



Escuela de Economía y Finanzas

Documentos de trabajo

Economía y Finanzas

Centro de Investigación
Económicas y Financieras

No. 16-03
2016

Un modelo Casi Ideal de Demanda de Combustibles para la Industria de Transporte

García, John J.; Pérez, Daniel; Orrego P., Marcela; Castaño D., John Mauro



Un modelo Casi Ideal de Demanda de Combustibles para la Industria de Transporte

John J. García*
Daniel Pérez**
Marcela Orrego P.***
John Mauro Castaño D.****

Resumen

Este paper utilizando el Modelo Casi Ideal de Demanda (AIDS) por medio de ecuaciones aparentemente no relacionadas para la industria de combustibles en el sector transporte en Colombia, analiza las elasticidades precio de la demanda, precio cruzada de la demanda y gasto de la demanda de la Gasolina motor, Diesel y Gas Natural Vehicular (GNV), dada la recomposición que ha presentado esta industria entre el 2003 y 2012, con el objetivo de determinar si estos combustibles se comportan como sustitutos o complementarios y se trata de bienes necesarios o no. Los principales resultados indican que la elasticidad precio de la demanda de la Gasolina y el Diesel son bienes inelásticos, mientras que el GNV se comporta como un bien elástico. Por su parte, por medio de la elasticidad precio cruzada de la demanda, se encuentra que solo el Diesel y el GNV se comportan como bienes sustitutos, mientras que para el resto de relaciones (Gasolina-Diesel y Gasolina-GNV) se observa un comportamiento de complementariedad. Además desde la elasticidad gasto de la demanda se encontró que la Gasolina y el Diesel se comportan como bienes normales, mientras que el GNV resulta ser un bien inferior.

Palabras Claves: Modelo casi ideal de demanda, Microeconometría, combustibles líquidos, sector transporte, ecuaciones aparentemente no relacionadas, Colombia.

* Ph.D en Economía, Profesor Escuela de Economía y Finanzas, Universidad EAFIT. AA 3300 Medellín. (Colombia). Phone: (+574)2619549, Fax: (+574)2664284. E-mail: jgarcia@eafit.edu.co. Los autores agradecen las observaciones a Andrés Ramírez Hassan a una versión preliminar del paper.

**Universidad EAFIT. AA 3300 Medellín (Colombia). Phone: (+574)2860487. E-mail: Perezdanielpe@IADB.ORG, dperezj1@eafit.edu.co

*** Universidad EAFIT. AA 3300 Medellín (Colombia). Phone: (+574)2683856, Fax: (+574)2664284. E-mail: deisy05@hotmail.com

****Universidad EAFIT. AA 3300 Medellín (Colombia). Phone: (+574)2860487. E-mail: mcastano2870@hotmail.com

Abstract

This article presents an Almost Ideal Demand System (AIDS) for different types of fuels in Colombia, focusing specifically on the transport industry. Estimates of price, expenditure and cross elasticities are computed using a Seemingly Unrelated Regressions (SUR) model and based on 10 years observations (2003-2012). Results show that diesel and regular gas behave as inelastic goods while natural gas is more elastic. Also, diesel fuels and natural gas seem to behave as substitutes while there's a complementary relation among the others (regular gas-Diesel; regular fuels-Natural Gas). Regarding the expenditures elasticities, this paper concludes that regular gas and diesel behave as normal goods while natural gas seems be an inferior type of fuel for the transport sector.

Key words: AIDS, SUR, Microeconometrics, Transport, Fuels, Natural Gas, Diesel, Fuels, elasticities

Clasificación JEL: D12, D91, L92 y L98.

1. INTRODUCCIÓN

Los cambios en la estructura tarifaria de los combustibles del sector transporte a partir del año 1998, la aparición de combustibles como el GNV (Gas Natural Vehicular), la dieselización del parque automotor, el aumento acelerado del precio de los mismos, la incorporación de sistemas de transporte masivo en las principales ciudades, entre otros, son algunos de los factores que han influenciado la demanda de combustibles en este sector, generando una recomposición de la participación en este mercado.

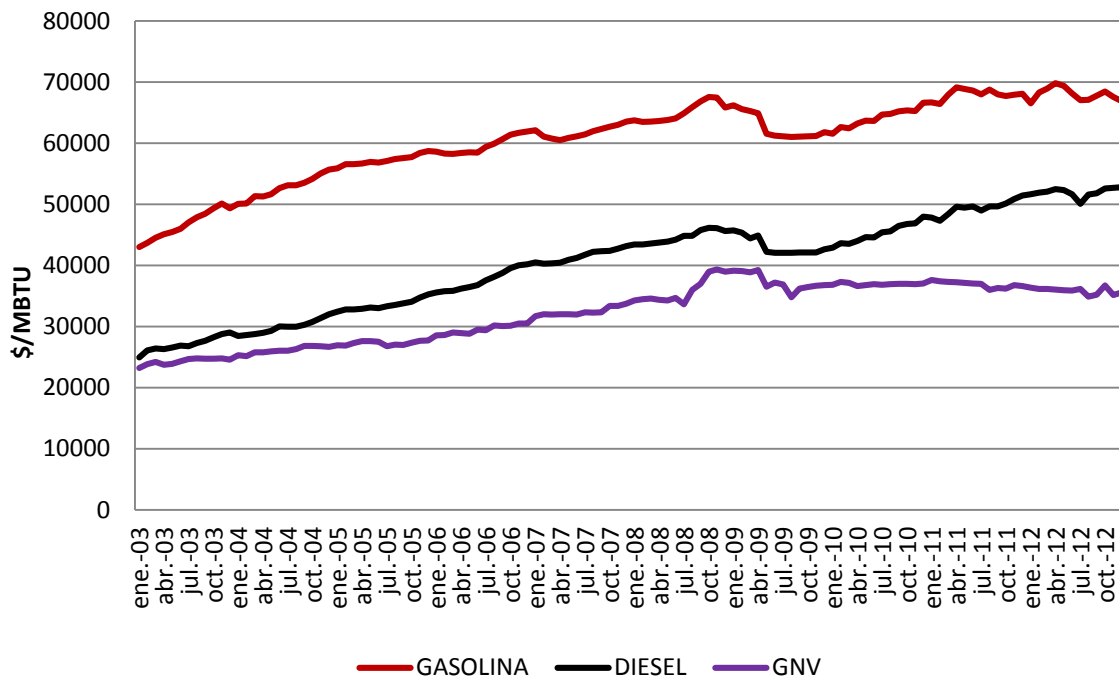
En Colombia durante los últimos años, la demanda de Gasolina ha ido disminuyendo, esta reducción está asociada en gran medida, al aumento del número de vehículos convertidos a gas y al aumento del número de vehículos que operan con Diesel; lo anterior se debe principalmente, al diferencial de precios existente entre la Gasolina y los demás combustibles mencionados. Es así como entre el año 2003 y 2009 se registra una reducción de 19% en la demanda de Gasolina, mientras que para el Diesel y el GNV en este mismo periodo, se presenta un incremento del 50% y 325% respectivamente (UPME, 2011). Esto puede

explicarse, en parte, debido al diferencial de precios entre los combustibles, por ejemplo para el año 2009, el precio promedio de la Gasolina motor estuvo alrededor de 7231\$/galón, mientras que el precio del Diesel fue 5955\$/galón, obteniéndose un diferencial por galón de \$1276.

A pesar de que el diferencial de precios entre la Gasolina motor y el Diesel se redujo en el periodo 2003-2009, lo que se observa es que la demanda de Gasolina se ha disminuido y por el contrario, el consumo de Diesel ha aumentado. Sumado a esto, también hay que tener en cuenta la presencia de GNV como combustible alternativo, que presentó una elevada tasa de crecimiento de la demanda entre 2003-2009, explicada en gran parte por los planes del Gobierno para incentivar su consumo, pero a su vez, explicado por el diferencial entre el precio del GNV y el precio de la Gasolina.

En la Gráfica 1, se puede observar que en el 2003 el diferencial de precios entre Gasolina y GNV fue de 22383\$/MBTU, mientras que para el año 2009 el diferencial fue de 25352\$/MBTU. De igual forma que con el Diesel, el diferencial de precios ha hecho que la Gasolina disminuya su consumo y el GNV aumente su demanda. En términos porcentuales, el precio del GNV y del Diesel corresponde aproximadamente, al 52% y 80% del precio de la Gasolina, respectivamente.

