

**DETERMINACIÓN DEL CONSUMO Y COSTO ENERGÉTICO DE
COMBUSTIBLE DEL TRANSPORTE COLECTIVO CONVENCIONAL EN EL
ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA**

MIGUEL ANGEL BLANCO GUERRERO

CAROLINA DIAZ FONSECA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2015

**DETERMINACIÓN DEL CONSUMO Y COSTO ENERGÉTICO DE
COMBUSTIBLE DEL TRANSPORTE COLECTIVO CONVENCIONAL EN EL
ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA**

MIGUEL ANGEL BLANCO GUERRERO

CAROLINA DIAZ FONSECA

**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar al título de:
INGENIERO CIVIL**

Director

LUIS DAVID ARÉVALO DURÁN

Ingeniero Civil

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2015

Dedicatoria

Dedico este proyecto a todas las personas que hicieron posible mi progreso tanto personal como académico. A mi familia por apoyarme y guiarme en todo momento hasta este día, por acompañarme en los momentos difíciles, y en los buenos también.

A mis amigos de la infancia y que continúan a mi lado aún, y a esos amigos que están ahí en todo momento en que los necesito, y en cada momento en el que ellos desean compartir conmigo buenos ratos.

A todos los docentes que me enseñaron y apoyaron en toda mi vida universitaria.

A mi madre Carmen, que dedico todo cuanto pudo de su vida a mis hermanos a mí, en educarnos con tanta paciencia, cariño y disciplina, por socorrernos en los momentos más necesarios, en aconsejarnos en lo que desconocíamos, y por obligarnos a dejar aquello que nos hacía daño y no veíamos.

A mi padre Hemel quien ha trabajado duro por darnos cuanto pudo, y por acompañarnos en todas las locuras.

A mi hermano Jorge que es un segundo padre, por compartir su juventud conmigo dejando un millar de cosas por recordar, por enseñarme las cosas que por tiempo mi padre no pudo, por apoyarme en mis metas, por compartir su vida aun conmigo, por incluirme en

todos las ideas que se le pasan por la cabeza y por hacer posible mis estudios universitarios.

A mi hermano Adrián, por él toda la familia se pudo sostener en los momentos más difíciles y darnos más de lo que el deber dicta. A mi hermana Nathaly por consentirme y estar conmigo, por exigirme y hacerme mejorar, y por estar aún conmigo.

A Julian Quiroga, más que amigo, un hermano más, que está en estos momentos encima de mí, esperando a que finalice mi carrera y reciba mi título, por compartir conmigo buenos momentos, y por verme al igual que yo, como un hermano.

A mi compañera y amiga Carolina, a quien conozco desde que inicie mi carrera universitaria, quien siempre ha estado ahí para ayudarme en todo momento, por escogerme como su compañero de proyecto y por tenerme tanta paciencia.

A mis amigos Fausto, Kevin, Andrés, esas personas que por más cosas que sucedan, siempre van estar latentes, para escucharme o ser escuchados. A Dani, por estar conmigo tanto tiempo ya, por compartir su vida entera conmigo, por ayudarme, por abrigarme en los momentos más necesarios, por no querer dejarme solo en ningún segundo, por dejarme solo cuando lo necesito, por sorprenderme, por cuidarme y por llenarme de todo su amor.

Al profesor Luis David Arévalo, por permitirnos desarrollar este proyecto y ayudarnos a terminarlo. Y a Dios por permitir que todo esto ocurra al ser un merecimiento colectivo al no haber infringido de alguna forma que no lo permitiera.

Miguel Angel Blanco Guerrero

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios por darme la salud, fortaleza y entendimiento para poder realizar cada una de mis metas. A mi madre Beatriz Fonseca por su gran esfuerzo y empeño, para brindarme la oportunidad de estudiar. A mi nonita Carmen por ser mi apoyo, mi consejera y amiga, incentivándome a ser mejor cada día. A mis tíos Edilia y Daniel, por brindarme un hogar junto con su apoyo diario. A Carol y Erika por ser mis hermanas, apoyarme y brindarme su cariño. A Eduin por ser mi compañero y amigo, enseñándome a no rendirme y a esforzarme por lo que quiero.

Carolina Díaz Fonseca

Agradecimientos

Agradecemos al profesor Luis David Arévalo Durán, por su acompañamiento y comprensión en el desarrollo de este proyecto, al asesor David Fuentes por dedicar parte de su tiempo en brindarnos la base de datos para la realización de este proyecto, y a todas aquellas personas que hicieron parte de esta etapa universitaria.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. CASO DE ESTUDIO	22
2. MARCO TEÓRICO	23
2.1 PARTICULARIDADES DEL TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO CONVENCIONAL (TPCC) DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	23
2.2 RELACIÓN EDAD VEHÍCULO Y RENDIMIENTO	25
2.3 VARIACIÓN DE LAS RUTAS DEL TPCC RESPECTO A LAS FASES DE IMPLEMENTACIÓN DEL SITM	26
2.4 VARIACIÓN DE PRECIOS DEL COMBUSTIBLE EN LOS AÑOS DE ESTUDIO	28
3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	29
3.1 CÁLCULO DEL CONSUMO Y COSTO DE COMBUSTIBLE PARA LOS AÑOS DE ESTUDIO	29
3.1.1 Investigación de información necesaria	29
3.1.1.1 Rutas analizadas	29
3.1.2 Corrección y verificación de la base de datos del parque automotor	30
3.1.3 Análisis de los datos del parque automotor	31
3.1.3.1 Determinación de la tipología de los vehículos	33
3.1.3.2 Cálculo de los rendimientos y consumos por kilómetro promedios de cada empresa	33
3.1.4 Cálculo del kilometraje recorrido anual y longitud promedio de las rutas por empresas	34

3.1.5 Cálculo del consumo y costo por año	36
4. RESULTADOS	37
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS	43
4.1.1 Indicador Galón/Kilómetro promedio	43
4.1.2 Costo y consumo de combustible por parte de las empresas y el parque automotor del área metropolitana de Bucaramanga	44
5. CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	49

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Empresas del transporte colectivo convencional.	23
Figura 2. Disminución del rendimiento del combustible con la edad.	26
Figura 3. Variación del indicador Galón / Kilómetro promedio del parque automotor del Área metropolitana de Bucaramanga en los años de estudio.	37
Figura 4. Comparación de consumos de combustible totales en cada año de estudio según la metodología de cálculo.	42
Figura 5. Comparación de costos de combustible totales en cada año de estudio según la metodología de cálculo.	42

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Capacidad de pasajeros por vehículo.	24
Tabla 2. Número de recorridos en días ordinarios y festivos, en los años 2009 a 2014.	24
Tabla 3. Coeficientes de consumo de combustible.	25
Tabla 4. Rutas del TPCC durante los años de estudio.	27
Tabla 5. Precios históricos de ACPM del AMB.	28
Tabla 6. Datos faltantes en la base de datos.	30
Tabla 7. Registros repetidos base de datos AMB.	31
Tabla 8. Resumen parque automotor por empresa.	32
Tabla 9. Resumen capacidad transportadora por empresa.	32
Tabla 10. Rendimiento promedio por años.	34
Tabla 11. Longitud promedio de rutas por empresa.	35
Tabla 12. Indicador Galón / Kilómetro recorrido de las diferentes empresas en los años de estudio.	37
Tabla 13. Consumos en galones de las empresas considerando longitud de las rutas y su capacidad transportadora.	38
Tabla 14. Costo en pesos de las empresas considerando longitud de las rutas y su capacidad transportadora.	39

Tabla 15. Consumos en Galón de las empresas considerando longitud de las rutas, su capacidad y su parque automotor total. 40

Tabla 16. Costo en pesos de las empresas considerando longitud promedio de las rutas, su capacidad y su parque automotor total. 41

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Listado de rutas, parque automotor por años y hojas de cálculo (Archivos Adjuntos).	49

RESUMEN

TITULO: DETERMINACIÓN DEL CONSUMO Y COSTO ENERGÉTICO DE COMBUSTIBLE DEL TRANSPORTE COLECTIVO CONVENCIONAL EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA*

AUTORES: MIGUEL ANGEL BLANCO GUERRERO

CAROLINA DIAZ FONSECA**

PALABRAS CLAVES: RENDIMIENTO, CONSUMO, COSTO, TRANSPORTE, CONVENCIONAL.

