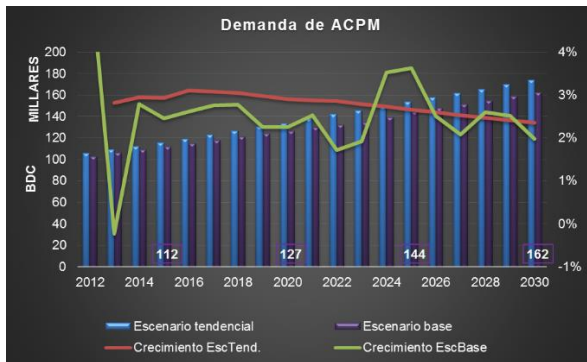


Fuente: UPME, 2014. Elaboración propia.

**Figura 29.** Consumo histórico y proyección de demanda de ACPM – otros modos.

La demanda total de ACPM para el sector transporte se obtiene al agregar la demanda del modo carretero con la de los “Otros modos”. La Figura 30 muestra la demanda de ACPM en los escenarios base y tendencial, y

los crecimientos porcentuales de cada escenario.



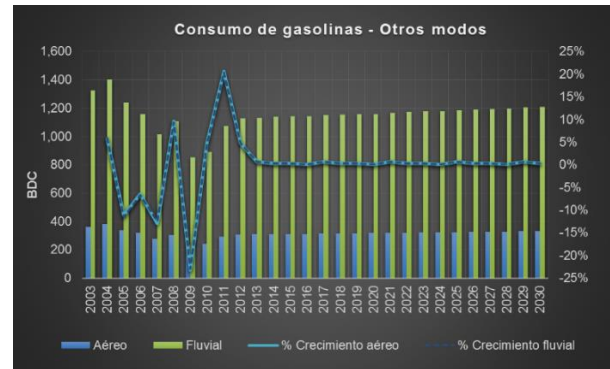
Fuente: UPME, 2014. Elaboración propia.

Figura 30. Demanda de ACPM del sector transporte.

En el escenario base, el crecimiento anual promedio de la demanda es 2,6% en el periodo de análisis, alcanzándose una demanda de 162kBDC en el año 2030. Los cambios en la tasa anual que se observan entre el año 2022 y el 2025 están relacionados con la chatarrización de vehículos, pues en ese periodo salen de circulación un número importante de buses y camiones, según los supuestos. La diferencia con el escenario tendencial es de alrededor de 141kBDC en todo el periodo de análisis.

### 5.3.3 Proyección de demanda de Gasolinas

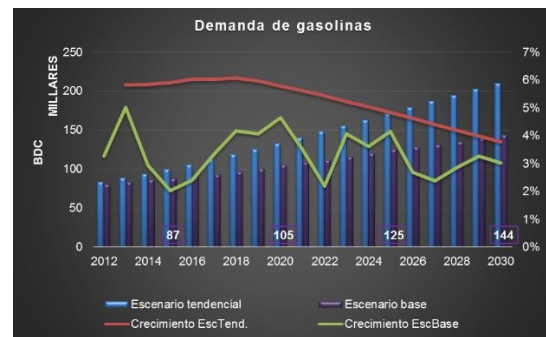
Del consumo total de gasolinas en el país, hay un 2% que corresponde a consumo en el modo fluvial y aéreo. El consumo de estos modos en la actualidad es de alrededor de 1,4kBDC, siendo el transporte fluvial el mayor consumidor. Al igual que en el caso anterior, para proyectar la demanda en estos modos se realizó un análisis de las series históricas. La Figura 31 muestra la proyección del consumo de gasolinas en el transporte fluvial y aéreo. La tasa de crecimiento anual promedio de la demanda en estos dos modos es de 0,38%.



Fuente: UPME, 2014. Elaboración propia.

Figura 31. Proyección de demanda de gasolinas en el modo fluvial y aéreo.