Gráfica 1. Precios de combustibles en unidades energéticas equivalente \$/MBTU

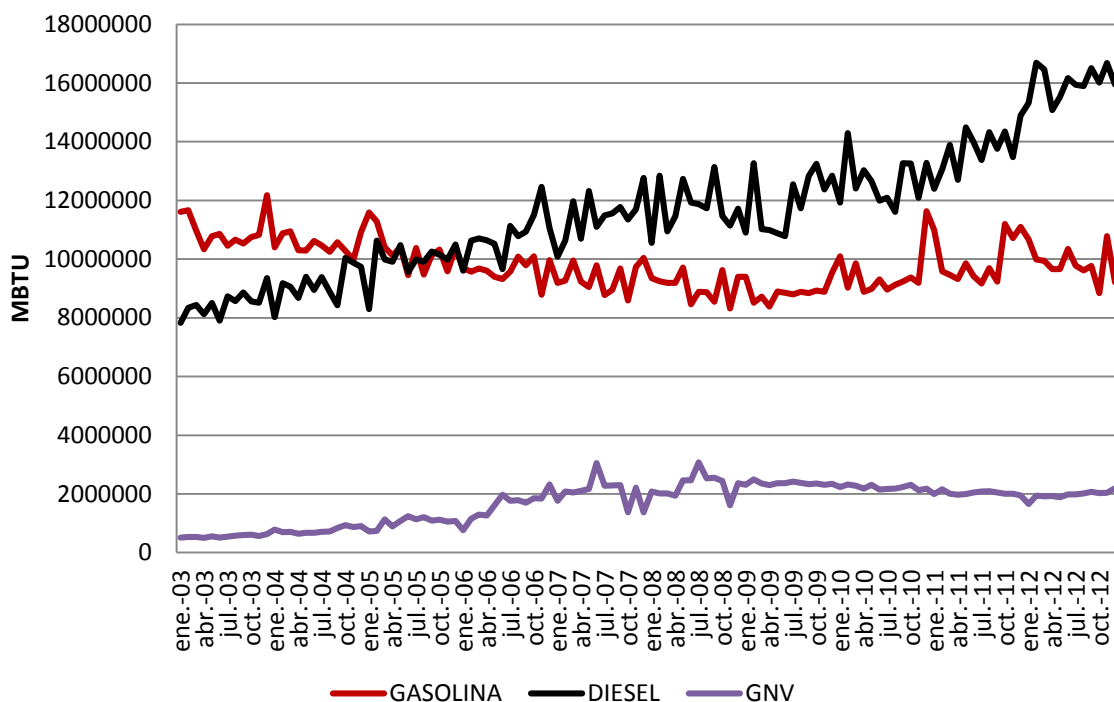


MBTU (Millones de BTUs).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIMEC – UPME (2012a).

No obstante, entre el año 2009 y 2012 se generan variaciones considerables en la demanda de cada uno de los combustibles analizados, generando nuevamente una recomposición de la participación en el mercado, como se observa en la Gráfica 1. Por un lado, la Gasolina presenta un repunte en su consumo, registrando un incremento de 11% durante dicho periodo. Por otra parte, el Diesel continúa con un crecimiento positivo pero inferior del 25.8% y sorpresivamente, el GNV presenta una disminución en su demanda de 16.5%.

Gráfica 2. Consumo de Gasolina, Diesel y GNV



MBTU (Millones de BTUs).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIMEC – UPME (2012a).

El aumento en el consumo de Gasolina y un menor crecimiento en la demanda de Diesel, pueden estar explicados por la disminución considerable en el diferencial de precios entre ambos combustibles durante el periodo 2009-2012. Si observamos la Tabla 1, que nos muestra el precio de cada uno de los combustibles en Millones de BTUs, podemos ver que el diferencial de precios entre ambos combustibles pasa de 19507\$/MBTU en el año 2009, a 16021\$/MBTU para el año 2012.

Debido a lo anterior y a la importancia del sector de combustibles en la economía es relevante desde el punto de vista académico estudiar la dinámica de la demanda de combustibles como la Gasolina motor, el Diesel o ACPM (Aceite Combustible para Motor) y el GNV (Gas Natural Vehicular) en Colombia. Así la pregunta fundamental de esta investigación pretende responder si para el mercado de combustibles en Colombia la Gasolina Motor, el Diesel y el GNV se comportan como bienes sustitutos entre el 2003-2012?. Para lograr este objetivo se estima la elasticidad precio cruzada de la demanda de Gasolina con respecto al GNV y al

Diesel en el mercado colombiano, utilizando el Modelo Casi Ideal de Demanda (AIDS), el cual es estimado mediante el método de regresiones aparentemente no relacionadas (SUR).

Se toma como base de datos la información de precios y demanda de Gasolina, Diesel y GNV entre el año 2003 y 2012 con una periodicidad mensual, cuya fuente son datos recopilados de Ecopetrol, UPME (Unidad de Planeación Minero – Energética), CREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas) y MME (Ministerio de Minas y Energía). Cabe anotar que estos datos son homologados en unidades energéticas tanto para el consumo en MBTU (Millones de BTUs), como los precios en \$/MBTU, con el fin de facilitar su comparación; pues un galón de Gasolina por su contenido energético es diferente a un galón de Diesel y a un metro cúbico de Gas. Sin embargo, cuando se realiza la estimación del modelo, se observa que los resultados obtenidos con los datos en unidades originales (\$/galón), no presentan cambios significativos con respecto a los resultados que se obtienen cuando se trabaja con los datos en unidades energéticas (\$/MBTU).

De igual forma, utilizando el modelo AIDS se estima la elasticidad gasto y precio de la demanda de la Gasolina, Diesel y GNV; lo cual permite reforzar el análisis y comprensión del funcionamiento de la demanda de dichos combustibles.

Los resultados obtenidos de la estimación del modelo para la elasticidad gasto de la demanda, permite observar que tanto la Gasolina motor como el Diesel se comportan como bienes normales, mientras que el GNV resulta ser un bien inferior. Así mismo, en cuanto a la elasticidad precio de la demanda, se tiene que tanto la Gasolina como el Diesel son bienes inelásticos, mientras que el GNV se comporta como un bien elástico ante variaciones en el precio. Finalmente, los resultados de las elasticidades cruzadas marshalianas y hicksianas muestran el grado de sustituibilidad y complementariedad entre dichos combustibles, encontrándose que solo existe una relación de sustitución entre el Diesel y el GNV, mientras que para el resto de relaciones (Gasolina-Diesel y Gasolina-GNV) se observa un

comportamiento de complementariedad, llegándose a la conclusión de que la Gasolina motor, el Diesel y el GNV no son buenos sustitutos en el mercado de combustibles en Colombia.

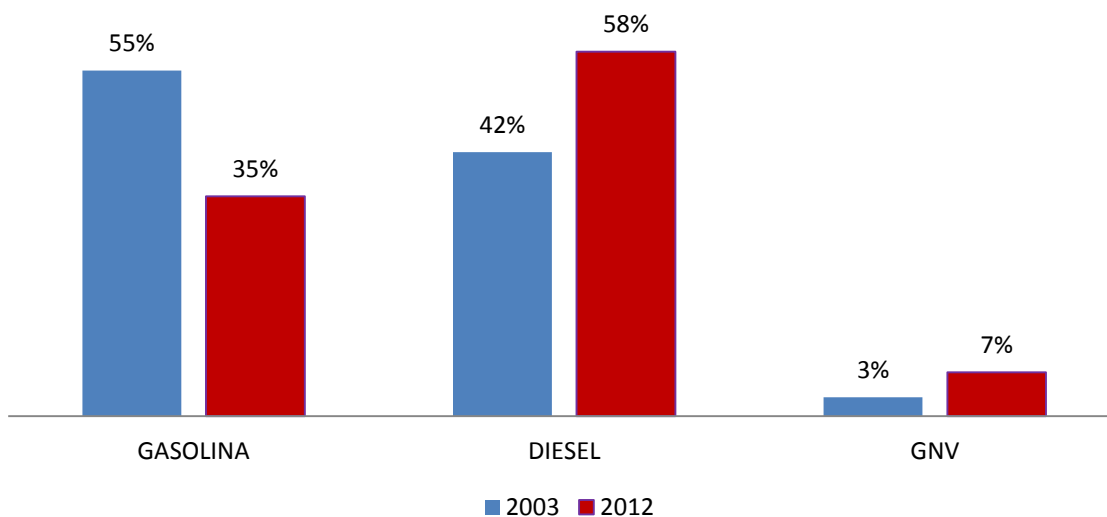
Este trabajo está organizado de la siguiente manera. Después de la introducción, en la sección dos se realiza una descripción de la industria de combustibles líquidos en Colombia, el marco teórico y la revisión de literatura relacionada con el tema de estudio, en la sección tres se presenta la metodología y los datos; en la cuatro se presentan los resultados obtenidos por medio de la estimación SUR y en la última sección se concluye.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS, MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Descripción del Sector

En la Gráfica 3 podemos observar que ha habido una recomposición en la participación en el mercado de combustibles (Gasolina, Diesel y GNV) entre el año 2003 y 2012; la participación de la Gasolina era del 55% en el primer año y baja al 35% en el 2012, para el Diesel en 2003 la participación fue del 42% y sube al 58% en el segundo año, y para el GNV su participación aumenta del 3% al 7% en dicho periodo.