DESCRIPCIÓN:

La demanda energética de combustible genera grandes cambios en los medios de transporte, por tanto y en este caso se estudia el comportamiento del combustible en las empresas de transporte colectivo convencional del Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB), con un proceso que inicia determinando la tipología de los vehículos que conforman la flota de cada empresa, debido a que dependiendo de su tipología se le asigna un rendimiento inicial, las tipologías que se asocian a los vehículos son las de buseta y microbús, esto dependiendo de la capacidad de pasajeros que puedan transportar; luego se estima un rendimiento conforme a los modelos de los vehículos, de manera que la edad del automotor permite obtener un coeficiente de disminución del rendimiento inicial y así se prosigue a determinar un indicador de Gal/Km durante los años de estudio, para de esta forma poder apreciar su comportamiento. Para posteriormente estudiar mediante dos consideraciones, la primera que se basa en realizar un análisis empleando el parque automotor registrado de cada empresa en la entidad AMB y la segunda teniendo en cuenta la capacidad transportadora que se tiene asignada para cada ruta según resoluciones de la misma entidad, con la finalidad de comparar cómo ha sido el comportamiento del costo y consumo del combustible durante el periodo de estudio que va desde el año 2009 al año 2014, los cuales están relacionados con los años en que se implementó el sistema integrado de transporte masivo. Se logra apreciar las falencias que existen en el control del transporte convencional, por lo cual se plantea una reorganización de la base de datos originalmente suministrada.

* Trabajo de grado

** Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de ingeniería civil. Director: Luis David Arévalo Durán

ABSTRACT

TITLE: DETERMINATION OF CONSUMPTION AND ENERGY COST OF FUEL OF CONVENTIONAL PUBLIC TRANSPORT IN THE METROPOLITAN AREA OF BUCARAMANGA *

AUTHORS: MIGUEL ANGEL BLANCO GUERRERO
CAROLINA DIAZ FONSECA**

KEYWORDS: EFFICIENCY, CONSUMPTION, COST, TRANSPORT, CONVENTIONAL.

DESCRIPTION:

The energy demand of fuel generates large changes in transport, and thus in this case study the behavior of the fuel in conventional public transport companies of the Metropolitan Area of Bucaramanga (AMB), a process that begins with determining the types studied of the vehicles comprising the fleet of each company, because depending on their type is assigned an initial performance, the types that are associated with vehicles are the bus and minibus, this depending on passenger capacity that can carry ; then a conforming to models of performance vehicles, so that the age of the motor allows for a reduction coefficient and so the initial performance continues to determine an indicator of Gal / km during the years of study, it is estimated for this how to appreciate their behavior. To further study by two considerations, the first to be based on an analysis using the fleet of each company registered in the WBA entity and the second considering the carrying capacity that is assigned to each route by the same entity resolutions, in order to compare how has been the behavior of the cost and fuel consumption during the study period ranging from 2009 to 2014, which are related to the years in which the integrated mass transit system was implemented. You can appreciate the flaws that exist in the conventional transport control, thus reorganizing the basis of data supplied originally.

* Degree Work

** Faculty of Physical- Mechanicals Engineering. School of Civil Engineering. Director: Luis David Arévalo Durán

GLOSARIO

BUSETA: Vehículo de transporte colectivo; el cual transporta un número de pasajeros mayor al del microbús, por tanto su tamaño es mayor al igual que su peso, lo que ocasiona un menor rendimiento.

EXTERNALIDAD: Efectos provocados por una acción o producción, que afecta a objetos o personas externas a estas acciones. Estas pueden ser positivas o negativas.

MICROBUS: Vehículo de transporte colectivo; transporta un número máximo de 19 pasajeros, su tamaño es el más reducido de los automotores de transporte colectivo.

RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE: Indicador cuyo valor describe la longitud capaz de recorrer un vehículo por un volumen específico de combustible consumido. Sus unidades se presentan en: m/Litro, m/galón, Km/Litro, Km/galón, milla/ Litro, milla/galón.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se observa un fenómeno de cambio en la movilidad, debido a la búsqueda de soluciones que ayuden en gran parte al medio ambiente. Las áreas metropolitanas de América Latina implementarán el SITM (Sistema Integrado de Transporte Masivo) como una forma de solución para esas necesidades; uno de los factores que se desea reducir es el uso de combustibles, debido a que la gran demanda energética en las principales ciudades contribuye en el proceso de combustión generando mayor emisión de gases.

“El impacto que generan los combustibles usados por el sistema de transporte colectivo convencional, son los que han incitado a la aplicación de éstas nuevas formas de movilidad”¹. En el momento en que se implementó el SITM en el área metropolitana de Bucaramanga, se planteó una desvinculación progresiva de automotores en relación con las fases de ejecución del proyecto. A continuación según los criterios tomados se analiza el comportamiento del combustible en el parque automotor del TPCC (Transporte Público Colectivo Convencional) en proporción a la implementación del sistema masivo Metrolínea.

¹ FEDESARROLLO, CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL. “La integración de los sistemas de transporte urbano en Colombia una reforma en transición”. {En línea}. {4 de septiembre de 2015}. Disponible en: (<http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/La-integraci%C3%B3n-de-los-sistemas-de-transporte-urbano-en-Colombia-Finder.pdf>).

“El gran aumento en la población genera una mayor demanda en el transporte, en Colombia existen vehículos cuyos motores han perdido rendimiento debido a su antigüedad, lo cual produce un mayor consumo energético y su capacidad para transportar usuarios es deficiente en relación al transporte masivo”², igualmente la variación costo por kilómetro recorrido va relacionado con el precio del combustible, el cual para los años de estudio que van desde el año 2009 antes de la implementación del sistema masivo, hasta el año 2014 presenta incrementos importantes.

² CARRILLO URREGO, Gloria Azucena. “Sistemas integrados de transporte masivo en Colombia: avances, retos y perspectivas en el marco de la política nacional de transporte urbano”. {En línea}. {7 de septiembre de 2015}. Disponible en: (<http://www.contraloriagen.gov.co/documents/10136/15848373/Estudio+Sistemas+Integrados+de+Transporte+Masivo.pdf/41e89707-5f24-40e0-af84-ad21778ecb08>).

1. CASO DE ESTUDIO

Por medio de la siguiente investigación se busca estimar un indicador de Gal/Km para poder estudiar el comportamiento del consumo de combustible del parque automotor de las empresas de TPCC registradas en el AMB.

Debido a las reestructuraciones del sistema de movilidad de la ciudad, lo que implica la desvinculación de vehículos del transporte colectivo convencional, modificación de las rutas en el transcurso del desarrollo de las fases que comprenden el sistema integrado de transporte masivo, se realizará un análisis comparativo durante los años de estudio.

A continuación exponemos el análisis que realizamos al parque automotor correspondiente a las empresas registradas en el AMB (Área Metropolitana de Bucaramanga), con el fin de estimar el consumo y costo energético combustible desde la implementación del sistema masivo de transporte, cuyos periodos de estudio ya fueron mencionados anteriormente.