La Figura 32 muestra la proyección total de demanda de gasolinas para el sector transporte. El consumo total del sector en el escenario base, agregando los tres modos, sería 144kBDC para el año 2030, y la tasa crecimiento media anual sería de 3,3%. Al igual que para el ACPM, las diferentes tasas de crecimiento año a año responden a lo que sucede con la chatarrización en cada categoría vehicular. La diferencia entre el escenario tendencial y el escenario base es de 628kBDC.

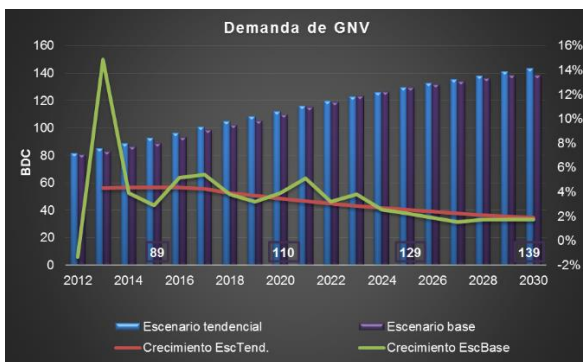


Fuente: UPME, 2014. Elaboración propia.

Figura 32. Proyección de demanda de gasolinas en el sector transporte.

### 5.3.4 Proyección de demanda de GNV

La Figura 33 muestra las proyecciones de GNV en el sector, en los escenarios tendencial y base. El escenario tendencial y el escenario base están muy cercanos debido a las perspectivas de aumento del consumo de GNV en el transporte pesado. Al comparar los consumos de este combustible en ambos escenarios hay una diferencia de 34MPCD, siendo el escenario tendencial el de mayor consumo.



Fuente: UPME, 2014. Elaboración propia.

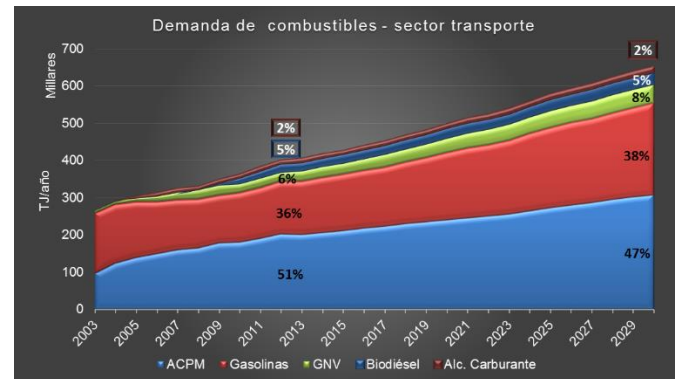
Figura 33. Proyecciones de demanda de GNV.

La demanda de GNV para 2030 se estima en 139MPCD, con un crecimiento promedio anual de 3,1%.

### 5.3.5 Distribución de la canasta energética

La Figura 34 muestra la proyección de demanda de energía para el sector en el escenario base; se requieren 651.000TJ en el año 2030 para suplir las necesidades de movilidad del sector, que es casi un 63% más de lo que consumimos hoy en día. Sin la entrada de energéticos alternativos, la canasta seguirá estando dominada por los combustibles fósiles, siendo el ACPM (incluyendo el biodiesel) el de mayor aporte energético en el último año de análisis, con un

51% del total; el GNV, a pesar de su implementación como energético para vehículos de transporte pesado, solo alcanzaría un 8% de la participación en el consumo en 2030, que es tan solo un 2% más de lo que es actualmente.



Fuente: UPME, 2014. Elaboración propia.

Figura 34. Proyección de la demanda de energía en el sector transporte.

