



**APLICACIÓN DEL MODELO CASI IDEAL DE DEMANDA AL MERCADO DE
COMBUSTIBLES EN EL SECTOR TRANSPORTE EN COLOMBIA**

AUTORES

**MARCELA ORREGO P.
JOHN MAURO CASTAÑO D.**

ASESOR

JOHN JAIRO GARCIA R.

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ECONOMÍA
MAESTRÍA EN ECONOMÍA
PROFUNDIZACION
MEDELLÍN
2015**

RESUMEN

El presente trabajo constituye una aproximación a un mejor entendimiento del comportamiento de la demanda de combustibles del sector transporte a nivel nacional, resaltando la recomposición que se ha venido presentando en el mercado durante los últimos años. Para ello, se aplica el Modelo Casi Ideal de Demanda (AIDS) al mercado de combustibles en Colombia, empleando información mensual correspondiente al periodo 2003–2012, con el fin de determinar las elasticidades precio de la demanda, precio cruzada de la demanda y gasto de la demanda de los diferentes combustibles que hacen parte del sector, bien sea Gasolina motor, Diesel o Gas Natural Vehicular (GNV). La técnica econométrica utilizada es el método de regresiones aparentemente no relacionadas o también conocido como el método SUR por sus siglas en inglés (Seemingly Unrelated Regressions).

Con base en la estimación del modelo, se encontró que la Gasolina y el Diesel se comportan como bienes normales, mientras que el GNV resulta ser un bien inferior según la elasticidad gasto de la demanda. En cuanto a la elasticidad precio de la demanda, la Gasolina y el Diesel resultan ser bienes inelásticos, mientras que el GNV se comporta como un bien elástico ante variaciones en el precio. Finalmente, se encuentran comportamientos interesantes entre los diferentes combustibles según las elasticidades cruzadas de la demanda, permitiendo entender las relaciones de sustituibilidad y/o complementariedad para cada caso. En particular, se tiene 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.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
3. OBJETIVOS	10
4. ESTADO DEL ARTE	10
4.1. DESCRIPCIÓN DEL SECTOR.....	10
4.2. MARCO TEÓRICO.....	16
4.3. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	20
5. METODOLOGÍA, VARIABLES Y DATOS	23
5.1. METODOLOGÍA	23
5.2. VARIABLES.....	25
5.3. DATOS.....	25
6. RESULTADOS	27
7. CONCLUSIONES.....	32
BIBLIOGRAFÍA	34
ANEXOS	38

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 el mercado.

Teniendo en cuenta lo anterior y debido a la importancia del sector de combustibles en la economía nacional, se hace 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); es por esto que la pregunta fundamental de investigación que se busca responder es si en realidad ¿la Gasolina Motor, el Diesel y el GNV se comportan como bienes sustitutos en el mercado de combustibles en Colombia?. Para responder a este cuestionamiento, se estima la elasticidad precio cruzada de la demanda de Gasolina con respecto al GNV y al Diesel en el mercado a nivel nacional, utilizando la metodología basada en 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 el consumo en MBTU (Millones de BTUs), como los precios en \$/MBTU, con el fin de facilitar su comparación; lo anterior debido a que 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.

Con base en los resultados obtenidos de la estimación del modelo, para la elasticidad gasto de la demanda, se observa 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.

El presente trabajo está organizado de la siguiente manera. En la sección dos se encuentra el planteamiento del problema, en la sección tres se exponen los objetivos, en la sección cuatro se encuentra el estado del arte, en la sección cinco se presenta la descripción de la metodología, variables y datos; en la sección seis se muestran los resultados y en la última sección se concluye.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

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).

Por otra parte, el precio promedio de la Gasolina motor por MBTU (Millón de BTU) durante el 2003 estuvo en 46670\$/MBTU, mientras que para el Diesel el precio promedio por MBTU (Millón de BTU) estuvo en 27080\$/MBTU, encontrándose una diferencia por MBTU de \$19590; si lo anterior lo observamos en \$/galón que es lo que los ciudadanos observamos comúnmente, el precio promedio de la Gasolina para el año 2003 estuvo en 5386\$/galón, mientras que el precio promedio para el Diesel durante el mismo año se ubicó en 3737\$/galón, encontrándose una diferencia por galón de \$1649. Para el año 2009, el precio de la Gasolina motor estuvo alrededor de 62660\$/MBTU y el precio promedio del Diesel en 43153\$/MBTU, encontrándose un diferencial de precios entre ambos combustibles de \$19507 por MBTU; observando los precios en \$/galón, tenemos que para el 2009 el precio promedio de la Gasolina fue de 7231\$/galón y el precio del Diesel de 5955\$/galón, obteniéndose una diferencia por galón de \$1276.