Gráfica 3. Participación en el mercado de combustibles



Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIMEC-UPME (2012a).

En 1999, con el fin de que la política de precios de los combustibles fuera liberalizada con un enfoque de internacionalización y con el fin de dar señales a los consumidores sobre el costo real y de oportunidad que implica la producción y comercialización de los combustibles, se llevaron a cabo en la estructura tarifaria de la Gasolina y el Diesel algunas medidas como: 1) vincular el ingreso del productor al comportamiento de los precios internacionales de la Gasolina y el Diesel mediante el esquema de paridad de importación, 2) establecimiento del régimen de libertad vigilada de precios para las principales capitales de departamento y de precios regulados para el resto de municipios, liberando los márgenes de distribución minorista en las zonas de régimen de libertad vigilada, siendo estos los únicos agentes de la cadena, en establecer sus propios márgenes con base en sus condiciones de operación y de mercado, y 3) establecimiento de un diferencial de precios entre la Gasolina y el Diesel a favor de este último (UPME, 2009).

En resumen, la regulación del sector consistía en la existencia de precios regulados para refinación e importación, márgenes mayoristas regulados, márgenes minoristas liberados para las principales ciudades del país y márgenes regulados para las otras zonas; también en la estructura tarifaria existía un ingreso al

transportador, pérdidas por evaporación, costos de aditivación y la carga impositiva establecida por ley que incluye IVA, impuesto global y sobretasa (UPME, 2009).

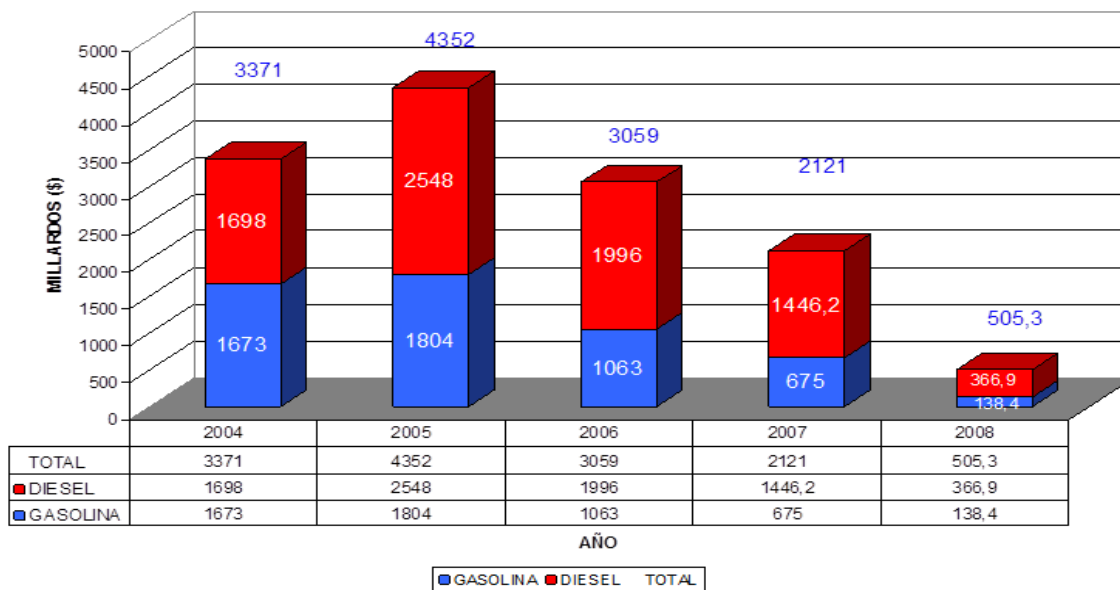
A mediados del 2011, el Ministerio de Minas y Energía mediante la Resolución 181047 de junio de 2011, debido a algunas especulaciones por parte de los minoristas; implementó algunos cambios modificando el régimen de libertad vigilada a libertad regulada, estableciendo toques al precio máximo de venta al público de la Gasolina motor corriente oxigenada, la Gasolina motor corriente, el Diesel y la mezcla de Diesel con biocombustible, para las diferentes ciudades capitales del país y sus respectivas áreas metropolitanas (Ministerio de Minas y Energía, 2011a). Posteriormente con la Resolución 181602 de septiembre de 2011 el Ministerio de Minas y Energía modificó el cálculo de la determinación del ingreso al productor, es decir, el refinador y se estableció que el ingreso al productor no podría subir o bajar más de 3 puntos porcentuales entre un mes y otro (Ministerio de Minas y Energía, 2011b).

El ingreso al productor de la Gasolina y el Diesel ha hecho que el diferencial de precios entre estos dos combustibles sea apreciable en el tiempo. Sin embargo, actualmente dicha diferencia no es tan marcada, debido al desmonte de subsidios de parte del Gobierno, principalmente en el Diesel.

Según las políticas del Gobierno Nacional plasmadas en el Plan Nacional de Desarrollo 2006–2010, se propuso avanzar en el desmonte de subsidios implícitos en la Gasolina y el Diesel, con el propósito de incentivar la competencia y la inversión en el sector de Refinación; para esto el Ministerio de Minas y Energía en 2006 comenzó a calcular los precios de los combustibles líquidos bajo la metodología de costos de oportunidad paridad exportación, donde se toman como referencia los precios de mercado en la Costa del Golfo de EEUU de los productos de calidad colombiana y los costos de transporte entre la costa colombiana y la Costa del Golfo de EEUU. Utilizando dicha metodología, el Ministerio de Minas y

Energía ha logrado disminuir los subsidios de la Gasolina y el Diesel principalmente en este último, como se puede observar en la Gráfica 4.

Gráfica 4. Subsidios a la Gasolina y Diesel 2004-2008



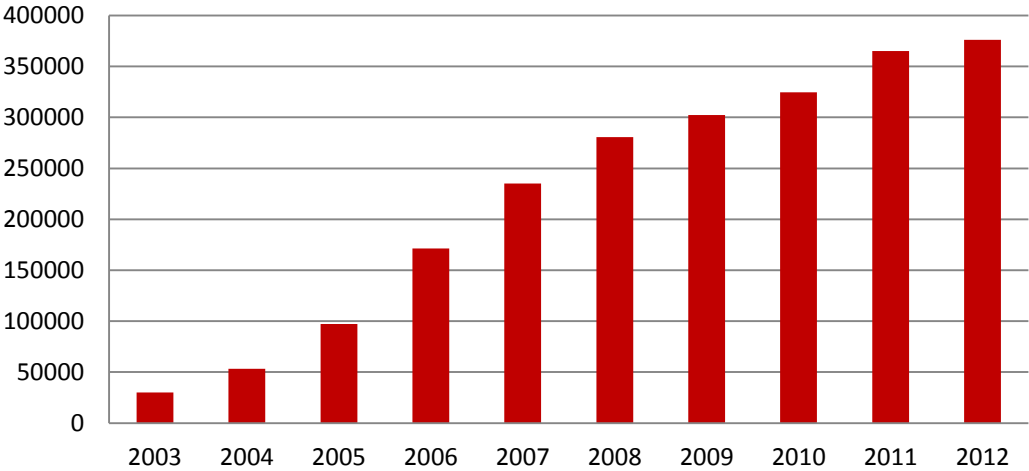
Datos 2008 con corte a Febrero.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Minas y Energía.

En cuanto a la estructura tarifaria del GNV se han presentado las siguientes regulaciones: desde septiembre de 1995 hasta abril del año 2000 con la Resolución Minminas No. 82035/95 se estableció que el precio máximo de Gas Natural Vehicular en pesos por cada 10000 BTUs, sería igual al 60% del precio de un galón de Gasolina motor corriente en la ciudad de Barrancabermeja, sin incluir ningún tipo de sobretasa ni sobrecosto por localización geográfica. Posteriormente, desde abril de 2000 hasta marzo del 2001 con la expedición de la Resolución Minminas No. 80372/00, se determinó que el precio máximo de GNV en pesos por cada 10000 BTUs, sería igual al 60% del precio máximo de un galón de Gasolina motor corriente para las zonas donde opera el régimen de Libertad Regulada, incluida la sobretasa que se encuentre vigente en cada mes. Finalmente, desde marzo 5 de 2001, con el fin de incentivar la oferta de estaciones de servicio, se estableció la Resolución Minminas No. 80296/01 donde los precios a los usuarios finales del GNV se determinarían libremente por cada distribuidor minorista (MME-UPME, 2002).