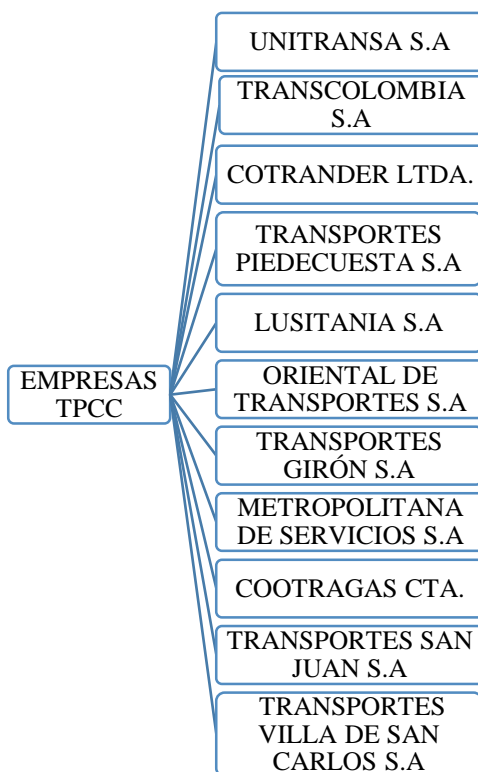
2. MARCO TEÓRICO

Para poder obtener los resultados del análisis que expondremos a continuación, se deben tener presentes los conceptos e identificar los factores claves que permitan obtener los valores a estudiar, los cuales se enuncian a continuación.

2.1 PARTICULARIDADES DEL TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO CONVENCIONAL (TPCC) DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

Mediante la información suministrada por el AMB se determinó el listado de las empresas de TPCC que se encuentran operando durante los años de estudio. (Ver Figura 1).

Figura 1. Empresas del transporte colectivo convencional.



Debido a que la base suministrada por el AMB cuenta con los modelos de vehículos, se obtiene el rendimiento de estos. Para efectos de análisis se aclaran las tipologías vehiculares con las que cuentan cada empresa dependiendo de la capacidad de cada vehículo. Para efectos de su clasificación se debe remitir al decreto 174 de 2001 capítulo II artículo 13 sobre la capacidad de pasajeros por vehículo cuya información se resume en la tabla 1.

Tabla 1. Capacidad de pasajeros por vehículo.

Grupo	Número de Pasajeros	Tipología
B	10 a 19	Microbús
C	>19	Bus/Buseta

Fuente: Decreto 174 de 2001.

Para determinar la longitud total recorrida anualmente por los vehículos del TPCC, se estableció que en los días ordinarios se realizaban cinco recorridos, y en los días sábados y domingos cuatro solamente. (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Número de recorridos en días ordinarios y festivos, en los años 2009 a 2014.

Descripción	No	Recorr/día	Recorr/mes
Ordinario	20	5	100
Sábados	4	4	16
Domingos	2	4	8
Total			124

Fuente: Estudio de complementación y actualización del diseño operaciones del SITM Bucaramanga.

2.2 RELACIÓN EDAD VEHÍCULO Y RENDIMIENTO

En el manual de cálculo de tarifas DNP se encuentran los coeficientes de consumo de combustibles, dependiendo de la tipología del vehículo, se deduce un valor de coeficiente, definido en la Tabla 3.

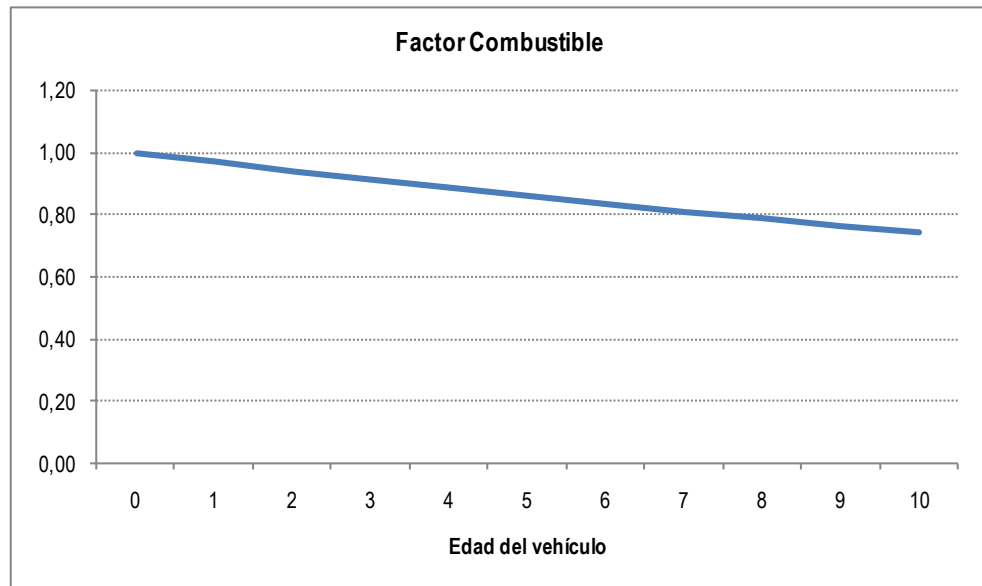
Tabla 3. Coeficientes de consumo de combustible.

Tipo Vehículo	Tipo Combustible	Unidad	Coeficiente
BUS105	Diesel	km/Gl	6,00
BUS80	Diesel	km/Gl	8,00
BUS60	Diesel	km/Gl	10,00
BUSETON	Diesel	km/Gl	14,50
BUSETA	Diesel	km/Gl	14,50
MICROBUS	Gasolina Corriente	km/Gl	20,00

Fuente: Manual de cálculo de tarifas 2008.DNP.

Para poder obtener un valor más exacto del valor del coeficiente de consumo, entendido como rendimiento por sus unidades se determina la ecuación de la gráfica en la figura 2.

Figura 2. Disminución del rendimiento del combustible con la edad.



Fuente: Manual de cálculo de tarifas 2008.DNP.

Los pasos a realizar para obtener la ecuación son los siguientes:

$$Punto1 = (0años, 1) ; Punto2 = (7años, 0.8)$$

$$pendiente = \frac{0.8 - 1}{7 - 0} = -\frac{2}{70}$$

$$Factor = 1 - edad * \frac{2}{70} \quad (1)$$

2.3 VARIACIÓN DE LAS RUTAS DEL TPCC RESPECTO A LAS FASES DE IMPLEMENTACIÓN DEL SITM

Como mitigación a la ineficiencia del TPCC en el AMB se planteó la implementación del SITM, “El proyecto ha sido desarrollado por los municipios del AMB, con apoyo del Gobierno Nacional (MT, DNP, MHCP) y consultores especializados. El proyecto

contempla la infraestructura básica: 14.5 Km de corredores exclusivos y 22.0 Km de corredores mixtos, y alguna infraestructura adicional a ser desarrollados en 3 fases”³.

Para contar con la participación de la nación, se estableció como requerimiento: “Modificar y cancelar las rutas existentes de transporte público, adecuando la capacidad transportadora según corresponda”⁴.

Tabla 4. Rutas del TPCC durante los años de estudio.

Empresa	Número de Rutas				
	2009	2010-2011	2012	2013	2014
UNITRANSA S.A	27	14	13	13	13
TRANSCOLOMBIA S.A	20	13	9	9	9
COTRANDER LTDA.	14	5	5	5	5
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	9	6	6	7	9
LUSITANIA S.A	4	4	3	4	4
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A	9	3	4	4	4
TRANSPORTES GIRÓN S.A	7	7	3	3	3
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A	3	3	2	2	2
COOTRAGAS CTA.	1	1	1	1	1
TRANSPORTES SAN JUAN S.A	3	4	2	2	2
TRANSPORTES VILLA DE SAN CARLOS S.A	2	2	1	1	1
RUTAS TOTALES POR AÑO	99	62	49	51	53

Fuente: Elaboración propia.

³ DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. DOCUMENTO CONPES 3298. “Sistema integrado del servicio público urbano de transporte masivo de pasajeros del área metropolitana de Bucaramanga”. DNP. Bogotá. Colombia. 2004. p.4

⁴ *Ibíd.*, p.10

2.4 VARIACIÓN DE PRECIOS DEL COMBUSTIBLE EN LOS AÑOS DE ESTUDIO

Para poder calcular el costo del combustible se debe tener en cuenta que “el consumo de combustible cambia según la marca del motor y con los grados de exigencia de aspectos ambientales”⁵.

Debido a que cada año el precio del combustible varía, por medio de las bases de datos del sistema de información de petróleo y gas Colombiano, se obtuvieron los valores consignados en la Tabla 5.

Tabla 5. Precios históricos de ACPM del AMB.

Año	Precio
2009	\$5,802.77
2010	\$6,249.15
2011	\$7,164.67
2012	\$7,882.86
2013	\$8,108.18
2014	\$8,252.35

Fuente: Sistema de Información de Petróleo y Gas Colombiano. SIPG.

⁵ DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Manual de cálculo de tarifa del sistema estratégico de transporte público colectivo-2008. Bogotá. Colombia. 2008. p. 7

3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para la estimación del consumo y costos de combustible por parte de las unidades de TPCC del área metropolitana de Bucaramanga, se tienen como parámetros necesarios, las características del parque automotor como: empresas vinculadas a este servicio, longitud de las rutas existentes para este servicio, e información sobre rendimiento y costo del galón de combustible para los años de estudio.

3.1 CÁLCULO DEL CONSUMO Y COSTO DE COMBUSTIBLE PARA LOS AÑOS DE ESTUDIO

3.1.1 Investigación de información necesaria La información correspondiente al parque automotor del TPCC del área metropolitana de Bucaramanga para el cálculo se obtuvo de la entidad AMB, quienes suministraron la base de datos de los vehículos legalmente registrados para la prestación de este servicio, que contiene sus características tales como placa, empresa vinculante, modelo, capacidad de pasajeros, etapa del SITM en el cual se desvinculo, junto con la información con respecto a si el vehículo fue remplazado por otro.

En referencia a las rutas de los años analizados se recolectó una información en donde para el año 2009 se retomó un documento histórico proporcionado por uno de los asesores del AMB, correspondiente al periodo 2000 - 2010, en donde se encontraron 99 rutas de las 104 existentes para la época. Para los demás años se retomó la información existente de la entidad AMB.

3.1.1.1 Rutas Analizadas Las rutas analizadas están cuantificadas en la tabla número cuatro para los años correspondientes de estudio.

Los datos que están relacionados en estas rutas son: la longitud del recorrido total y la capacidad transportadora de las mismas.

3.1.2 Corrección y Verificación de la base de datos del parque automotor La base de datos original del parque automotor estaba conformada por un total 2350 registros, organizada por bloques de la siguiente manera:

-Registro Inicial

-Primer remplazo

-Segundo remplazo

-Registro actual

De esta base de datos encontramos ausencia de información enunciada en la Tabla 6.

Tabla 6. Datos faltantes en la base de datos.

	Registro Inicial	Primer Remplazo	Segundo Remplazo	Registro Actual
Capacidad	332	46	2	146
Año modelo	24	8	-	32

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de capacidad de pasajeros faltantes se determinaron según la capacidad más frecuente de la empresa que vinculaba estos registros, excepto para aquellos registros que también presentaban ausencia de año modelo en tal caso los valores no se determinaron.

En la base de datos se encontraron registros repetidos, de los cuales se eliminaron aquellos que presentaban exactamente las mismas características, los demás se mantuvieron debido a que son vehículos que fueron reemplazados por modelos más recientes, pero se mantuvieron en la empresa, o cambiaron de empresa (Ver Tabla 7).

Tabla 7. Registros repetidos base de datos AMB.

1 Repetición	2 Repeticiones	3 Repeticiones
178 Registros	15 Registros	3 Registros

Fuente: Elaboración propia.

Al eliminar estos datos repetidos se redujo el número de registros a 2167, aun así, la cantidad de vehículos usados fue un poco menor al encontrarse registros sin la información mínima necesaria para el cálculo del rendimiento de estos.

Se realizó un chequeo en los registros para corregir los datos en los que alguno de los reemplazos tuviese los mismos valores a registros anteriores a este.

3.1.3 Análisis de los datos del parque automotor Los datos del parque automotor fueron empleados junto con el Manual de cálculo de tarifas 2008 DNP para obtener los valores necesarios y lograr estimar el consumo y costo anual del TPCC del área metropolitana de Bucaramanga.

Tabla 8. Resumen parque automotor por empresa.

EMPRESA	PARQUE AUTOMOTOR					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
VILLA DE SAN CARLOS S.A.	101	76	76	62	62	62
UNITRANSA S.A.	514	372	372	238	238	238
TRANSPORTES SAN JUAN S.A.	87	63	63	54	54	54
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A.	231	176	176	128	128	128
TRANSPORTES GIRON S.A.	138	98	98	81	81	81
TRANSCOLOMBIA S.A.	316	227	227	144	144	144
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A.	131	94	94	69	69	69
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A.	63	45	45	27	27	27
LUSITANIA S.A.	199	144	144	108	108	108
COTRANDER LTDA.	278	200	200	130	130	130
COOTRAGAS CTA.	38	28	28	21	21	21
TOTAL	2096	1523	1523	1062	1062	1062

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Resumen capacidad transportadora por empresa.

EMPRESA	CAPACIDAD TRANSPORTADORA					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
VILLA DE SAN CARLOS S.A.	56	48	48	17	17	17
UNITRANSA S.A.	490	232	232	249	249	249
TRANSPORTES SAN JUAN S.A.	59	89	89	36	36	36
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A.	187	198	198	122	162	214
TRANSPORTES GIRON S.A.	146	154	154	67	67	67
TRANSCOLOMBIA S.A.	350	268	268	168	168	168
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A.	147	46	46	75	75	74
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A.	60	46	46	34	34	34
LUSITANIA S.A.	62	67	67	68	77	72
COTRANDER LTDA.	276	122	122	110	110	110
COOTRAGAS CTA.	17	18	18	21	21	21
TOTAL	1850	1288	1288	967	1016	1062

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3.1 Determinación de la tipología de los vehículos Para la determinación de la tipología de los vehículos presentes en el parque automotor se tomaron los valores referenciados en la Tabla 1., y según la capacidad de pasajeros de cada registro se determina la tipología correspondiente.

3.1.3.2 Cálculo de los rendimientos y consumos por kilómetro promedios de cada empresa Para el cálculo de los rendimientos promedio por empresa, se tuvieron en cuenta los registros con modelos hasta el año de análisis, así, todos los registros con modelos superiores a dicho año son descartados y solo se usan las placas activas en ese año.

Los vehículos tienen un rendimiento inicial tomado de la Tabla 3 en su año de fabricación o año modelo y con la gráfica de la figura 2. Y su respectiva ecuación se calcula el rendimiento al año de estudio, haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento al año de estudio} = \text{Rendimiento inicial del vehículo} * \text{Factor Combustible} \quad (2)$$

No se tienen en cuenta otros factores tales como pendientes, estado de la vía, velocidad de operación, altura sobre el nivel del mar que al igual que la edad del vehículo influyen en el rendimiento combustible del mismo.

Cabe resaltar que la tipología que se usa fue Busetas y Microbús, ya que el rendimiento inicial de la Busetas como del Buseton es el mismo, además se asume que el Microbús, al igual que los demás vehículos trabaja con ACPM.