### 5.4 Escenarios bajo y alto

Dado que el crecimiento del parque automotor y de los viajes está relacionado principalmente con el crecimiento de la economía y con el crecimiento de la población, se construyó un rango en el que posiblemente se moverá el consumo de combustibles en el sector:

1. Un escenario medio que es el mismo escenario base.
2. Un escenario bajo que asume un crecimiento del parque más moderado, asociado con un crecimiento del PIB menor al esperado (relevante sobre todo para transporte de carga) y un crecimiento de la población menor en 0,2 puntos porcentuales en el promedio del periodo de análisis (comparado con el 1,1% promedio anual que prevé el DANE). En el



caso del PIB, se asume una reducción promedio en el periodo de análisis de 0,3 puntos porcentuales comparado con el PIB proyectado por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público (ver Figura 35).

3. Un escenario alto, en el que se asume un aumento del PIB y de la población del escenario medio en un 0,3% y 0,2%, respectivamente, esto en el promedio del periodo de análisis.

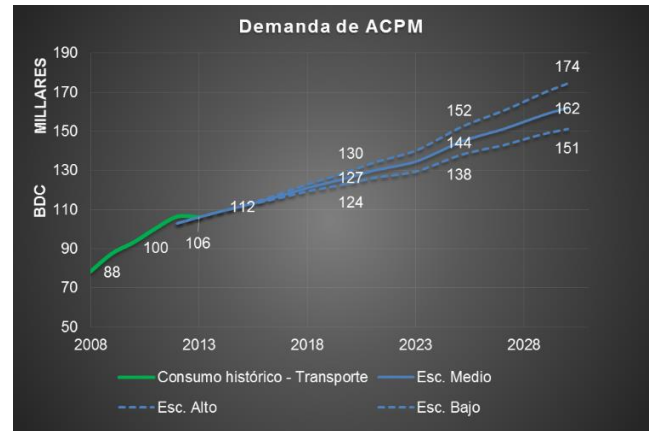


Fuente: Construcción Propia, PIB (Proyección MHCP), 2013.

Figura 35. Proyección del PIB de Minhacienda.

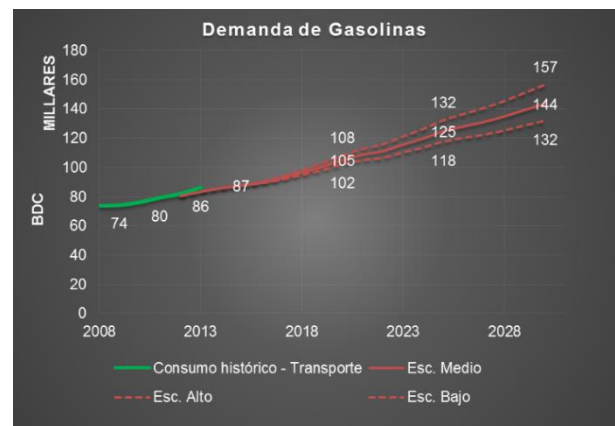
A continuación se presentan los escenarios bajo, medio y alto de las proyecciones de demanda de combustibles líquidos y GNV para el sector. La Figura 36 muestra los escenarios de la proyección de demanda de ACPM. El rango de crecimiento porcentual anual promedio para este combustible estaría entre 2,2% y 3% en el periodo de análisis, lo que significa una demanda entre 151kBDC y 174kBDC en el año 2030.

La Figura 37 muestra los escenarios alto, medio y bajo para la demanda de gasolinas. El crecimiento porcentual anual promedio para este combustible en el periodo de análisis estaría entre 2,8% y 3,8%. En el 2030 la demanda estaría entre 132kBDC y 157kBDC.



Fuente: elaboración propia, 2014.

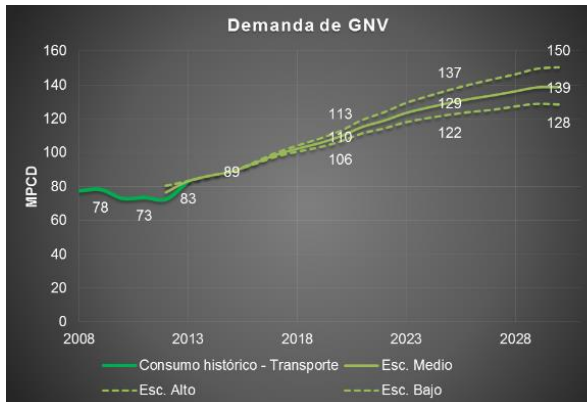
Figura 36. Proyección de ACPM – sector transporte. Escenarios alto, medio y bajo.