Pese a 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. Sin embargo, también hay que tener en cuenta la presencia de GNV como combustible alternativo, lo que quizás puede ayudar a explicar más la recomposición del mercado.

En cuanto al GNV, la elevada tasa de crecimiento que se registró en su demanda durante el periodo 2003-2009, puede estar explicada en gran parte por los planes del Gobierno para incentivar su consumo, pero a su vez, por la marcada diferencia entre el precio del GNV y el precio de la Gasolina.

Para comparar el GNV con la Gasolina, se deben comparar los precios de los combustibles en unidades energéticas, ya que el GNV se comercializa en metros cúbicos y la Gasolina en galones; es por esto que teniendo en cuenta la Tabla 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.

Tabla 1
Precios de Combustibles en Unidades Energéticas Equivalentes (2003-2012)

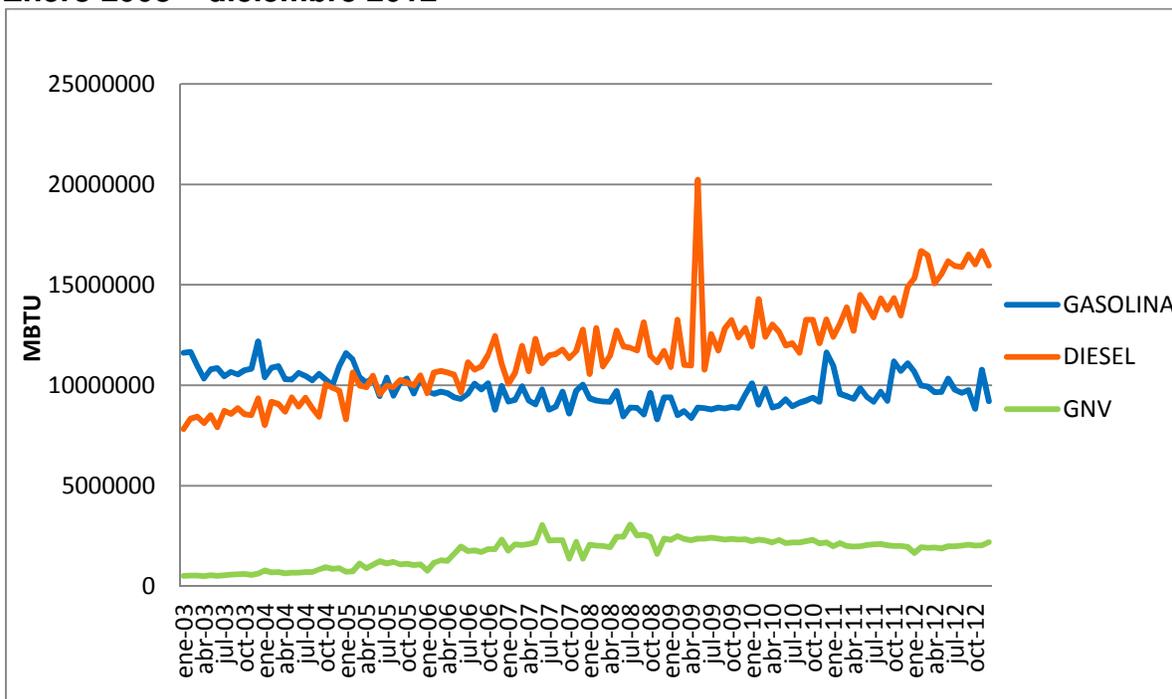
	Gasolina	Diesel	GNV
2003	46670	27080	24287
2004	52643	29872	26128
2005	57191	33485	27283
2006	59620	37574	29522
2007	61777	41516	32420
2008	65061	44635	35878
2009	62660	43153	37308
2010	64082	45191	36938
2011	68004	49407	36887
2012	67988	51967	35840

MBTU (Millones de BTUs).

Fuente: Estudio de Recolección de Precios en Estaciones de Servicios de la UPME, Cálculo de los autores.

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 1
Consumo de Gasolina, Diesel y GNV
Enero 2003 – diciembre 2012



MBTU (Millones de BTUs).

Fuente: SIMEC - UPME, Cálculo de los autores.