Como se puede observar en la Gráfica 5, para el año 2003 se tenían 30.051 vehículos convertidos a GNV, cifra que aumenta a 302.365 para el año 2009, registrándose un incremento promedio anual de 50% durante dicho periodo. Para el año 2012 el número de vehículos convertidos a GNV asciende a 376.060, presentándose un incremento promedio anual entre el año 2009 y 2012 del 8%. Lo anterior indica que durante el primer periodo analizado (2003-2009) se registra un crecimiento muy por encima del crecimiento que se registra durante el segundo periodo (2009-2012), lo cual concuerda con el comportamiento del consumo de GNV presentado en la Gráfica 2.

Gráfica 5. Número de Vehículos Convertidos a GNV



Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIMEC-UPME (2012b).

El programa de conversión de vehículos a GNV ha venido acompañado con desarrollo de la infraestructura tanto en las Estaciones de Servicio como en los talleres de conversión; al finalizar el año 2012 el país contaba con 683 estaciones de servicio, registrando un crecimiento del 31% entre 2003 y 2012 y tan solo un crecimiento del 1% entre el 2011 y 2012. A Diciembre de 2012, el país contaba con 225 talleres de mantenimiento y conversión; sin embargo, el país llegó a tener 343 talleres en el año 2007.

A pesar de que el gas natural resulta económicamente más atractivo en aquellos vehículos con alta intensidad de uso, tales como taxis, vehículos ligeros pertenecientes a flotas y vehículos de transporte público como microbuses o buses interurbanos, el mercado de este combustible no ha logrado consolidarse, debido en gran parte a la falta de Estaciones de Servicio, que restringen el acceso del combustible en algunas zonas del país y a algunos problemas que ocasiona el tanque de Gas comprimido en los carros como en la transmisión y el espacio.

La dieselización del parque automotor es un fenómeno que se ha presentado en los últimos años, lo que ha llevado a que el consumo de Diesel haya aumentado; es así como el transporte de carga del país utiliza principalmente este combustible, ya que el motor Diesel es más eficiente que el de Gasolina, debido a que comprime y aprovecha durante más tiempo la mezcla de aire y combustible, teniendo más capacidad para mover grandes cargas a un menor costo, lo cual resulta más conveniente, si se tiene en cuenta que la topografía colombiana es bastante montañosa (UPME, 2013).

De igual forma, encontramos cada día más carros particulares como camionetas importadas que usan Diesel, ya que las tecnologías de motor ciclo Diesel vienen avanzando de manera permanente y se estima que los motores de última generación, permitirán mayores rendimientos y menores consumos buscando mejor eficiencia y menor impacto ambiental (UPME, 2013).

Otro sector que consume Diesel, es el de transporte público de pasajeros urbano e interurbano, así como sistemas de transporte masivo de pasajeros como el Transmilenio y el MIO. Otro factor que ha hecho que se consuma menos Gasolina y más Diesel, han sido políticas de movilidad como el pico y placa, obligando a los consumidores a usar más el transporte público, además de que los vehículos a gas están exentos de la medida de pico y placa.

2.2. Marco Teórico

Con el fin de estimar las elasticidades de la demanda para el mercado de combustibles en el sector transporte, emplearemos el “Modelo Casi Ideal de Demanda” (AIDS) propuesto por Deaton y Muellbauer (1980). Dicho modelo expone un sistema de ecuaciones de demanda derivado de la teoría del consumidor, con la ventaja de que se pueden incluir variables no económicas que explican el comportamiento de la demanda, bien sea la edad, el género, y otras variables tipo dicótomas (dummy). A su vez, permite que las restricciones sean sometidas a pruebas estadísticas con el fin de corroborar si en una aplicación en particular, el modelo predice o no el comportamiento del bien en estudio. Adicionalmente, es el modelo que mayor número de propiedades microeconómicas cumple y, en consecuencia, el más compatible con la teoría (Galvis, 2000).

A partir de 1954, cuando Richard Stone realiza por primera vez una aplicación empírica de la teoría de la demanda mediante la estimación de un Sistema Lineal del Gasto, introduciendo restricciones de la teoría económica, se da inicio a una búsqueda por especificaciones alternativas y nuevas formas funcionales; es así como aparecen modelos de mayor sofisticación y complejidad que consideran (además de las restricciones de la teoría económica), hipótesis sobre el comportamiento del consumidor. Varios modelos fueron propuestos, pero los que más se destacaron fueron los modelos de Rotterdam y el Translogarítmico. El Sistema Casi Ideal de Demanda surge como una alternativa a dichos modelos, pero con la característica de poseer simultáneamente las ventajas de ambos. Convirtiéndose en el mejor modelo a la hora de explicar los comportamientos de la demanda de forma compatible con la teoría económica (Deaton y Muellbauer, 1980).

De acuerdo con Nicholson y Snyder (2010), la función de utilidad translogarítmica es la forma funcional más usada en los análisis empíricos de demanda. Una de las ventajas es su forma funcional flexible, que consiste en aproximar la función de

utilidad directa o la indirecta por alguna forma funcional específica, que contenga un número de parámetros suficientes para considerarla una aproximación razonable de la función verdadera que no se conoce (Deaton y Muellbauer, 1980). Así, la función de utilidad translogarítmica puede ser derivada de una función de segundo orden por Taylor a una función de utilidad indirecta arbitraria. La cual está dada por la ecuación (1):

$$\text{Log } U(p_1, p_2, \dots, p_n, Y) = - \sum_{j=1}^N \alpha_j \text{Log } \frac{p_j}{Y} - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \beta_{ij} \text{Log } \frac{p_i}{Y} \text{Log } \frac{p_j}{Y} \quad (1)$$

Cuando se imponen las siguientes restricciones de Homogeneidad:

$$\sum_{j=1}^N \beta_{ij} = 0, \quad i = 1, \dots, n$$

Y si se invierte la función indirecta de utilidad (1), puede obtenerse la función de gasto translogarítmica homotética como indica la ecuación (2):

$$\text{Log } Y^*(p_1, p_2, \dots, p_n, u) = \text{Log } u + \sum_{j=1}^N \alpha_j \text{Log } p_j + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \beta_{ij} \text{Log } p_i \text{Log } p_j \quad (2)$$

Para el modelo AIDS, el sistema de ecuaciones de demanda se puede obtener a partir de la función de gasto, representada por (3):

$$\text{Log } Y^*(p_1, p_2, \dots, p_n, u) = a(p_1, p_2, \dots, p_n) + ub(p_1, p_2, \dots, p_n) \quad (3)$$

Así mismo, la función que se estima es un sistema de ecuaciones descrito por la ecuación (4):

$$w_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^N \gamma_{ij} \ln p_{jt} + \beta_i \ln (X_t | P_t) + e_{it} \quad (4)$$

donde

w_{it} son las participaciones de los diferentes bienes en el gasto total.

α_i son los efectos individuales asignados a cada participación.

p_{jt} son los precios de los bienes dentro de la canasta de consumo.

γ_{ij} son los coeficientes de los precios.

$(X_t|P_t)$ es el gasto total real de los consumidores.

β_i son los coeficientes asociados al gasto.

e_{it} son las perturbaciones estocásticas.

P_t es un índice de precios que es función del precio de los bienes analizados y se expresa como lo muestra la ecuación (5):

$$\ln P_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^N a_i \ln p_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N b_{ij} \ln p_i \ln p_j \quad (5)$$

Al sustituir (5) en (4), tendríamos un sistema no lineal de ecuaciones, por lo tanto, su estimación debe efectuarse mediante procedimientos no lineales. Para dar solución a este inconveniente, Deaton y Muellbauer (1980) sugieren aproximar P_t mediante el índice de precios propuesto por Stone en 1953. La ventaja de utilizar este índice de precios es que se puede calcular previamente a la estimación econométrica y, además, permite realizar dicha estimación a partir de una aproximación lineal del modelo AIDS, lo que se conoce como el modelo LA/AIDS.