Fuente: elaboración propia, 2014.

Figura 37. Proyección de gasolinas – sector transporte. Escenarios alto, medio y bajo.

La Figura 38 muestra los escenarios alto, medio y bajo de demanda de GNV. El crecimiento porcentual anual promedio para este combustible estaría entre 2,6% y 3,5% en el periodo de análisis, lo que significa una demanda entre 128MPCD y 151MPCD en el año 2030.



Fuente: elaboración propia, 2014.

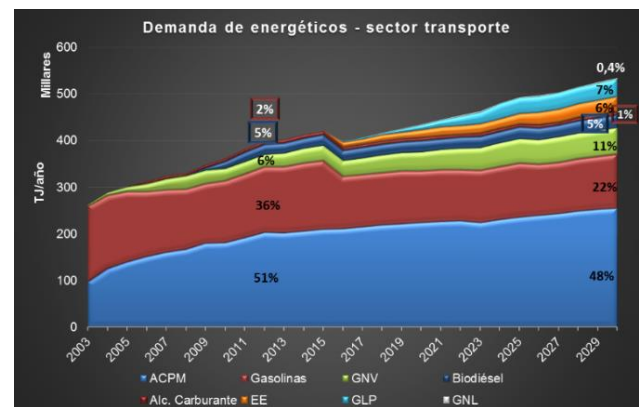
Figura 38. Proyección de GNV – sector transporte. Escenarios alto, medio y bajo.

### 5.5 Escenario optimista de entrada de tecnologías

A continuación se presentan los resultados de evaluar, bajo esta metodología, un escenario optimista de entrada de energéticos y tecnologías alternativas al sector de transporte, específicamente en el modo carretero. Es importante mencionar que este es solo un ejercicio en el que se simuló lo que significa alcanzar ciertas metas energéticas en términos de número de vehículos. Se asume que el consumo en los demás modos se comporta como en el escenario base. En el caso de los biocombustibles, se asume que el porcentaje de mezcla se mantiene constante como en el año base (B10 y E7). Se contempla la entrada de GLP, bajo los supuestos del escenario alto de entrada de autogas presentados en la Cadena del GLP (UPME, 2014); la entrada de GNL y GNV conforme a las estrategias de penetración de los distribuidores de gas del país; y la entrada de electricidad usando un escenario construido en conjunto con expertos conocedores del tema. Además de los energéticos

mencionados, se contempló la entrada de vehículos híbridos, que usan electricidad y un combustible, ya sea ACPM o gasolina.

La Figura 39 muestra la proyección de la distribución de la canasta de energéticos bajo este escenario. La demanda de energía para el sector se reduce en 116.524TJ (reducción del 18%) en el 2030 comparado con el escenario base (escenario medio) y la sustitución de combustible se da sobre todo en la gasolina, la cual es reemplazada principalmente por electricidad en las categorías taxis y motos.