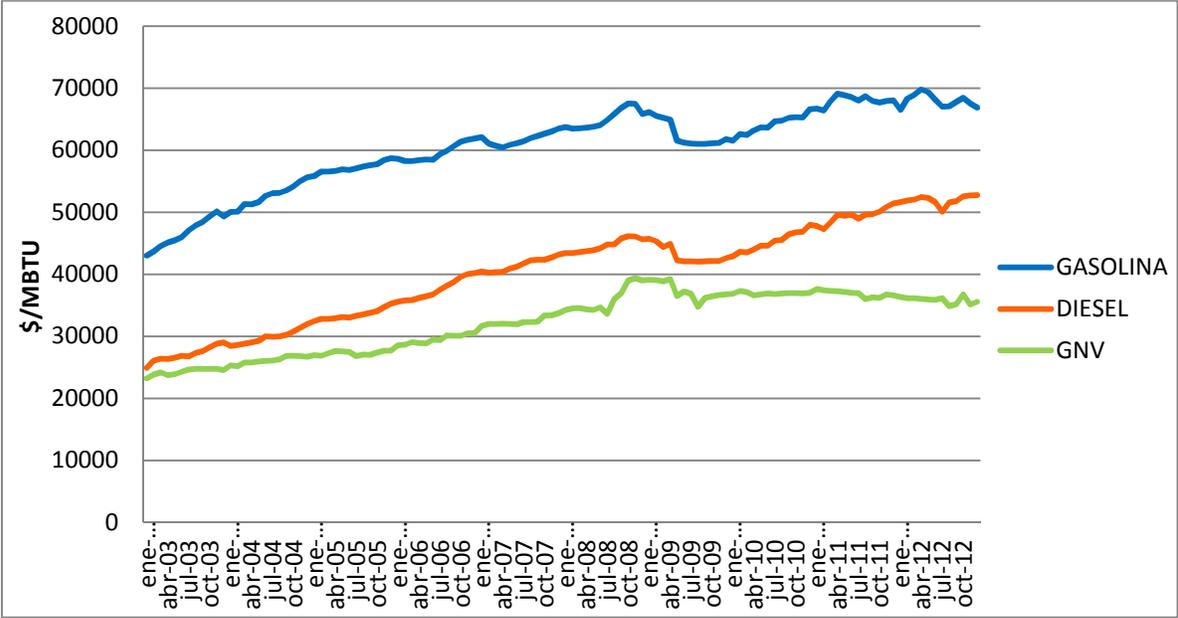
El aumento en el consumo de Gasolina y un menor crecimiento en la demanda de Diesel, pueden estar explicados por la disminución considerable en el diferencial de precios entre ambos combustibles durante el periodo 2009-2012. Si observamos la Tabla 1, que nos muestra el precio de cada uno de los combustibles 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.

Lo que no se encuentra muy claro es porque el consumo de GNV disminuye durante dicho periodo, pese a que el diferencial de precios entre la Gasolina y el GNV se incrementa de 25352\$/MBTU en el 2009, a 32148\$/MBTU para el año 2012.

En términos generales, podemos decir que durante el periodo de análisis 2003-2012 se dio una progresiva reducción en el consumo de Gasolina que fue interrumpida en el año 2009 cuando la demanda de Gasolina se recupera y registra un crecimiento positivo para los años posteriores. De manera contraria ocurre con el consumo de GNV, el cual inicia con un prometedor crecimiento, pero después termina perdiendo mercado. Finalmente, el Diesel registra un crecimiento positivo a lo largo del periodo, aunque menor en los últimos años.

Así mismo, al observar la Gráfica 2, sobre el histórico de los precios promedio de Gasolina, Diesel y GNV, se concluye que el diferencial de precios entre la Gasolina y el Diesel disminuye a lo largo del periodo 2003-2012, mientras que el diferencial de precios entre la Gasolina y el GNV aumenta para el mismo periodo. Igualmente, al hablar en términos de proporciones, se puede observar que el precio del GNV y del Diesel corresponde aproximadamente, al 52% y 80% respectivamente, del precio de la Gasolina.

Gráfica 2
Precios de Gasolina, Diesel y GNV
Enero 2003 – diciembre 2012



MBTU (Millones de BTUs).
 Fuente: SIMEC – UPME, Cálculo de los autores.

Debido a las políticas que incentivan el uso del GNV, al diferencial de precios que existe entre la Gasolina, el Diesel y el GNV y a la dieselización del parque automotor, lo que se ha venido observando en los últimos años es una recomposición de la participación en el mercado de estos tres combustibles.

Con base en el diagnóstico anterior, se hace necesario explicar desde la teoría económica si en realidad estos tres combustibles se comportan como bienes sustitutos. Para tal efecto, se lleva a cabo la aplicación del Modelo Casi Ideal de Demanda (AIDS).

3. OBJETIVOS

Objetivo Principal

Aplicar el Modelo Casi Ideal de Demanda (AIDS) al mercado de combustibles (Gasolina, Diesel, GNV) en Colombia durante el periodo 2003 - 2012, de manera que explique si existe sustitución entre estos tres combustibles.