No obstante, la evidencia sugiere que el índice de Stone no satisface la propiedad de invariabilidad ante cambios en las unidades de medida (Moschini, 1995), por lo tanto, se requiere emplear un índice de precios que sea invariable ante modificaciones en la unidad de medida como lo es el índice de Laspayre (Díaz, 1997), expresado en la ecuación (6):

$$\ln P_t^L = \sum_{i=1}^N w_{it}^0 \ln p_{it} \quad (6)$$

Dadas las restricciones paramétricas que se requieren para que el modelo sea consistente con la teoría de la demanda, el modelo AIDS debe satisfacer los criterios

de aditividad, homogeneidad y simetría (Londoño, Londoño y Ramírez, 2011). Estos criterios se representan por las ecuaciones (7), (8) y (9), respectivamente:

$$\sum_{i=1}^N \alpha_i = 1, \quad \sum_{i=1}^N \gamma_{ij} = 0 \quad \text{y} \quad \sum_{i=1}^N \beta_i = 0 \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^N \gamma_{ij} = 0 \quad (8)$$

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji} \quad (9)$$

La estimación del modelo AIDS se realiza mediante una aproximación lineal, utilizando el índice de Laspayres, y se recurre al Método de Ecuaciones Aparentemente no Relacionadas, también conocido como el método SUR (*Seemingly Unrelated Regression*). Dicho método, permite la estimación conjunta de varias ecuaciones que aparentemente no parecen estar relacionadas; sin embargo, dado que los errores aleatorios pueden presentar algún grado de correlación contemporánea en la medida que se involucran factores comunes no medibles u observables, el método SUR mediante la estimación conjunta, recoge dicha correlación no percibida, lo cual resulta más eficiente que estimar cada una de las ecuaciones por separado como lo hace el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

Finalmente, del modelo se obtiene la elasticidad gasto, la elasticidad precio Marshalliana y la elasticidad precio Hicksiana, según Thompson (2004), representadas por las ecuaciones (10), (11), (12):

$$\text{Elasticidad gasto: } 1 + \frac{\beta_i}{w_{it}} \quad (10)$$

$$\text{Elasticidad precio Marshalliana: } -I_A + \frac{\gamma_{ij}}{w_{it}} - \beta_i \frac{w_{jt}}{w_{it}} \quad (11)$$

$$\text{Elasticidad precio Hicksiana: } -I_A + \frac{\gamma_{ij}}{w_{it}} + w_{jt} \quad (12)$$

donde I_A es una función indicadora, la cual es igual a 1 si $i = j$, o igual a 0 si $i \neq j$.

Si $\beta_i > 0 \Rightarrow$ la elasticidad ingreso es mayor que 1 y se trata de un bien de lujo.

Si $\beta_i < 0 \Rightarrow$ la elasticidad ingreso es menor que 1 y se trata de un bien necesario.

2.3. Revisión de Literatura

El artículo seminal relacionado con el objeto de estudio: un Modelo Casi Ideal de Demanda es el de Deaton y Muellbauer (1980). Para la aplicación del modelo este estudio utilizó información anual Británica del periodo comprendido entre 1954 y 1974, en el cual se incluían 8 grupos de bienes: Comida, Vestido, Vivienda, Combustible, Bebida y Tabaco, Transporte y Servicios de comunicaciones, Otros Bienes y Otros Servicios. Se determinó que la Comida y Vivienda eran bienes necesarios, mientras que Otros Bienes eran bienes de lujo, así mismo, se determinó que solamente el Transporte y las Comunicaciones eran elásticos al precio.

Ramírez (2013) utiliza el modelo AIDS para obtener estimaciones confiables de las elasticidades de la demanda de carne de res en Colombia. Sus principales resultados indican que aunque en el largo plazo la elasticidad estimada de la demanda con respecto al gasto en cárnicos es 1.07, la elasticidad de la demanda con respecto al gasto total en el corto plazo es solo 0.03. La reducida reacción en el corto plazo, también está presente ante perturbaciones en el precio; mientras que la elasticidad precio propia total de la demanda de carne de res es -0.24 en el corto plazo, las elasticidades total y al interior del grupo de cárnicos para el largo plazo son -1.95 y -1.17, respectivamente.

Por otra parte, Ramírez (2012) utiliza el modelo AIDS para estudiar el gasto en el sector de bebidas no alcohólicas por parte de los habitantes de la ciudad de Medellín y Área Metropolitana entre 2006 y 2011. Se muestra un análisis de las elasticidades de la demanda asociadas a los cinco segmentos: Gaseosas, Aguas, Jugos, Isotónicos y Tés. Las elasticidades precio cruzado de la demanda Marshalliana y Hicksiana muestran que el segmento de Gaseosas (líder) prácticamente no tiene sustitutos, solamente en un muy bajo grado con el Té. En cambio los Isotónicos y el Té tienen alta sustitución con sectores como el de Jugo y el Agua.

También se han realizado trabajos como el de Filippini (1995) donde se evidencia que los suizos son bastante sensibles ante cambios en el precio de la electricidad, tanto en horas pico como en aquellas horas que no lo son. Para el sector de transporte, Rolle (1997) utiliza el modelo AIDS para estimar una ecuación de demanda del transporte ferroviario en Suiza, y explica como la elasticidad precio de la demanda de líneas férreas, es mayor que la elasticidad precio cruzada de las mismas con respecto a otros bienes; lo anterior indica que una política de transporte que busque persuadir a los viajeros a sustituir el uso del automóvil por tren, debería reducir el costo de los pasajes en este medio de transporte.

Respecto a estudios relacionados con combustibles líquidos García, Velásquez y Montenegro (2014) encontraron que el signo del coeficiente del precio de la Gasolina es positivo para Colombia, debido a que este se convierte en una referencia para los propietarios de las estaciones de servicio de GNV para fijar el precio del Gas Natural Vehicular. El mercado de GNV toma como referencia el precio de la Gasolina porque es un mercado que deja rentas monopólicas, por lo tanto, se concluye que cuando sube el precio de la Gasolina, es una buena oportunidad para subir el precio del GNV y obtener mayores rentas del mercado, así mismo, si baja el precio de la Gasolina, los agentes bajan el precio del GNV con el fin de mantener la competitividad de este combustible. Por su parte, Meerbeek (2003) y Eckert y West (2005) encuentra para Bélgica y Canadá, respectivamente, que el precio de la gasolina es bastante competitivo.

Perdiguero (2010) recurre a un modelo dinámico y muestra como a partir del proceso de privatización y liberalización del mercado de la Gasolina en España, se crea lo que él denomina un "campeón nacional" representado por Repsol. Repsol es una enorme empresa, integrada verticalmente y financiada con capital nacional que cuenta con una elevada cuota de mercado en todos los segmentos de la cadena. Así, la presencia de este "campeón nacional" ha impedido que el proceso

de liberalización se refleje en el desarrollo efectivo de la competencia, y por el contrario, facilite la creación de acuerdos colusorios en el mercado.

La Tabla 1 muestra un comparativo de las elasticidades obtenidas por varios estudios realizados para combustibles líquidos en diferentes países. Para todos los países la elasticidad precio de la demanda de la gasolina es inelástica con la excepción de Perú para el año 97 que resulta elástica. Además, este combustible resulta ser un bien de lujo para Dinamarca, India y República Dominicana; en los demás países de estudio se comporta como un bien necesario.

Tabla 1. Comparativo elasticidades precio e ingreso de combustibles

País	Autores	Combustible	Elasticidad precio	Elasticidad ingreso
Dinamarca	Bentzen (1994)	Gasolina	-0.41	1.04
Kuwait	Eltony y Almutairy (1995)	Gasolina	-0.46	0.92
India	Ramanathan (1999)	Gasolina	-0.32	2.68
México	Haro e Ibarrola (2000)	Gasolina	-0.31	0.40
China	Cheung y Thomson (2004)	Gasolina	-0.56	0.97
Uruguay	Amengual y Cubas (2002)	Gasolina Diesel	-0.77 -0.45	0.60 1.71
Perú	Cordano (2005)	Gasolina 97 Gasolina 90 Gasolina 84 Diesel 2 Kerosen GLP	-1.69 -0.85 -0.64 -0.43 -0.27 -0.25	0.64 0.44 0.25 0.69 0.41 0.49
República Dominicana	Comisión Nacional de Energía (2003)	Gasolina Gasoil GLP	-0.20 -0.29 -0.15	1.76 1.71 2.46

Fuente: Francos (2006).

3. METODOLOGÍA Y DATOS

3.1. Metodología

La metodología que se utiliza está basada en el Modelo Casi Ideal de Demanda (AIDS), propuesto por Deaton y Muelbauer (1980), mediante el cual se busca estimar la elasticidad gasto, precio de la demanda y precio cruzada de la demanda,

de tal manera que se explique el comportamiento de la demanda de combustibles para el sector transporte en Colombia de forma compatible con la teoría económica.