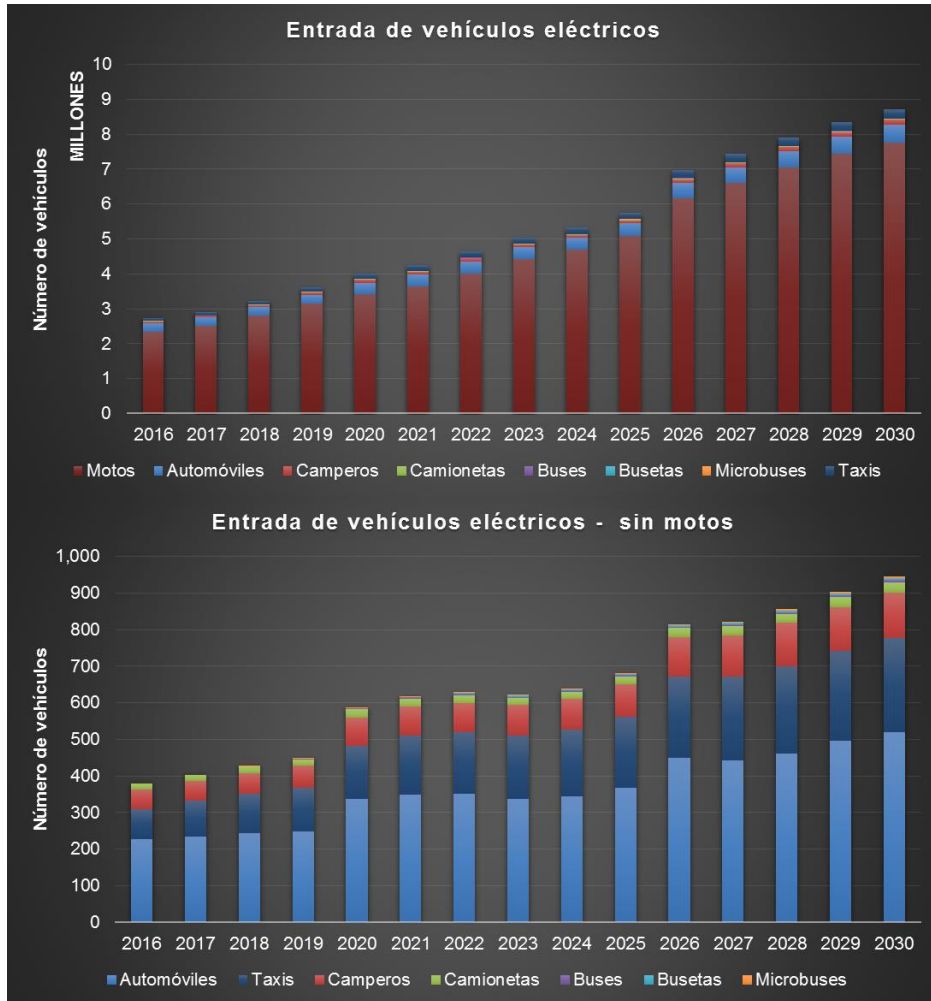
Fuente: elaboración propia, 2014.

Figura 39. Proyección de la canasta energética del sector transporte bajo el escenario tecnológico optimista.

La sustitución de energéticos se da, en el caso de la electricidad, principalmente en los vehículos de transporte particular (automóviles, camperos, camionetas, taxis y motos) y en las categorías de transporte público. En el caso del transporte particular, la electricidad reemplaza principalmente el uso de gasolina, y llega a tener una participación del 13% en la flota de automóviles y de más del 50% en la flota de

taxis y en la flota de motos en el 2030. La entrada de motos y taxis eléctricos se da de forma importante en el AM Bogotá, en donde en el primer año (2016) entrarían alrededor de 49 mil taxis<sup>20</sup> y 480 mil motos, entre vehículos último modelo y reposiciones de

vehículos usados. La Figura 40 muestra la penetración de vehículos eléctricos, iniciando en el 2016 con 2,3 millones de motos y 80 mil vehículos de las demás categorías, a nivel nacional.