Objetivos Específicos

- ✓ Estimar la elasticidad gasto y precio de la demanda de Gasolina en el mercado de combustibles en Colombia.
- ✓ Estimar la elasticidad precio cruzada de la demanda de Gasolina con respecto al GNV y al Diesel en el mercado de combustibles en Colombia.

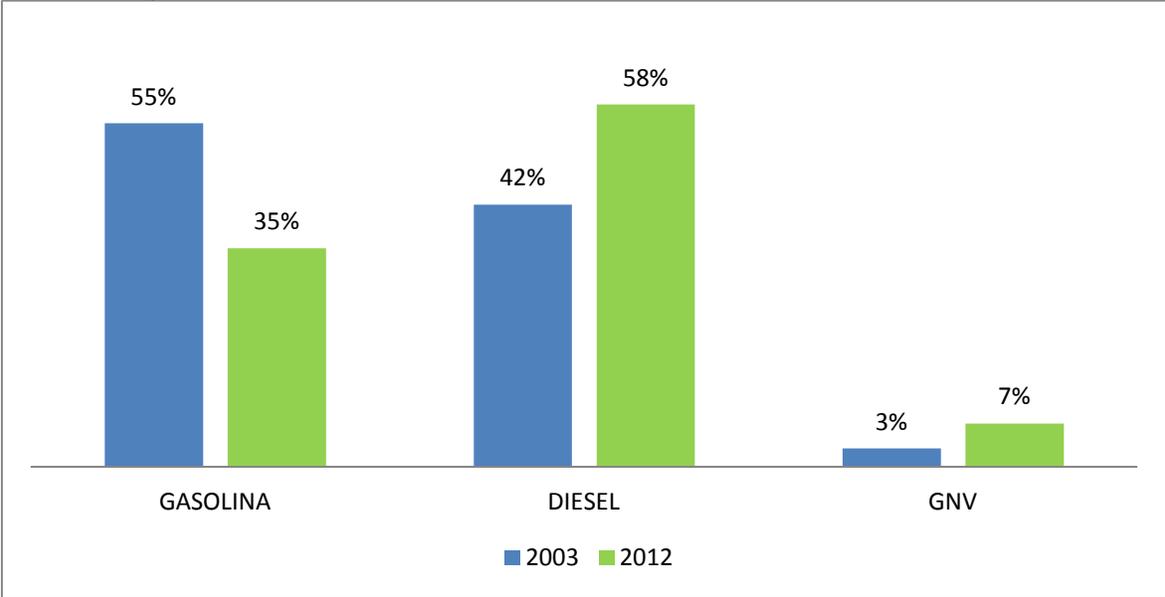
4. ESTADO DEL ARTE

4.1. Descripción del Sector

Teniendo en cuenta la Gráfica 3 sobre la participación de la Gasolina, el Diesel y el GNV en el mercado de combustibles en el sector transporte, podemos observar

que ha habido una recomposición en la participación en el mercado de estos tres combustibles 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, en cuanto al Diesel en el 2003 la participación era 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
Año 2003 y 2012



Fuente: SIMEC-UPME, Cálculo de los autores.

En 1999, con el fin de que la política de precios de los combustibles fuera concebida hacia la internacionalización y liberación de estos 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 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, 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 capitales 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).

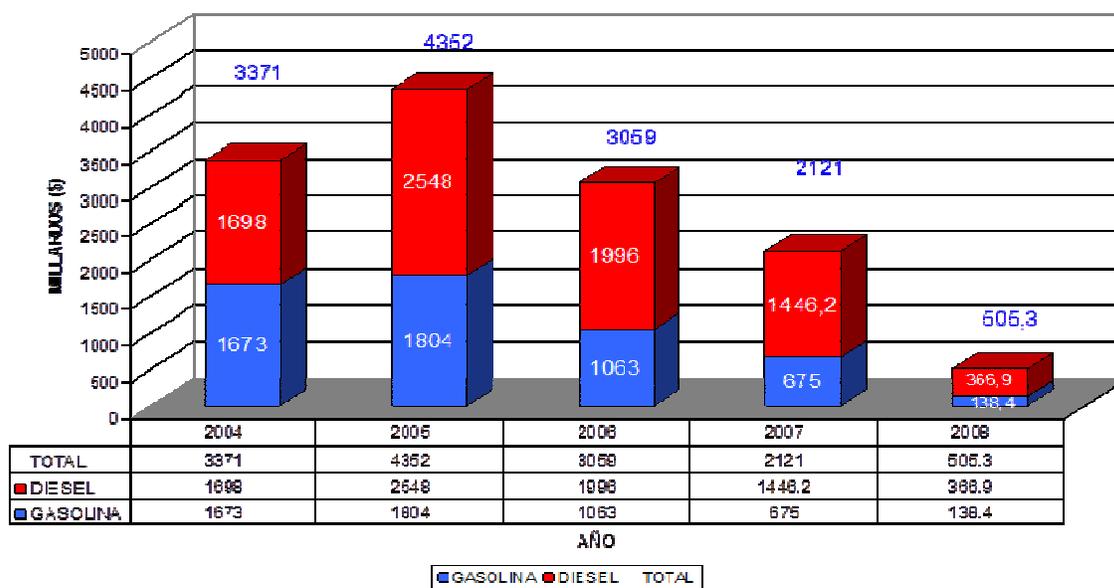
A mediados del 2011, el Ministerio de Minas y Energía mediante la Resolución 181047 de junio de 2011, implementó algunos cambios modificando el régimen de libertad vigilada a libertad regulada, estableciendo topes al precio máximo de venta al público de la Gasolina motor corriente oxigenada, la Gasolina motor corriente, el Diesel y la mezcla de Diesel con biocombustible, para las diferentes ciudades capitales del país y sus respectivas áreas metropolitanas; esto debido a algunas especulaciones por parte de los minoristas. 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.