Como se dijo anteriormente, la estimación del modelo AIDS se lleva a cabo mediante una aproximación lineal, utilizando el índice de Laspayres, y se utiliza el método SUR, el cual permite incluir la dependencia espacial contemporánea entre los términos de error en los sistemas de regresiones lineales.

Las principales ecuaciones utilizadas del marco teórico son la (4), (7), (10), (11) y (12):

$$w_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^N \gamma_{ij} \ln p_{jt} + \beta_i \ln(X_t|P_t) + e_{it} \quad (4)$$

$$\ln P_t^L = \sum_{i=1}^N w_i^0 \ln p_{it} \quad (7)$$

$$\text{Elasticidad gasto: } 1 + \frac{\beta_i}{w_{it}} \quad (10)$$

$$\text{Elasticidad precio Marshalliana: } -I_A + \frac{\gamma_{ij}}{w_{it}} - \beta_i \frac{w_{jt}}{w_{it}} \quad (11)$$

$$\text{Elasticidad precio Hicksiana: } -I_A + \frac{\gamma_{ij}}{w_{it}} + w_{jt} \quad (12)$$

Para determinar la respuesta de los consumidores ante un incremento o disminución de los precios de los combustibles demandados, se utilizan las elasticidades marshallianas (función que depende de los precios y el gasto); respecto a las elasticidades marshallianas tenemos:

- 1) Elasticidad precio de la demanda que es la medida del grado en que la cantidad demandada de un bien responde a una variación de su propio precio. Si $|\epsilon| > 1 \rightarrow$ demanda elástica, por lo tanto, la cantidad demandada varía más que proporcionalmente que el precio.
Si $|\epsilon| < 1 \rightarrow$ demanda inelástica, implica que la cantidad demandada varía menos que proporcionalmente que el precio.

- 2) La elasticidad precio cruzada de la demanda mide el cambio proporcional de la cantidad demandada del bien A ante el cambio de precio del bien B. Esta elasticidad nos permitire saber si la Gasolina, el Diesel y el GNV son sustitutos o complementarios.
- 3) La elasticidad gasto de la demanda mide las variaciones en la demanda ante variaciones en el gasto realizado sobre una canasta de bienes y nos permite analizar si los bienes son normales (necesarios o de lujo) o inferiores.

Utilizando datos de precios y teniendo como base la ecuación (4), se derivan las ecuaciones utilizadas para hacer las estimaciones de la participación para cada uno de los combustibles, estas corresponde a las ecuaciones (13), (14) y (15):

$$wg_t = \alpha_g + \gamma_{gg} * \log(\text{preciog}) + \gamma_{gd} * \log(\text{preciod}) + \gamma_{ggnv} * \log(\text{preciognv}) + \beta_g * \log(xr) + e_{gt} \quad (13)$$

$$wd_t = \alpha_d + \gamma_{dg} * \log(\text{preciog}) + \gamma_{dd} * \log(\text{preciod}) + \gamma_{dgnv} * \log(\text{preciognv}) + \beta_d * \log(xr) + d1 + e_{dt} \quad (14)$$

$$wgnv_t = \alpha_{gnv} + \gamma_{gnvg} * \log(\text{preciog}) + \gamma_{gnvd} * \log(\text{preciod}) + \gamma_{gnvgnv} * \log(\text{preciognv}) + \beta_{gnv} * \log(xr) + e_{gnavt} \quad (15)$$

Estas ecuaciones satisfacen los criterios de aditividad, homogeneidad y simetría.

3.2. Datos

Para la estimación del modelo AIDS se tiene en cuenta tanto el precio, como la participación del volumen transado de cada uno de los combustibles del sector transporte, así mismo, se emplea el gasto total real de los consumidores en dicho mercado, el cual es calculado mediante el índice de precios de laspeyres.

Con estos datos, se estiman las elasticidades gasto, precio y precio cruzado de la demanda de cada uno de los combustibles que hacen parte del sector transporte; con el fin de establecer cómo los cambios en los niveles de precio afectan las

decisiones de consumo de los individuos. Adicionalmente, se incluye una variable dummy en la ecuación de participación del Diesel, para recoger los efectos estacionales que se presentan en su consumo.

Los datos que se emplean para la estimación del modelo fueron tomados de las Estadísticas Minero – Energéticas de la UPME, de Ecopetrol y de la Comisión Reguladora de Energía y Gas (CREG), con una periodicidad mensual entre 2003 y 2012. Se utilizan los datos de demanda de Gasolina Motor, Diesel y GNV, así como los precios de los mismos durante este periodo.

En total se cuenta con 120 datos de demanda para cada combustible y 120 datos de sus respectivos precios. Cabe anotar que los datos fueron homologados en unidades energéticas tanto el consumo en MBTU (Millones de BTUs), como los precios en \$/MBTU, con el fin de facilitar su comparación. No obstante, se decide correr el modelo tanto en unidades energéticas como en sus unidades originales y se observa que los resultados obtenidos con los datos en unidades originales (\$/galón), no presentan cambios significativos con respecto a los resultados que se obtienen cuando se trabaja con los datos en unidades energéticas (\$/MBTU). Por lo tanto, los resultados son presentados en las unidades de medida originales, es decir, en \$/galón.

Tabla 2. Descripción y medidas de las variables usadas en el modelo

Variab les	Descripción	Unidad de medida
WG	Participación de la Gasolina en el gasto total del mercado de combustibles (empleados en el sector transporte) en Colombia.	Porcentaje
WD	Participación del Diesel en el gasto total del mercado de combustibles (empleados en el sector transporte) en Colombia.	Porcentaje
WGNV	Participación del GNV en el gasto total del mercado de combustibles (empleados en el sector transporte) en Colombia.	Porcentaje
PrecioG	Precio promedio mensual de la Gasolina para el consumidor final en el mercado de combustibles en Colombia.	Pesos Colombianos
PrecioD	Precio promedio mensual del Diesel para el consumidor final en el mercado de combustibles en Colombia.	Pesos Colombianos
PrecioGNV	Precio promedio mensual del GNV para el consumidor final en el mercado de combustibles en Colombia.	Pesos Colombianos
XR	Gasto total real en el mercado de combustibles (empleados en el sector transporte) en Colombia.	Pesos Colombianos
d1	Dummy efecto estacional del consumo de Diesel	

Fuente: Elaboración propia.

4. RESULTADOS

A partir de las ecuaciones (13), (14) y (15) presentadas en la metodología, se obtienen las elasticidades gasto, precio de la demanda y precio cruzada de la demanda para la Gasolina, el Diesel y el GNV. En la Tabla 3 figuran tanto los coeficientes obtenidos por el modelo para la participación de la Gasolina (WG) y el Diesel (WD), como el cálculo de los coeficientes de la participación del GNV (WGNV). Estos resultados son estadísticamente significativos. Además, de satisfacer las condiciones microeconómicas de aditividad, homogeneidad y simetría. También se realizó la prueba Dickey–Fuller aumentado (ADF) para corroborar que los residuales de la estimación son estacionarios. De igual forma, se realizó la prueba de estacionariedad de los residuales, concluyendo que no se trata de un modelo espurio.

Tabla 3. Resultados de la estimación econométrica para los combustibles

Variable		Intercepto	Log(PG)	Log(PD)	Log(PGNV)	Log(XR)
WG	Coef.	2.029804	0.8429634	-0.599071	-0.2438923	-0.109248
	Desv. Std.	(0.8739116)	(0.0513943)	(0.0409385)	(0.0260081)	(0.0449492)
WD	Coef.	-2.363876	-0.599071	0.4990156	0.1000556	0.1621859
	Desv. Std.	(0.7772013)	(0.0409385)	(0.043305)	(0.0254876)	(0.0408632)
WGNV		1.334072	-0.243892	0.1000556	0.1438367	-0.052937

Nota: Coeficientes significativos al 5%. El dato entre paréntesis corresponde a la desviación estándar. Para WGNV no figura, debido a que se estiman las ecuaciones para la Gasolina y el Diesel y la de GNV se obtiene por las condiciones de aditividad, homogeneidad y simetría.

Fuente: Cálculos propios.

La tabla 4 presenta los resultados del análisis de las elasticidades gasto de la demanda, donde se observa que la Gasolina y el Diesel se comportan como bienes normales, ya que las elasticidades son positivas, lo cual es coherente con la teoría económica, pues la demanda de ambos combustibles se incrementa a medida que el ingreso de los consumidores aumenta. Lo anterior, puede verse reflejado tanto en la compra de nuevos vehículos como en un mayor uso de los mismos. Vale la pena resaltar que el Diesel se comporta como un bien de lujo, resultado que es importante analizarlo con cuidado ya que los datos son agregados para el país y puede presentar un sesgo de agregación, debido a que la industria del Diesel está compuesta por transporte pesado, el transporte público y carros pequeños como camionetas, donde los últimos pueden considerarse como bienes de lujo, pues solamente los pueden consumir los agentes de altos ingresos, pero el transporte público es un bien necesario.