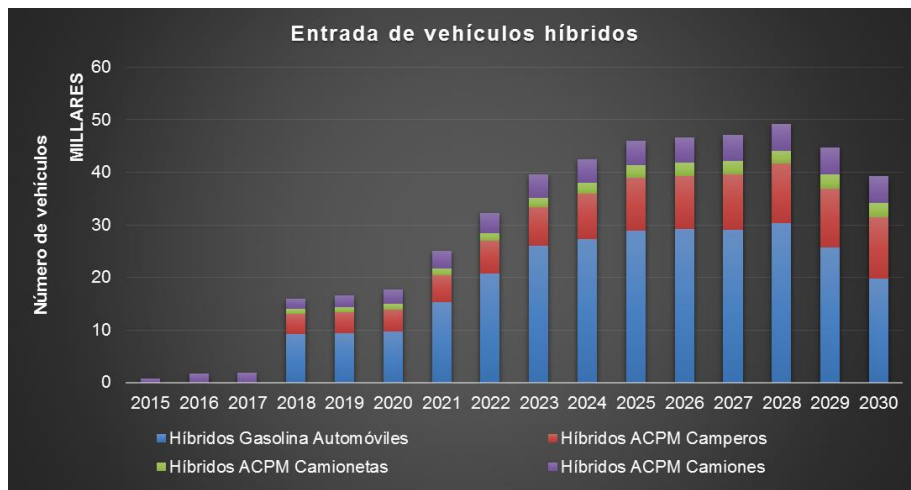
Fuente: elaboración propia, 2014.

Figura 40. Penetración de vehículos eléctricos – escenario optimista.

<sup>20</sup> Estos taxis no solo incluyen vehículos en Bogotá sino en los municipios que conforman lo que llamamos Área Metropolitana de Bogotá.

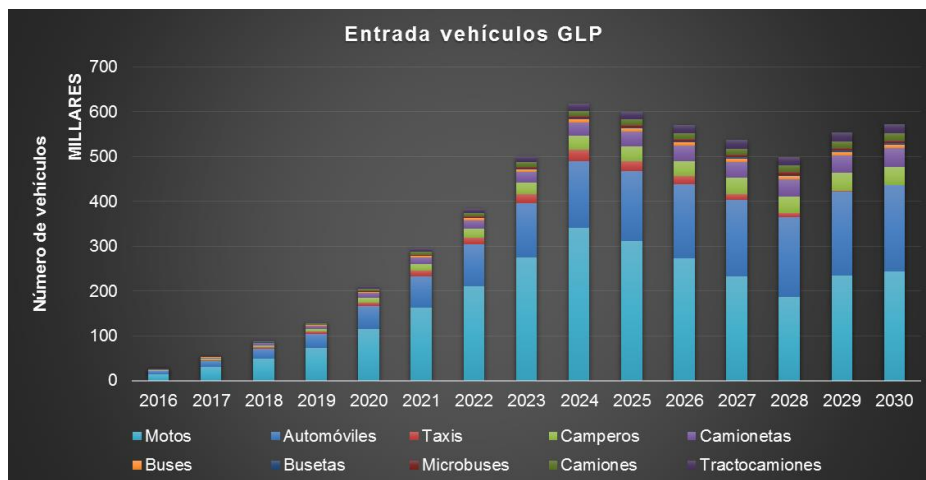
Hay una parte de los vehículos particulares nuevos que en lugar de usar ACPM o gasolina serían vehículos híbridos. La Figura 41 muestra la penetración de vehículos híbridos en el parque nacional. En el 2015, se contempla la entrada de 700 camiones híbridos ACPM y a partir del 2018 entrarían 14 mil vehículos particulares (automóviles, camperos y camionetas).

En el caso del GLP se asume que el combustible entra en todos los segmentos del transporte, como sustituto tanto de la gasolina como del ACPM. La Figura 42 muestra la penetración de vehículos con esta tecnología, que inicialmente serían convertidos. Se asume como primer año de entrada del autogas el 2016, con una flota de 26 mil vehículos, en su mayoría vehículos particulares.



Fuente: elaboración propia, 2014.

Figura 41. Penetración de vehículos híbridos.



Fuente: elaboración propia, 2014.

Figura 42. Penetración de vehículos a GLP.