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.

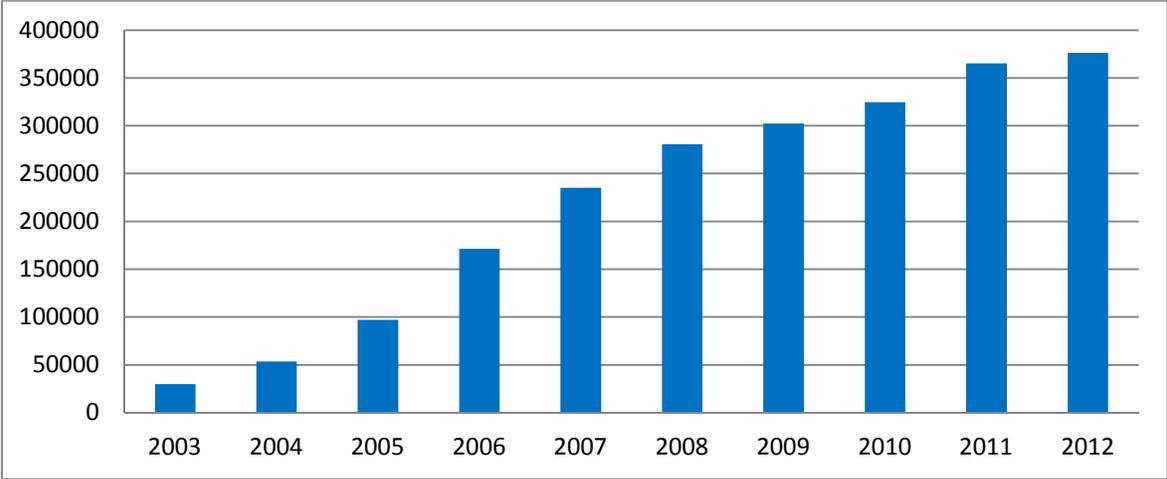
Fuente: Presentación Ministerio de Minas y Energía (2008).

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 sobre costo 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 100000 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).

Según 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 1.

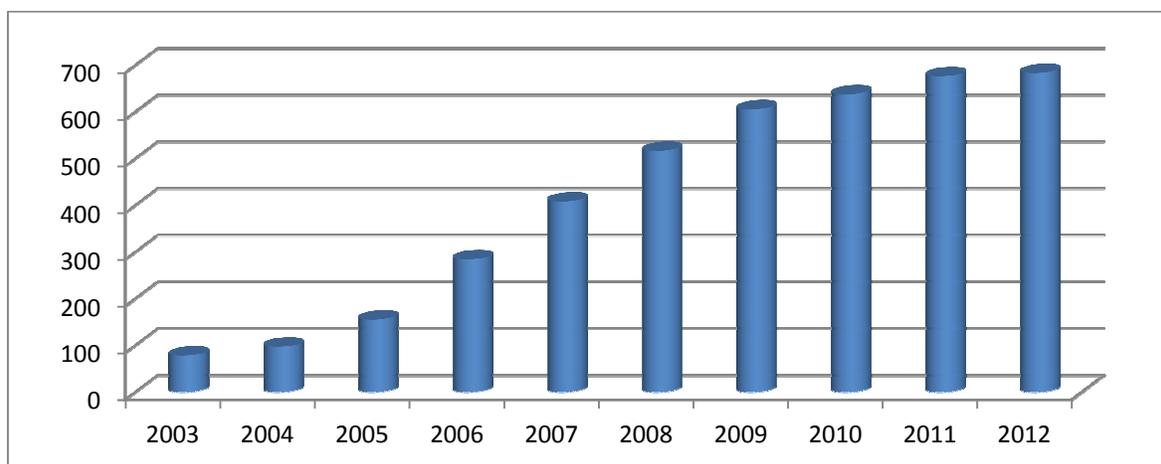
Gráfica 5
Número de Vehículos Convertidos a GNV 2003-2012



Fuente: SIMEC-UPME.