En cuanto al GNV, se comporta como un bien inferior, lo cual es lógico con la teoría económica, ya que al ser la Gasolina y el GNV combustibles alternativos, ante un incremento de la renta, los consumidores prefieren el uso de la Gasolina en lugar del GNV, pues a pesar de que este último es el combustible más económico, resulta, a su vez, ser menos eficiente energéticamente y por ende, opera con una menor potencia. Dado lo anterior, podría decirse que en este caso, el efecto renta supera al efecto sustitución.

Tabla 4. Elasticidad gasto de la demanda

	Elasticidades	Tipo de Bien
Gasolina	0.79 (0.0320594)	Normal – Necesario
Diesel	1.40 (0.0736283)	Normal – Lujo
GNV	-0.37 (0.7438627)	Inferior

Nota: Coeficientes significativos al 5%. El dato entre paréntesis corresponde a la desviación estándar
Fuente: Cálculos propios.

En la tabla 5 se muestran las elasticidades precio de la demanda (Marshallianas y Hicksianas), donde se puede observar que tanto la Gasolina como el Diesel son bienes inelásticos, lo cual es coherente con la teoría económica y los estudios realizados a nivel internacional para Gasolina (Bentzen, 1994, Ramanathan, 1990 y Cheung y Thomson, 2004). Lo anterior se debe a la importancia del Sector Transporte en la economía nacional, por lo tanto, ante incrementos en el precio de los mismos, su demanda no se verá muy afectada. En cuanto al GNV resulta ser un bien elástico; por un lado, porque al ser el combustible más económico, podríamos pensar que es utilizado por personas con un poder adquisitivo más bajo y por ende, ante incrementos en el precio, deciden moderar su consumo. Pero por otra parte, como se mencionó anteriormente, también puede ocurrir que ante incrementos en el precio del GNV, los consumidores decidan emplear la Gasolina como combustible alternativo, debido a su mayor eficiencia.

Tabla 5. Elasticidad precio de la demanda

	Marshalliana	Hicksiana	Tipo
Gasolina	- 0.72 (0.2473715)	- 1.14 (0.1636846)	Inelástica*- Elástica
Diesel	- 0.07 (0.2265404)	- 0.65 (0.1570349)	Inelástica
GNV	- 2.78 (2.021144)	- 2.78 (2.00294)	Elástica

Nota: Coeficientes significativos al 5%. El dato entre paréntesis corresponde a la desviación estándar
*Para su análisis vale la pena concentrarse en la demanda Marshalliana, dado que sí existe un efecto renta y sustitución.

Fuente: Cálculos propios.

Vale la pena resaltar que los resultados empíricos de este trabajo, con respecto a la elasticidad gasto y precio de la demanda de gasolina son similares con los resultados de algunos estudios similares aplicados en otros países, como lo es el caso de Dinamarca, Uruguay, Kuwait, India, México, China, Perú y República Dominicana, donde la gasolina se comporta como un bien normal (necesario) e inelástico (Tabla 1).

En la tabla 6 se presentan las elasticidades Marshallianas precio cruzada de la demanda, donde las elasticidades negativas indican que se comportan como bienes complementarios y las elasticidades positivas como bienes sustitutos. Analizando los resultados, encontramos que la Gasolina y el Diesel se comportan como bienes complementarios, lo cual tiene sentido ya que el mercado de la Gasolina y el Diesel está bastante definido, la demanda de Gasolina está dada por motos, carros particulares y algunas camionetas y para el Diesel por el transporte de buses, bien sea urbanos e interurbanos, transporte de carga y algunos sistemas de transporte masivo como el Trasmilenio, por lo tanto, no podría haber sustitución entre ambos combustibles.

De manera similar, la Gasolina y el GNV se comportan como bienes complementarios, bien sea porque la fijación del precio del GNV se encuentra bastante ligado al precio de la Gasolina (el cual corresponde aproximadamente al

60%), por lo tanto, un aumento en el precio de Gasolina influye positivamente en el precio del GNV, disminuyendo de esta manera su demanda; o bien sea porque la topografía del terreno requiera, en ciertas ocasiones, la utilización de uno de los combustibles en particular, pasando a un segundo plano lo relacionado con las variaciones en los precios, pues como se mencionó anteriormente se trata de un bien necesario.

Respecto al Diesel y GNV existe una relación de sustitución, pero en este caso no corresponde a una sustitución directa, sino más bien a la influencia que tiene el precio de ambos combustibles en la decisión de los agentes que desean cambiar o comprar un vehículo. Solo los carros con motor a Gasolina pueden ser convertidos a gas, entonces el potencial comprador considerará esta condición a la hora de decidir qué tipo de carro comprar, si un auto con motor a Diesel, que solo puede operar con dicho combustible o un carro a Gasolina que puede ser convertido a GNV; esta decisión no solo depende de la actividad para la cual se destine el carro, sino que también está influenciada, por el nivel de precios de ambos combustibles y las variaciones que se presenten en los mismos.

Tabla 6. Elasticidad Marshalliana precio cruzada de la demanda

	Gasolina	Diesel	GNV
		Complementarios	Complementarios
Gasolina		-1.054681 (0.1478751)	-0.4550072 (0.0675273)
	Complementarios		Sustitutos
Diesel	-1.71176 (0.3488835)		0.23029 (0.0489863)
	Complementarios	Sustitutos	
GNV	-5.541163 (2.869568)	3.12802 (1.592837)	

Nota: Coeficientes significativos al 5%. El dato entre paréntesis corresponde a la desviación estándar
Fuente: Cálculos propios.

En la tabla 7 se presentan las elasticidades Hicksianas precio cruzada de la demanda, llegando exactamente a las mismas conclusiones de las elasticidades Marshallianas.

Tabla 7. Elasticidad Hicksiana precio cruzada de la demanda

	Gasolina	Diesel	GNV
		Complementarios	Complementarios
Gasolina		-0.72849 (0.1059708)	-0.4172261 (0.594231)
	Complementarios		Sustitutos
Diesel	-0.952454 (0.1882073)		0.2970147 (0.341136)
	Complementarios	Sustitutos	
GNV	-5.795943 (3.354519)	3.012912 (1.352072)	

Nota: Coeficientes significativos al 5%. El dato entre paréntesis corresponde a la desviación estándar
Fuente: Cálculos propios.

5. CONCLUSIONES

Este trabajo permite entender mejor el comportamiento de la demanda de combustibles del sector transporte en Colombia por medio del Modelo Casi Ideal de Demanda, AIDS, a través de las elasticidades encontradas y, a su vez, permite observar de manera más detallada como la aparición de un combustible alternativo, el GNV, la dieselización del parque automotor y las variaciones en el precio de los mismos, son algunos de los factores que han influenciado las decisiones de consumo de los agentes, generando una recomposición en la participación del mercado.

Respecto a la elasticidad gasto de la demanda, se confirma que tanto la Gasolina como el Diesel se comportan como bienes normales, ya que un incremento de la renta genera un mayor consumo de cada uno de ellos; cabe resaltar que el Diesel se comporta como un bien de lujo, resultado que es importante analizarlo con cuidado, debido a que los datos son agregados para el país y puede presentar un

sesgo de agregación, ya que la industria del Diesel está compuesta por transporte pesado, transporte público y carros pequeños como camionetas, donde los últimos pueden considerarse como bienes de lujo, pues solamente los pueden consumir los agentes de altos ingresos, pero el transporte público y de carga, que también utilizan Diesel, son bienes necesarios. En cuanto al GNV, se observa que se comporta como un bien inferior, pues ante un incremento de la renta, los agentes prefieren usar el combustible alternativo que es la Gasolina, lo cual se refleja en una disminución de su consumo.

Al analizar las elasticidades precio de la demanda encontramos que los tres combustibles analizados se comportan de acuerdo a lo esperado según la teoría económica. Por un lado, se confirma que tanto el Diesel como la Gasolina se comportan como bienes inelásticos, debido a la fuerte dependencia que tiene la economía del país con el transporte terrestre. Pero por otro lado, también se verifica que la demanda de GNV resulta ser elástica, ya que ante incrementos en su precio y dada la posibilidad de utilizar un combustible alternativo, la Gasolina, los agentes prefieren disminuir su consumo.

A través del análisis de las elasticidades precio cruzadas de la demanda, se encontró una relación de complementariedad entre la Gasolina y el Diesel y entre la Gasolina y el GNV, caso contrario a lo que ocurre con el Diesel y el GNV que presentan una relación de sustitución.