El rendimiento por empresa se obtiene mediante el promedio de todos los rendimientos de los vehículos vinculados a cada una de ellas en los años de estudio.

Tabla 10. Rendimientos promedios por año.

Empresa	2009	2010	2011	2012	2013	2014
VILLA DE SAN CARLOS S.A..	10.40 Km/Gal	10.89 Km/Gal	10.89 Km/Gal	10.81 Km/Gal	10.48 Km/Gal	10.25 Km/Gal
UNITRANSA S.A..	10.53 Km/Gal	10.94 Km/Gal	10.94 Km/Gal	10.62 Km/Gal	10.25 Km/Gal	9.86 Km/Gal
TRANSPORTES SAN JUAN S.A..	16.49 Km/Gal	16.12 Km/Gal	16.12 Km/Gal	15.24 Km/Gal	14.67 Km/Gal	14.10 Km/Gal
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A..	13.27 Km/Gal	13.44 Km/Gal	13.44 Km/Gal	13.52 Km/Gal	14.04 Km/Gal	13.63 Km/Gal
TRANSPORTES GIRON S.A..	11.52 Km/Gal	12.03 Km/Gal	12.03 Km/Gal	11.72 Km/Gal	11.39 Km/Gal	10.97 Km/Gal
TRANSCOLOMBIA S.A..	10.04 Km/Gal	10.87 Km/Gal	10.87 Km/Gal	11.20 Km/Gal	10.90 Km/Gal	10.48 Km/Gal
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A..	9.56 Km/Gal	10.17 Km/Gal	10.17 Km/Gal	9.94 Km/Gal	9.52 Km/Gal	9.11 Km/Gal
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A..	11.52 Km/Gal	11.16 Km/Gal	11.16 Km/Gal	10.80 Km/Gal	10.39 Km/Gal	9.97 Km/Gal
LUSITANIA S.A..	16.55 Km/Gal	17.02 Km/Gal	17.02 Km/Gal	16.14 Km/Gal	15.57 Km/Gal	15.00 Km/Gal
COTRANDER LTDA.	12.11 Km/Gal	11.94 Km/Gal	11.94 Km/Gal	11.42 Km/Gal	11.00 Km/Gal	10.59 Km/Gal
COOTRAGAS CTA.	16.14 Km/Gal	15.71 Km/Gal	15.71 Km/Gal	14.78 Km/Gal	14.20 Km/Gal	13.63 Km/Gal

Fuente: Elaboración propia.

El indicador de Gal/Km se obtiene promediando el inverso de los rendimientos de cada vehículo. Con esto se tiene un indicador tanto por empresa como por parque automotor global.

No se tuvo en cuenta la empresa FLOTAX S.A. debido a que no se encontraron rutas de la misma.

3.1.4 Cálculo del kilometraje recorrido anual y longitud promedio de las rutas por empresas El valor del consumo y costo del combustible anual tanto de las rutas como de las empresas, así como el de todo el parque automotor requiere del cálculo de la longitud total recorrida por los vehículos durante el año de análisis.

Se hace necesario complementar la información de las rutas con los detalles de despachos realizados al mes por vehículo. Con esta información se pueden determinar los kilómetros recorridos al año por ruta vinculada a cada empresa usando la siguiente ecuación:

$$Km_{año*ruta} = Longitud Ruta * Capacidad Transportadora * Despachos_{mes} * 12 \quad (3)$$

Los despachos por mes están enunciados en la Tabla 2.

Las longitudes promedios de las rutas por empresa se registran en la Tabla 11., que se observa a continuación:

Tabla 11. Longitud promedio de rutas por empresa.

Empresa	Longitud Promedio	
	2009	2010
VILLA DE SAN CARLOS S.A.	48,15 Km	53,90 Km
UNITRANSA S.A.	24,30 Km	25,43 Km
TRANSPORTES SAN JUAN S.A.	37,03 Km	43,03 Km
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A.	43,23 Km	47,42 Km
TRANSPORTES GIRON S.A.	38,39 Km	34,57 Km
TRANSCOLOMBIA S.A.	27,86 Km	31,15 Km
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A.	24,69 Km	25,97 Km
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.	33,73 Km	37,93 Km
LUSITANIA S.A.	22,20 Km	27,48 Km
COTRANDER LTDA.	27,10 Km	33,74 Km
COOTRAGAS CTA.	36,50 Km	38,20 Km

Longitud Promedio			
2011	2012	2013	2014
53,90 Km	30,50 Km	30,50 Km	30,50 Km
25,43 Km	28,35 Km	28,29 Km	28,35 Km
43,03 Km	29,75 Km	27,15 Km	27,15 Km
47,42 Km	34,00 Km	38,43 Km	39,94 Km
34,57 Km	32,03 Km	32,03 Km	32,03 Km
31,15 Km	29,62 Km	29,62 Km	29,62 Km
25,97 Km	33,63 Km	33,63 Km	28,29 Km
37,93 Km	44,85 Km	44,85 Km	44,85 Km
27,48 Km	30,38 Km	22,24 Km	22,24 Km
33,74 Km	38,90 Km	38,90 Km	38,90 Km
38,20 Km	24,30 Km	24,30 Km	24,30 Km

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5 Cálculo del consumo y costo por año.

La estimación del consumo de combustible por parte del TPCC en cada uno de los años de estudio, se obtiene al dividir la longitud recorrida por año de las rutas registradas con el rendimiento promedio de la empresa vinculadora de la ruta en ese mismo año, y su costo se obtiene al multiplicar el consumo por el costo del galón de combustible promedio del mismo año.

También se puede estimar un valor de consumo usando la longitud promedio de las rutas y el total de vehículos del parque automotor de cada empresa, haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo}_{\text{año} * \text{empresa}} =$$

$$\frac{\text{LongitudPromedioRutasDeEmpresa} * \text{TamañoParqueAutomotorEmpresa}}{\text{Despachos}_{\text{mes}} * 12 / \text{RendimientoPromedio}} \quad (4)$$

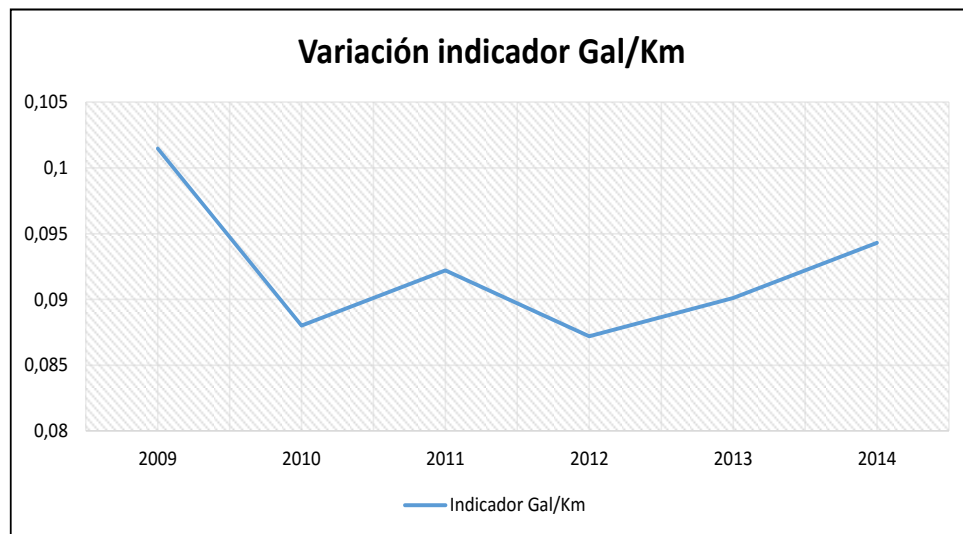
4. RESULTADOS

A continuación se tabulan los resultados del cálculo del promedio por empresa del indicador Gal/Km para cada uno de los años de estudio.