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; podemos observar en la Gráfica 6, como 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.

Gráfica 6
Estaciones de Servicio de GNV (2003-2012)



Fuente: SIMEC-UPME.

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 sea uno de los principales causantes de que el consumo de Diesel se mantenga con una tendencia creciente; 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 netamente 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.

4.2. 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 Mora (2002), 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 como 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:

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

Para el modelo AIDS, el sistema de ecuaciones de demanda se puede obtener a partir de la función de gasto:

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

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:

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

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, de la forma:

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

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 (7):

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

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 son respectivamente:

$$\sum_{i=1}^N \alpha_i = 1, \quad \sum_{i=1}^N \gamma_{ij} = 0 \quad \text{y} \quad \sum_{i=1}^N \beta_i = 0 \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^N \gamma_{ij} = 0 \quad (9)$$

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji} \quad (10)$$

Como se mencionó anteriormente, la estimación del modelo AIDS se lleva a cabo 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 en apariencia 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 (11), (12), (13):

$$\text{Elasticidad gasto: } 1 + \frac{\beta_i}{w_{it}} \quad (11)$$

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

$$\text{Elasticidad precio Hicksiana: } -I_A + \frac{\gamma_{ij}}{w_{it}} + w_{jt} \quad (13)$$

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 será mayor que 1 y se tratará de un bien de lujo.
 Si $\beta_i < 0 \Rightarrow$ la elasticidad ingreso será menor que 1 y se tratará de un bien necesario.

4.3. Revisión de la literatura

En cuanto a la 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, entre los cuales están: 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.

Por otra parte, Ramírez (2012) utiliza el Modelo Ideal de Demanda (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 durante enero 2006 y diciembre 2011. Se muestra un análisis de las elasticidades de la demanda asociadas a los cinco segmentos a estudiar: gaseosas, aguas, jugos, isotónicos y té. 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 jugo y el agua.

Quijano y Villadiego (2013) en su estudio de la aplicación del Modelo Casi Ideal de Demanda (AIDS) al Mercado de Carnes Frías en las Grandes Cadenas de Supermercados en Colombia, estiman la elasticidad gasto, precio y precio cruzada de la demanda para el mercado de carnes frías en Colombia con el fin de determinar en qué proporción los diferentes niveles de precios impactan las decisiones de los consumidores al preferir una marca con respecto a las otras.

También se han realizado trabajos como el de Massimo 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, Jean Rolle (1997) en su trabajo Estimation of Swiss Railway Demand with Computation of Elasticities, emplea 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, debido a que los propietarios de las estaciones de servicio de GNV lo toman como referencia 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.

Perdiguero (2009) en su trabajo *Dynamic Pricing in the Spanish Gasoline Market: A tacit collusion equilibrium*, 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.

5. METODOLOGÍA, VARIABLES Y DATOS

5.1. 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, 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 recurre al método de regresiones aparentemente no relacionadas o comúnmente conocido como el método SUR, el cual permite incluir la dependencia espacial contemporánea entre los términos de error en los sistemas de regresiones lineales.

De igual manera, se emplea estadística descriptiva de los datos para medir participación, tendencia y otras medidas básicas que puedan surgir.

Las principales ecuaciones utilizadas son:

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

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

$$\text{Elasticidad gasto: } 1 + \frac{\beta_i}{w_{it}} \quad (11)$$

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

$$\text{Elasticidad precio Hicksiana: } -I_A + \frac{\gamma_{ij}}{w_{it}} + w_{jt} \quad (13)$$

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); dentro de 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 $|\epsilon| > 1$ → demanda elástica, por lo tanto, la cantidad demandada varía más que proporcionalmente que el precio.
Si $|\epsilon| < 1$ → demanda inelástica, por lo que la cantidad demandada varía menos que proporcionalmente que el precio.
- 2) Elasticidad precio cruzada de la demanda que mide el cambio proporcional de la cantidad demandada del bien A ante el cambio de precio del bien B. Esta elasticidad será la que nos permitirá saber si la Gasolina, el Diesel y el GNV son sustitutos.
- 3) Elasticidad gasto de la demanda que mide las variaciones en la demanda ante variaciones en el gasto realizado sobre una canasta de bienes.