Inicialmente se podría pensar que dichas relaciones deberían ser a la inversa, pero si se realiza un análisis más detallado, se observa que estos resultados son bastante lógicos; por un lado el mercado de cada combustible se encuentra delimitado como ocurre en el caso de la Gasolina y el Diesel, lo cual dificulta su sustitución y, por otro lado, está el tema de los precios, los cuales han experimentado variaciones de manera similar durante el periodo de tiempo analizado, por lo tanto, el incremento en el precio de uno de ellos se refleja en la disminución de la demanda de los demás combustibles alternativos (que también

han experimentado un incremento en su precio) como es el caso de la Gasolina-Diesel y la Gasolina-GNV.

En cuanto al Diesel y GNV se observa una relación de sustitución, pero en este caso no corresponde a una sustitución directa, sino más bien a la influencia que tiene el precio de ambos combustibles en la decisión de los agentes que desean comprar un vehículo.

Finalmente, se puede decir que aunque el presente trabajo brinda aspectos interesantes para entender el comportamiento del consumidor en este mercado, representa solamente el comienzo de un trabajo más profundo, ampliando la base de datos con cifras de los dos últimos años, pues sería bastante interesante recoger el efecto que ha tenido la caída del precio del petróleo en los últimos años y en consecuencia, la disminución del precio de los combustibles, si es que se ha dado, sobre la cantidad demandada y la participación en el mercado.

Así mismo, existe la posibilidad de encontrar datos desagregados por ciudades, lo cual permitiría un análisis más detallado de las particularidades de cada región como lo plantean Eckert y West (2005) para algunas regiones de Canada, pues la insuficiencia de Estaciones de Servicio de GNV en algunas partes y las condiciones topográficas de cada territorio, son algunos de los factores que juegan un papel importante sobre la decisión de los consumidores y que varían notoriamente de una ciudad a otra. En este sentido sería interesante utilizar modelos espaciales para recoger y explicar las diferencias regionales en la formación de precios de los combustibles.

Es importante anotar que la escasez de Gas en el país ha encarecido los precios del GNV y, por lo tanto, no es una buena alternativa de combustible líquido; en este sentido, sería mejor pensar en alternativas como la electricidad que desde la utilización y las experiencias internacionales dejan lecciones para retomar en

Colombia. Esta sería una buena recomendación para impulsar el uso de Sistemas de Transporte Masivo que operen con electricidad.

Políticas de gobierno que exijan la publicación periódica de los precios minoristas de GNV y de los otros combustibles en todas las EDS's del país, en una base de datos centralizada, a la cual tengan acceso los organismos de regulación, control y todo el público en general, como se hace en Canadá (Eckert y West, 2005), pudieran disminuir la asimetría en la información y ayudar a una mayor transparencia en el mercado de combustibles de transporte en Colombia.

BIBLIOGRAFIA

Amengual, D y Cubas, G. (2002). Imposición óptima a las naftas y el gasoil: un análisis empírico para Uruguay 1988 – 2001. *XVII Jornada Anual de Economía* Banco Central de Reserva de Uruguay.

Bentzen, J. (1994). An empirical analysis of gasoline demand in Denmark using cointegration technique. *Energy Economics*, 16(2), 139–143.

Comisión Nacional de Energía. (2003). Proyecto de prospectiva de demanda de energía. Fundación Bariloche.

Cheung, K–Y y Thomson, E. (2004). The demand for gasoline in China: a cointegration analysis. *Journal of Applied Statistics*, 31(5), 533–544.

Cordano, A.V. (2005). La demanda agregada de combustibles líquidos en el Perú” Documento de Trabajo 12, Organismo Supervisor de la Inversión en Energía.

Deaton, A. y Muellbauer, J. (1980). An Almost Ideal Demand System. *The American Economic Review*, 70(3), 312-326.

Díaz, J.C. (1997). La teoría de los índices de precios. *Cuadernos de estudios empresariales*, 7, 71-88.

Eckert, A. y West, D. (2005). Rationalization of retail gasoline station networks in Canada. *Review of Industrial Organization*, 26(1), 1-25.

Eltony, M y Mutairi, N. (1995). Demand for gasoline in Kuwait: an empirical analysis using cointegration techniques. *Energy Economics*, 17(3), 249–253.

Filippini, M. (1995). Swiss residential demand for electricity by Time-of-Use: an application of the Almost Ideal Demand System. *The Energy Journal*, 16(1), 1-13.

Franco, M. (2006). Estimación de la demanda de combustibles en República Dominicana. Unidad de análisis económico, secretariado técnico de la presidencia. Serie texto de discusión, N.6. Disponible en: <http://economia.gob.do/mepyd/wp-content/uploads/archivos/uaes/textos-de-discusion/txt-6-estimacion-demanda-combustibles-rd.pdf>

Galvis, L. A. (2000). La demanda de carnes en Colombia: un análisis econométrico. *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, 13. Colombia: Banco de la República.

García, J., Montenegro, C. M. y Velásquez, H. (2014). El Poder de mercado en industrias minoristas de Gas Natural Vehicular. *Revista de Economía Aplicada*, 22, 67-92.

Haro, R. A. e Ibarrola, J. L. (2000). Calculo de la elasticidad precio de la demanda de gasolina en la zona fronteriza norte de México. *Gaceta de Economía* 11, 237-262.

Londoño, D., Londoño, E. y Ramírez, A. (2011). Un sistema casi ideal de demanda para el gasto en Colombia: una estimación utilizando el método generalizado de los momentos en el periodo 1968-2007. *Ecós de Economía*, 32, 39-58.

Meerbeek, W. (2003). Competition and local market conditions on the Belgian retail gasoline market. *De Economist*, 151(4), 369-388.

MME - UPME. (2002). Gas natural vehicular una alternativa para la movilidad limpia. 10-11. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/23400/GNCV.pdf/7d90fc7b-5a6c-496d-a293-34ce20709ff4>

Ministerio de Minas y Energía. (2011a). Resolución 181047 del 22 de Junio de 2011, Bogotá, Ministerio de Minas y Energía.

Ministerio de Minas y Energía. (2011b). Resolución 181602 del 30 de Septiembre de 2011, Bogotá Ministerio de Minas y Energía.

Moschini, G. (1995). Units of measurement and the stone index in demand system estimation. *American Journal of Agriculture Economics*, 77(1), 63-68.

Nicholson, W. y Snyder, C. (2010). *Microeconomic theory: basic principles and extensions*. Tenth edition, Thomson: Canada.

Perdiguero, J. (2010). Dynamic pricing in the Spanish gasoline market: a tacit collusion equilibrium. *Energy Policy*, 38(4), 1931-1937.

Ramanathan R. (1999). Short and Long- Run elasticities of gasoline demand in India: an empirical analysis cointegration techniques. *Energy Economics*, 21, 321-330.

Ramírez, A. (2013). A Multi-Stage Almost Ideal Demand System: the case of beef demand in Colombia. *Revista Colombiana de Estadística*, 36(1), 23-42.

Ramírez, J. (2012). Aplicación de un Modelo Casi Ideal de Demanda: el sector de bebidas no alcohólicas en Medellín Colombia. 3-30. Tesis de Maestría en Economía, Universidad EAFIT.

Rolle, J. (1997). Estimation of Swiss railway demand with computation of elasticities. *Transportation Research Part E: Logistic and Transportation Review*, 33(2), 117-127.

SIMEC-UPME. (2012a). Boletín Estadístico de Minas y Energía 2007– 2011. 164-240. Disponible en: http://www.upme.gov.co/Docs/Boletin_Estad_Minas_Energy_2007_2011.pdf

SIMEC-UPME. (2012b). Proyección de demanda de combustibles líquidos y GNV en Colombia. 4-59. Disponible en: http://www.sipg.gov.co/sipg/documentos/Proyecciones/2012/PROYECC_DEMDO_GM_GNV_2012-2031.pdf

Thompson, W. (2004). Using elasticities from an Almost Ideal Demand System? Watch out for group expenditure. *American Journal of Agricultural Economics*, 86(4), 1108-1116.

UPME. (2009). Cadena del Petróleo. 1-139. Disponible en: http://www.upme.gov.co/Docs/CADENA_PETROLEO_2009.pdf

UPME. (2011). Boletín Estadístico de Minas y Energía 1990 – 2010. 150-247. Disponible en: http://www.upme.gov.co/Docs/Balance_Minero_Energetico_2010.pdf

UPME. (2013). Cadena del Petróleo. 1-207. Disponible en: http://www1.upme.gov.co/sites/default/files/news/3086/files/cadena_del_petroleo_2013.pdf