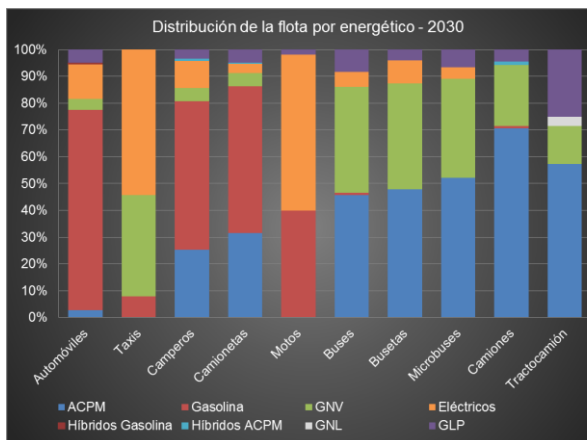
El GNL sería un sustituto del ACPM en tractocamiones, y se asume la entrada de este energético en el 2016, con 252 tractocamiones. La evolución de la entrada de vehículos con esta tecnología se muestra en la Figura 43.



Fuente: elaboración propia, 2014.

Figura 43. Penetración de vehículos a GNL.

La Figura 44 muestra la distribución de la flota en el año 2030, por categoría y por energético usado.



Fuente: elaboración propia, 2014.

Figura 44. Distribución de la flota por categoría vehicular y por energético usado.

Como se mencionaba antes, al final del periodo de evaluación la electricidad reemplaza de forma importante a la gasolina

sobre todo en el transporte privado; el GLP y el GNL desplazan un porcentaje importante del ACPM usado en carga, específicamente en tractocamiones, de tal forma que solo el 57% de la flota tiene motores diésel y el 25% y el 14% corresponden a vehículos de GLP y GNV, respectivamente. Hay un reemplazo importante del ACPM por GNV en el transporte público de pasajeros y en el transporte de carga, de tal forma que en el 2030 el 39% del total de vehículos de transporte público de pasajeros y el 21% de los vehículos de carga son a GNV.