Utilizando datos de precios y teniendo como base la ecuación (4), se derivan las ecuaciones utilizadas para hacer las estimaciones de la participación de mercado de cada uno de los combustibles, las cuales se muestran a continuación:

$$wg_t = \alpha_g + \gamma_{gg} * \log(\text{preciog}) + \gamma_{gd} * \log(\text{preciod}) + \gamma_{ggnv} * \log(\text{preciognv}) + \beta_g * \log(xr) + e_{gt} \quad (14)$$

$$wd_t = \alpha_d + \gamma_{dg} * \log(\text{preciog}) + \gamma_{dd} * \log(\text{preciod}) + \gamma_{dgnv} * \log(\text{preciognv}) + \beta_d * \log(xr) + d1 + e_{dt} \quad (15)$$

$$wgnv_t = \alpha_{gnv} + \gamma_{gngv} * \log(\text{preciog}) + \gamma_{gnvd} * \log(\text{preciod}) + \gamma_{gnvgnv} * \log(\text{preciognv}) + \beta_{gnv} * \log(xr) + e_{gnt} \quad (16)$$

Dichas ecuaciones son estimadas mediante el método SUR, en el programa STATA y deben satisfacer los criterios de aditividad, homogeneidad y simetría.

Dado lo anterior, solo necesitamos correr dos ecuaciones y con base en la estimación de estas, se extraen los resultados de la tercera ecuación. En este caso decidimos estimar la participación de la Gasolina (WG) y el Diesel (WD), obteniéndose los resultados de la tercera ecuación correspondiente a la participación del GNV (WGNV).

5.2. Variables

Para la estimación del modelo AIDS se tendrá 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 que realizan 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 como 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.

5.3. Datos

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 desde el año 2003 hasta el año 2012. Se trabajarán datos de demanda de Gasolina Motor, demanda de Diesel y demanda de 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

Variables	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: Datos utilizados. Cálculos de los autores.

6. RESULTADOS

Las ecuaciones (14), (15) y (16) presentadas en la metodología, son estimadas mediante el método SUR, en el programa STATA. Cabe resaltar que dichas estimaciones cumplen con las restricciones paramétricas que se requieren para que el modelo sea consistente con la teoría de la demanda, es decir, satisfacen el criterio de aditividad, homogeneidad y simetría.

Dado lo anterior, solo necesitamos correr dos ecuaciones y con base en la estimación de estas, podemos extraer los resultados de la tercera ecuación. Teniendo en cuenta esto, se plantearon tres escenarios: Gasolina-Diesel, Gasolina-GNV y Diesel-GNV, obteniéndose resultados similares para cada uno de ellos (Anexos 1, 2 y 3).

Para los cálculos de las elasticidades, trabajamos con el escenario Gasolina-Diesel, obteniéndose los resultados de la tercera ecuación correspondiente al GNV. En la tabla 3 aparecen 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).

Tabla 3
Resultados de la estimación econométrica para los combustibles

Variable		Intercepto	Log(PG)	Log(PD)	Log(PGNV)	Log(XR)
WG	Coeff.	2.029804	0.8429634	-0.5990711	-0.2438923	-0.1092482
	Desv. Std.	(0.8739116)	(0.0513943)	(0.0409385)	(0.0260081)	(0.0449492)
WD	Coeff.	-2.363876	-0.5990711	0.4990156	0.1000556	0.1621859
	Desv. Std.	(0.7772013)	(0.0409385)	(0.043305)	(0.0254876)	(0.0408632)
WGNV		1.334072	-0.2438923	0.1000556	0.1438367	-0.0529377

Coefficientes significativos al 5%.

Fuente: Cálculo de los autores.

A cada variable utilizada se le realizó la prueba de Dickey –Fuller aumentado (ADF) teniendo como resultado que las series en algunas variables no son estacionarias (Anexo 4); sin embargo, estas no fueron diferenciadas debido a que

los residuales de la estimación si son estacionarios y por tanto no aplica que cada variable individualmente debe ser estacionaria.

De igual forma, se realizó la prueba de estacionariedad de los residuales, concluyendo que no es un modelo espurio (Anexo 5).

En la tabla 4 se presentan 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 al tener elasticidades positivas, lo cual es coherente con la teoría económica, ya que 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 (Anexo 6).

Tabla 4
Elasticidades gasto de la demanda

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

Entre paréntesis desviación estándar.

Fuente: Cálculo de los autores. (Anexo 6)

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. 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 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 ya que opera de manera más eficiente (Anexo 7).

Tabla 5
Elasticidades 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

Entre paréntesis desviación estándar.