Tabla 12. Indicador Galón/ Kilómetro recorrido de las diferentes empresas en los años de estudio.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
EMPRESAS	Gal/Km	Gal/Km	Gal/Km	Gal/Km	Gal/Km	Gal/Km
COOTRAGAS CTA.	0,0627	0,0645	0,0670	0,0690	0,0718	0,0750
COTRANDER LTDA.	0,0837	0,0848	0,0879	0,0883	0,0917	0,0954
LUSITANIA S.A.	0,0617	0,0599	0,0621	0,0636	0,0661	0,0687
TRANSPORTES GIRON S.A.	0,0889	0,0842	0,0866	0,0866	0,0894	0,0929
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A.	0,0796	0,0771	0,0781	0,0774	0,0757	0,0782
VILLA DE SAN CARLOS S.A.	0,1011	0,0964	0,0968	0,0968	0,1004	0,1039
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A.	0,0889	0,0919	0,0957	0,0941	0,0980	0,1022
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A.	0,1293	0,1065	0,1127	0,1087	0,1161	0,1269
TRANSCOLOMBIA S.A.	0,1390	0,1002	0,1047	0,0940	0,0973	0,1027
TRANSPORTES SAN JUAN S.A.	0,0614	0,0630	0,0654	0,0669	0,0696	0,0725
UNITRANSA S.A.	0,1237	0,1003	0,1085	0,0968	0,1003	0,1048
Total parque automotor:	0,1015	0,0880	0,0922	0,0872	0,0901	0,0943

Figura 3. Variación del indicador Galón/Kilómetro promedio del parque automotor del Área metropolitana de Bucaramanga en los años de estudio.



Las siguientes tablas y gráficas muestran el cálculo y comportamiento del consumo y costo de combustible por parte de las empresas de TPCC del área metropolitana de Bucaramanga teniendo en cuenta tanto las rutas de cada año de estudio y sus respectivas capacidades transportadoras, como el parque automotor inscrito en cada empresa.

Tabla 13. Consumos en galones de las empresas considerando longitud de las rutas y su capacidad transportadora.

Empresa	Año 2009	Año 2010
	Consumo Anual	Consumo Anual
VILLA DE SAN CARLOS S.A.	383.316,64 Gal	351.951,93 Gal
UNITRANSA S.A.	1.726.834,69 Gal	861.246,38 Gal
TRANSPORTES SAN JUAN S.A.	201.770,83 Gal	353.822,36 Gal
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A.	911.148,23 Gal	1.041.290,45 Gal
TRANSPORTES GIRON S.A.	727.822,89 Gal	657.001,18 Gal
TRANSCOLOMBIA S.A.	1.503.775,48 Gal	1.222.401,63 Gal
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A.	574.953,29 Gal	180.557,67 Gal
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A.	262.596,70 Gal	232.745,13 Gal
LUSITANIA S.A.	125.132,12 Gal	163.916,81 Gal
COTRANDER LTDA.	962.893,41 Gal	553.111,24 Gal
COOTRAGAS CTA.	57.222,09 Gal	65.109,47 Gal
TOTAL:	7.437.466,37 Gal	5.683.154,26 Gal

Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014
Consumo Anual	Consumo Anual	Consumo Anual	Consumo Anual
352.658,67 Gal	71.361,15 Gal	73.590,54 Gal	75.269,01 Gal
895.163,31 Gal	1.040.012,09 Gal	1.075.939,54 Gal	1.119.298,76 Gal
366.829,67 Gal	105.803,79 Gal	97.792,16 Gal	101.757,09 Gal
1.051.905,05 Gal	473.604,66 Gal	731.723,70 Gal	1.036.465,81 Gal
675.279,96 Gal	274.470,14 Gal	282.486,99 Gal	293.153,97 Gal
1.263.759,81 Gal	729.889,21 Gal	750.079,02 Gal	779.722,63 Gal
188.223,45 Gal	372.848,77 Gal	389.075,18 Gal	342.584,16 Gal
241.720,90 Gal	210.054,83 Gal	218.433,93 Gal	227.507,59 Gal
169.612,15 Gal	192.834,53 Gal	164.106,96 Gal	159.246,46 Gal
572.995,55 Gal	555.026,48 Gal	575.930,74 Gal	598.467,80 Gal
67.566,27 Gal	51.390,83 Gal	53.458,63 Gal	55.699,04 Gal
5.845.714,82 Gal	4.077.296,48 Gal	4.412.617,39 Gal	4.789.172,34 Gal

Tabla 14. Costo en pesos de las empresas considerando longitud de las rutas y su capacidad transportadora.

Empresa	Año 2009	Año 2010
	Costo Anual	Costo Anual
VILLA DE SAN CARLOS S.A.	\$ 2.224.298.308	\$ 2.199.400.403
UNITRANSA S.A.	\$ 10.020.424.512	\$ 5.382.057.842
TRANSPORTES SAN JUAN S.A.	\$ 1.170.829.701	\$ 2.211.089.002
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A.	\$ 5.287.183.597	\$ 6.507.180.220
TRANSPORTES GIRON S.A.	\$ 4.223.388.812	\$ 4.105.698.937
TRANSCOLOMBIA S.A.	\$ 8.726.063.253	\$ 7.638.971.146
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A.	\$ 3.336.321.730	\$ 1.128.331.975
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A.	\$ 1.523.788.258	\$ 1.454.459.249
LUSITANIA S.A.	\$ 726.112.934	\$ 1.024.340.703
COTRANDER LTDA.	\$ 5.587.448.981	\$ 3.456.475.127
COOTRAGAS CTA.	\$ 332.046.619	\$ 406.878.839
TOTAL:	\$ 43.157.906.706	\$ 35.514.883.441

Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014
Costo Anual	Costo Anual	Costo Anual	Costo Anual
\$ 2.526.683.025	\$ 562.529.970	\$ 596.685.368	\$ 621.146.222
\$ 6.413.549.745	\$ 8.198.269.666	\$ 8.723.911.498	\$ 9.236.845.102
\$ 2.628.213.564	\$ 834.036.491	\$ 792.916.435	\$ 839.735.155
\$ 7.536.552.582	\$ 3.733.359.264	\$ 5.932.947.460	\$ 8.553.278.658
\$ 4.838.158.049	\$ 2.163.609.712	\$ 2.290.455.358	\$ 2.419.209.126
\$ 9.054.422.031	\$ 5.753.614.456	\$ 6.081.775.693	\$ 6.434.544.080
\$ 1.348.558.927	\$ 2.939.114.648	\$ 3.154.691.575	\$ 2.827.124.421
\$ 1.731.850.496	\$ 1.655.832.837	\$ 1.771.101.612	\$ 1.877.472.292
\$ 1.215.215.100	\$ 1.520.087.604	\$ 1.330.608.759	\$ 1.314.157.545
\$ 4.105.324.033	\$ 4.375.196.020	\$ 4.669.750.088	\$ 4.938.765.780
\$ 484.090.034	\$ 405.106.701	\$ 433.452.206	\$ 459.647.945
\$ 41.882.617.585	\$ 32.140.757.368	\$ 35.778.296.052	\$ 39.521.926.325

Tabla 15. Consumos en Galón de las empresas considerando longitud promedio de las rutas, su capacidad y su parque automotor total.