Bajo este escenario, del tamaño del parque automotor a 2030 que sería 20,5 millones de vehículos, teniendo en cuenta los supuestos de chatarrización, aproximadamente 8,7 millones harían uso de la electricidad (híbridos y eléctricos); 573 mil usarían autogas y un poco menos de 3.000 tractocamiones usarían GNL. Lo anterior se traduce en una entrada promedio anual de aproximadamente 41 mil vehículos de GLP, un poco más de 620 mil vehículos eléctricos, y alrededor de 214 tractocamiones con GNL. Este horizonte, sobre todo en el caso de vehículos eléctricos, más que ambicioso es casi que inalcanzable si se tiene en cuenta la experiencia internacional en el tema de entrada de vehículos con tecnologías alternativas; según Bloomberg Finance (2013), en el 2011 y 2012 se vendieron casi 71 mil vehículos eléctricos en Estados Unidos, que es el país con mayor reporte de ventas, seguido por Japón, con 41 mil vehículos en los mismos dos años. En el caso del GNV, en 2030 habría una flota de 1 millón 44 mil vehículos, lo que significaría una tasa de entrada de vehículos convertidos o dedicados de alrededor de 45.000 vehículos al año (en el año 2013 se realizaron 37.000 conversiones).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Área Metropolitana del Valle de Aburra. 2012. Encuesta Origen Destino de Hogares y de Carga para el Valle de Aburra. <http://www.medellin.gov.co/transito/archivos/documentos-interes/encuesta-origen-destino-2012.pdf>
- Banco Central de Chile, 2014. Indicadores Macroeconómicos cuarto trimestre del 2013. [http://www.bcentral.cl/publicaciones/estadisticas/informacion-integrada/pdf/im\\_cuarto2013.pdf](http://www.bcentral.cl/publicaciones/estadisticas/informacion-integrada/pdf/im_cuarto2013.pdf)
- Cheung, A., Izadi-NAjafabadi, A. 2013. Energy Smart Technologies – Advanced Transportation – Research Note. Public EV charging infrastructure: still searching for a business model. Bloomberg, New Energy Finance. 27 de septiembre.
- Econometría. 2010. Caracterización Energética del Sector Transporte de Carga y Pasajeros, Urbano e Interurbano en Colombia. UPME.
- Inmarkjet. 2006. Determinación del Mercado Real de Gasolina, ACPM y GNV en Colombia, 2005. UPME-ANH-Ecopetrol.
- Instituto Nacional de Estadística. Compendio Estadístico 2013. Chile. [http://www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/calendario\\_de\\_publicaciones/pdf/COMPENDIO\\_2013.pdf](http://www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/calendario_de_publicaciones/pdf/COMPENDIO_2013.pdf)
- Ministerio de Transporte. Transporte en cifras. Boletines estadísticos de los años 2008, 2010, 2011, 2012 y 2013. <https://www.mintransporte.gov.co/documentos.php?id=15>
- Ministerio de Ambiente & Universidad de los Andes. 2014. Productos analíticos para apoyar la toma de decisiones sobre Acciones de mitigación a nivel sectorial. Sector Transporte.
- Secretaría Distrital de Movilidad. Boletines estadísticos de los años 2009, 2010, 2011, 2012. Movilidad en cifras. Bogotá. Links:
  - 2009: [http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx\\_archivos/audio\\_y\\_video/MOVILIDAD%20EN%20CIFRAS%202009.PDF](http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx_archivos/audio_y_video/MOVILIDAD%20EN%20CIFRAS%202009.PDF)
  - 2010: [http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx\\_archivos/audio\\_y\\_video/boletin%20cifras.pdf](http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx_archivos/audio_y_video/boletin%20cifras.pdf)
  - 2011: [http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx\\_archivos/audio\\_y\\_video/boletin%20de%20cifras%2011-07-2012.pdf](http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx_archivos/audio_y_video/boletin%20de%20cifras%2011-07-2012.pdf)
  - 2012: [http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx\\_archivos/audio\\_y\\_video/final%20cifras%202012.pdf](http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx_archivos/audio_y_video/final%20cifras%202012.pdf)
- Secretaria Distrital de Movilidad. 2012. Encuesta de Movilidad de Bogotá 2011. [http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx\\_archivos/audio\\_y\\_video/Encuesta%20de%20Movilidad.pdf](http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx_archivos/audio_y_video/Encuesta%20de%20Movilidad.pdf)
- Universidad de los Andes, 2009. El transporte como soporte al desarrollo de Colombia. Una visión al 2040. Bogotá.
- UPME. Documentos técnicos publicados en los años 2004, 2006, 2007 y 2008. Proyección de Demanda de Energía para el Sector Transporte. UPME. <http://www.sipq.gov.co/Inicio/SectorHidrocarburos/Proyecciones/tabid/125/language/es-ES/Default.aspx>
- UPME. Documentos técnicos publicados en los años 2010 y 2012. Proyección de Demanda de Combustibles Líquidos y GNV en Colombia. UPME. <http://www.sipg.gov.co/Inicio/SectorHidrocarburos/Proyecciones/tabid/125/language/es-ES/Default.aspx>
- UPME. 2014. Cadena del Gas Licuado de Petróleo 2013. <http://www1.upme.gov.co/sala-de-prensa/noticias/cadena-del-gas-licuado-de-petroleo-2013>

**Contacto:**  
**Pbx: 222 06 01**  
**Fax: 221 95 37**  
**Avenida Calle 26 No. 69D-91 Piso 9**  
**Síganos en: @UPMEOFICIAL**

Avenida calle 26 No 69 D – 91 Torre 1, Oficina 901  
PBX (57) 1 222 06 01 FAX: 221 95 37  
Línea Gratuita Nacional 01800 911 729  
[www.upme.gov.co](http://www.upme.gov.co)



**MinMinas**  
Ministerio de Minas y Energía