	Año 2009	Año 2010
Empresa	Consumo Anual	Consumo Anual
VILLA DE SAN CARLOS S.A.	695.933,07 Gal	559.940,92 Gal
UNITRANSA S.A.	1.765.011,27 Gal	1.287.192,48 Gal
TRANSPORTES SAN JUAN S.A.	290.800,91 Gal	250.237,97 Gal
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A.	1.119.503,24 Gal	923.702,49 Gal
TRANSPORTES GIRON S.A.	683.965,33 Gal	419.170,29 Gal
TRANSCOLOMBIA S.A.	1.304.011,83 Gal	968.130,28 Gal
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A.	503.394,56 Gal	357.058,42 Gal
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A.	274.478,90 Gal	227.637,62 Gal
LUSITANIA S.A.	397.104,16 Gal	345.914,47 Gal
COTRANDER LTDA.	925.392,76 Gal	841.121,98 Gal
COOTRAGAS CTA.	127.908,20 Gal	101.281,40 Gal
TOTAL:	8.087.504,23 Gal	6.281.388,32 Gal

Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014
Consumo Anual	Consumo Anual	Consumo Anual	Consumo Anual
561.065,32 Gal	260.258,32 Gal	268.389,04 Gal	274.510,51 Gal
1.337.883,69 Gal	945.615,35 Gal	977.518,80 Gal	1.017.705,57 Gal
259.437,29 Gal	156.874,75 Gal	148.742,70 Gal	154.773,40 Gal
933.118,44 Gal	478.937,48 Gal	521.355,09 Gal	558.118,44 Gal
430.832,25 Gal	329.493,70 Gal	339.117,70 Gal	351.923,10 Gal
1.000.885,56 Gal	566.891,03 Gal	582.572,07 Gal	605.595,70 Gal
372.217,74 Gal	347.425,90 Gal	362.545,90 Gal	318.869,15 Gal
236.416,42 Gal	166.808,25 Gal	173.462,24 Gal	180.667,80 Gal
357.933,39 Gal	302.512,00 Gal	229.534,49 Gal	238.280,29 Gal
871.360,25 Gal	659.193,99 Gal	684.021,56 Gal	710.788,39 Gal
105.103,09 Gal	51.390,83 Gal	53.458,63 Gal	55.699,04 Gal
6.466.253,43 Gal	4.265.401,60 Gal	4.340.718,21 Gal	4.466.931,38 Gal

Tabla 16. Costo en pesos de las empresas considerando longitud promedio de las rutas, su capacidad y su parque automotor total.

	Año 2009	Año 2010
Empresa	Costo Anual	Costo Anual
VILLA DE SAN CARLOS S.A.	\$ 4.038.339.549	\$ 3.499.154.812
UNITRANSA S.A.	\$ 10.241.954.451	\$ 8.043.858.895
TRANSPORTES SAN JUAN S.A.	\$ 1.687.450.777	\$ 1.563.774.610
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A.	\$ 6.496.219.811	\$ 5.772.355.411
TRANSPORTES GIRON S.A.	\$ 3.968.893.520	\$ 2.619.458.034
TRANSCOLOMBIA S.A.	\$ 7.566.880.721	\$ 6.049.991.320
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A.	\$ 2.921.082.843	\$ 2.231.311.598
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A.	\$ 1.592.737.953	\$ 1.422.541.647
LUSITANIA S.A.	\$ 2.304.304.088	\$ 2.161.671.409
COTRANDER LTDA.	\$ 5.369.841.326	\$ 5.256.297.416
COOTRAGAS CTA.	\$ 742.221.855	\$ 632.922.638
TOTAL:	\$ 46.929.926.893	\$ 39.253.337.792

Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014
Costo Anual	Costo Anual	Costo Anual	Costo Anual
\$ 4.019.847.889	\$ 2.051.579.891	\$ 2.176.146.638	\$ 2.265.356.810
\$ 9.585.495.118	\$ 7.454.153.455	\$ 7.925.898.376	\$ 8.398.462.558
\$ 1.858.782.545	\$ 1.236.621.709	\$ 1.206.032.560	\$ 1.277.244.227
\$ 6.685.485.664	\$ 3.775.397.064	\$ 4.227.240.904	\$ 4.605.788.669
\$ 3.086.770.892	\$ 2.597.352.697	\$ 2.749.627.333	\$ 2.904.192.615
\$ 7.171.014.741	\$ 4.468.722.618	\$ 4.723.599.192	\$ 4.997.587.671
\$ 2.666.817.251	\$ 2.738.709.736	\$ 2.939.587.450	\$ 2.631.419.867
\$ 1.693.845.641	\$ 1.314.926.077	\$ 1.406.463.044	\$ 1.490.933.879
\$ 2.564.474.622	\$ 2.384.659.778	\$ 1.861.106.928	\$ 1.966.372.343
\$ 6.243.008.648	\$ 5.196.333.920	\$ 5.546.169.971	\$ 5.865.674.596
\$ 753.028.941	\$ 405.106.701	\$ 433.452.206	\$ 459.647.945
\$ 46.328.571.952	\$ 33.623.563.647	\$ 35.195.324.602	\$ 36.862.681.180

Figura 4. Comparación de consumos de combustibles totales en cada año de estudio según la metodología de cálculo.

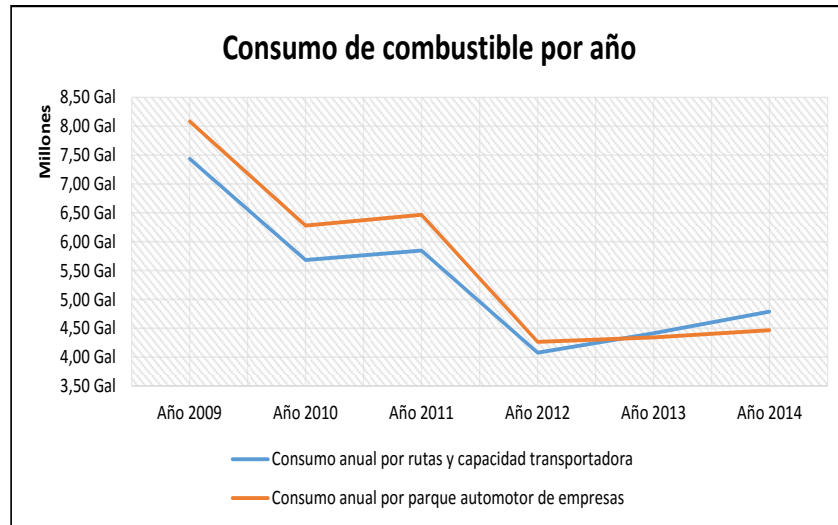
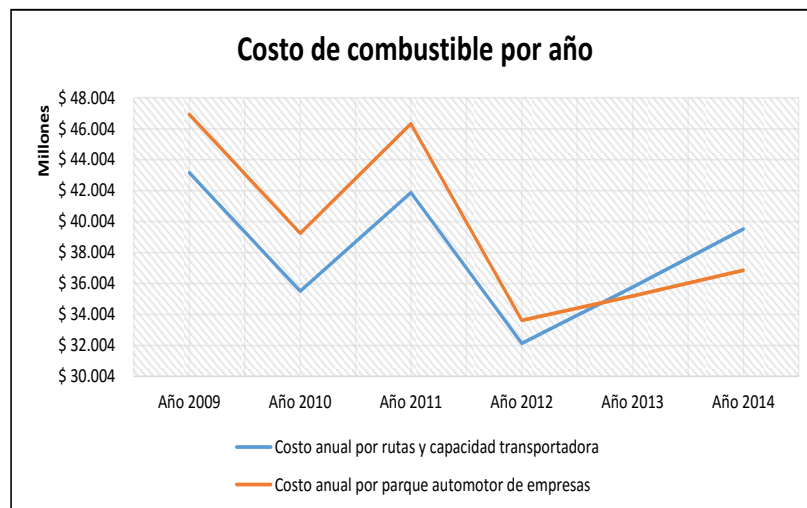


Figura 5. Comparación de costos de combustible totales en cada año de estudio según la metodología de cálculo.



4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1 Indicador Galón/Kilómetro promedio La variación de este indicador se debe a diversos factores, y representa como ha sido el comportamiento del parque automotor tanto de las empresas, como de todo el servicio de TPCC.

Si se analiza todo el parque automotor, se evidencia que en los años 2009 al 2010 hay una disminución importante del valor de éste indicador debido a que el número de vehículos inscritos disminuyó por causa de la desvinculación por la aplicación de una sub-fase del SITM, reduciendo el número de vehículos de años anteriores al 2009 e ingresando modelos recientes del año 2010.

Igualmente, si se revisa el cambio del valor del indicador del año 2011 al año 2012, tenemos que se presenta la misma reacción debido a los mismos factores de los años 2009 al 2010.

A diferencia de los años de aplicación de las sub-etapas del SITM, el comportamiento del indicador Gal/Km es de aumentar su valor, debido a que no obstante se presenten remplazos en los vehículos a modelos recientes, los ya existentes tienen una disminución de su rendimiento por envejecimiento de sus motores.

En las empresas se presentan diferentes comportamientos entre los años de estudio para los valores del indicador Galón/Kilómetro, cuyos casos son:

- Para las empresas Cootragas CTA, Cootrander LTDA y Transportes San Juan S.A. no hay disminución del valor del indicador en los años de estudio, debido a que aunque hay disminución de la cantidad de vehículos vinculados a estas empresas,

no hay modernización de la flota que aún está en funcionamiento, por tanto, el promedio del valor del indicador de los vehículos no disminuye.

-Para las empresas Lusitania S.A., Transportes Girón S.A. y Villa de San Carlos S.A. solo hay disminución en el valor del indicador entre los años 2009 y 2010, ya que, aunque se disminuyó el número de vehículos, se refleja la misma condición de las empresas anteriormente nombradas.

-Análogamente para la empresa Metropolitana de Servicios S.A. se refleja la misma situación mencionada en el segundo caso pero entre los años 2011 y 2012.

-Para las empresas Oriental de Transportes S.A., Transcolombia S.A y Unitransa S.A. se presenta un comportamiento igual al observado al analizar todo el parque automotor perteneciente al área metropolitana de Bucaramanga.

-Para la empresa Transportes Piedecuesta S.A. se presenta una disminución del valor del indicador Galón/Kilómetro entre los años 2009 y 2010, 2011 y 2012 y 2012 y 2013, esto se debe a que el parque automotor de esta empresa está compuesta por microbuses y busetas, lo que hace que los rendimientos de los microbuses tengan mayor influencia al estimar el valor del indicador en esos años, con respecto a la disminución de los vehículos vinculados y modernización de los vehículos activos.

4.1.2 Costo y consumo de combustible por parte de las empresas y el parque automotor del área metropolitana de Bucaramanga El consumo y costo de combustible por parte del TPCC del área metropolitana de Bucaramanga depende

tanto de la cantidad de rutas como de su longitud por recorrido, también del costo del combustible en el año de estudio y de los rendimientos de los vehículos que prestan el servicio. Debido a que no encontramos datos al respecto de cómo es el proceso de rotación de rutas entre los vehículos, se realizó una estimación de consumo mediante el promedio del rendimiento de los vehículos inscritos en cada empresa, además, como se evidencia en la Tabla 8. Y Tabla 9., la capacidad transportadora total de las empresas difiere del parque automotor de las mismas, por tanto se hizo uso de dos métodos para la estimación del consumo y costo del combustible para así comprender como ha sido su comportamiento en los años de estudio.

Como se evidencia en la Grafica 4 y la Grafica 5, los valores de consumo y costo obtenidos al usar todo el parque automotor son mayores que al usar la capacidad transportadora, excepto después del año 2013, donde son mayores los valores al usar la longitud de cada una de las rutas pertenecientes a las empresas con sus respectivas capacidades transportadoras, ya que la capacidad transportadora de todo el TPCC empieza a aumentar desde el año 2012 hasta llegar a ser igual al parque automotor total del TPCC del área metropolitana de Bucaramanga en el año 2014 y hay rutas con longitudes mayores a la longitud promedio de todas las rutas de cada empresa.

La Grafica 5 demuestra que el valor del galón de combustible hace que el comportamiento del costo de combustible anual no sea similar al comportamiento del consumo, ya que el cambio del valor del combustible tiene su propia tendencia y no depende de condiciones de los sistemas de transporte existentes.

5. CONCLUSIONES

Debido a que el AMB proporcionó una base de datos con la información concerniente al TPCC, no fue necesario la toma de muestras de vehículos pertenecientes a este servicio. Cabe resaltar que esta información nos permite observar la mala organización en la documentación para el control de este servicio.

El indicador de Galón/Kilómetro del año 2014, analizado frente al comportamiento de su valor en años anteriores, y teniendo en cuenta que en los últimos dos años el servicio del TPCC ha aumentado en vez de reducirse, tiene un valor esperado, ya que hay pocos vehículos remplazados por modelos recientes y/o no hay un control sobre la repotenciación de vehículos con rendimiento deficiente o que han superado su vida útil.

En diversas empresas se presentó que la capacidad transportadora era aproximadamente la mitad del parque automotor real, y en otros casos el efecto contrario, situación que demuestra el mal control de esta información, y evidencia la irregularidad en la operación de las empresas vinculadas al TPCC.

Los valores de consumo, costos obtenidos y tabulados mediante los métodos enunciados son una estimación, que teniendo en cuenta los factores citados en el presente estudio, permiten comprender su comportamiento. Un mejor control de la información del TPCC permite que los cálculos aquí realizados tengan un mejor ajuste a la realidad.

Debido a que la base suministrada por el AMB se encuentra con carencia de datos, se propone una base de datos más estructurada, basada en registros en los cuales se describa la información del vehículo, considerando una asociación de estado activo, si el vehículo se encuentra en funcionamiento, inactivo, si éste ha sido desvinculado o ha sido reemplazado, junto con la asociación del registro del vehículo que lo reemplaza y que estos cuenten con fechas asociadas a su estado de registro y desvinculación; también se hace necesario que el registro cuente con una tipología en lugar de capacidad de pasajeros por vehículo debido a que facilita así su clasificación; que el modelo del motor este asociado a la placa y que se cuenten con datos sobre actualización del motor del vehículo para poder tener una mejor información sobre el rendimiento verdadero del mismo; también se hace necesario una revisión que evite la duplicación de registros por empresa, esto con el fin de controlar la capacidad transportadora de cada empresa.

BIBLIOGRAFÍA

[1] FEDESARROLLO, CENTRO DE INVESTIGACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL. “La integración de los sistemas de transporte urbano en Colombia una reforma en transición”. {En línea}. {4 de septiembre de 2015}. Disponible en:

(<http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/La-integraci%C3%B3n-de-los-sistemas-de-transporte-urbano-en-Colombia-Finder.pdf>).

[2] CARRILLO URREGO, Gloria Azucena. “Sistemas integrados de transporte masivo en Colombia: avances, retos y perspectivas en el marco de la política nacional de transporte urbano”. {En línea}. {7 de septiembre de 2015}. Disponible en:

(<http://www.contraloriagen.gov.co/documents/10136/15848373/Estudio+Sistemas+Integrados+de+Transporte+Masivo.pdf/41e89707-5f24-40e0-af84-ad21778ecb08>).

[3] DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. DOCUMENTO CONPES 3298. “Sistema integrado del servicio público urbano de transporte masivo de pasajeros del área metropolitana de Bucaramanga”. DNP. Bogotá. Colombia. 2004.

[4] DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Manual de cálculo de tarifa del sistema estratégico de transporte público colectivo-2008. Bogotá. Colombia. 2008.

ANEXOS

Anexo A. Listado de rutas, parque automotor por años y hojas de cálculo (Archivos Adjuntos).