Fuente: Cálculo de los autores. (Anexo 7)

Vale la pena resaltar que los resultados empíricos de este trabajo, con respecto a la elasticidad gasto y precio de la demanda de gasolina, concuerdan 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 e inelástico (Anexo 8).

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 demarcado, para la Gasolina la demanda está dada por motos, carros particulares y algunas camionetas, para el Diesel la demanda está dada 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, dejando en un segundo plano consideraciones de las variaciones en los precios.

En cuanto al Diesel y GNV se presenta 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 adquirir un vehículo. Es decir, debido a que solo los carros con motor a

Gasolina pueden ser convertidos a gas, entonces el potencial comprador siempre debe tener presente 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 como se mencionó anteriormente, por el nivel de precios de ambos combustibles y las variaciones que se presenten en los mismos (Anexo 9).

Tabla 6
Elasticidades Marshallianas precio cruzada de la demanda

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

Entre paréntesis desviación estándar.
Fuente: Cálculo de los autores. (Anexo 9)

	Gasolina	Diesel	GNV
Gasolina		Complementarios	Complementarios
Diesel	Complementarios		Sustitutos
GNV	Complementarios	Sustitutos	

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
Elasticidades Hicksianas precio cruzada de la demanda

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

Entre paréntesis desviación estándar.

Fuente: Cálculo de los autores. (Anexo 9)

	Gasolina	Diesel	GNV
Gasolina		Complementarios	Complementarios
Diesel	Complementarios		Sustitutos
GNV	Complementarios	Sustitutos	

7. CONCLUSIONES

Este trabajo permite entender mejor el comportamiento de la demanda de combustibles del sector transporte en Colombia a través de las elasticidades encontradas; y a su vez, permite observar de manera más detallada como la aparición de un combustible alternativo (que es 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.

Desde el punto de vista de 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 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, 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 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 como lo habíamos mencionado, ante incrementos en su precio y dada la posibilidad de utilizar un combustible alternativo (que es la Gasolina) los agentes prefieren disminuir su consumo.

A través del análisis de las elasticidades precio cruzadas de la demanda, se pudo establecer una relación de complementariedad entre la Gasolina-Diesel y entre la Gasolina-GNV, caso contrario a lo que ocurre con el Diesel-GNV donde se presenta 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 bastante 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 una variación positiva 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 cambiar o adquirir 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 que pudiera darse al extender 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 meses y en consecuencia, la disminución del precio de los combustibles 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 zona; pues como ya se había mencionado, 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.

BIBLIOGRAFIA

Caicedo García, Edgar; Tique Calderón, Evelyn. (2012). La nueva fórmula de la Gasolina y su potencial impacto inflacionario en Colombia. Economía, Banco de la Republica, Número 698, pags 2-25.

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

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

Filippini, M. (1995). Swiss Residential Demand for Electricity by Time-of-Use: an Application of the Almost Ideal Demand System. *The Energy Journal*, vol. 16, Número 1, pags 1-13.

Franco Rodríguez, Martín. (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

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

García, John; Montenegro, Carlos Mauricio; Velásquez, Ermilson. (2014). El Poder de Mercado en Industrias Minoristas de Gas Natural Vehicular, *Revista de Economía Aplicada*, vol. 22, pags 67-92.

Londoño Cano, Daniel; Londoño Zapata, Edwar; Ramírez Hassan, Andrés. (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, *Ecos de Economía*, Número 32, pags 39-58.

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

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

Ministerio de Minas y Energía (2012): Memorias al Congreso de la República 2011-2012, Bogotá Ministerio de Minas y Energía.

Mora, J. J. (2002). Introducción a la teoría del consumidor. De la preferencia a la estimación. *ICESI, enero*.

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

Perdiguero García, Jordi (2009). Dynamic Pricing in the Spanish gasoline market: A tacit collusion equilibrium. *Política Energética*, vol.38, Número 4, pags 1931-1937.

Quijano, Edgar Javier; Villadiego, Francisco Javier (2013). Aplicación del Modelo Casi Ideal de Demanda (AIDS) al mercado de Carnes Frías en las grandes Cadenas de Supermercados en Colombia.

Ramírez Suarez, Jorge Mario (2012). Aplicación de un modelo Casi Ideal de Demanda: El sector de Bebidas No Alcohólicas en Medellín Colombia, pags 3-30.

Rolle, J. (1997). Estimation of Swiss Railway Demand with Computation of Elasticities. *Transportation Research Part E: Logistic and Transportation Review*, vol. 33, Número 2, pags 117-127.

Rincón, Hernán (2010). Precios de los Combustibles e Inflación, Borradores de Economía, Banco de la República, Número 581, pags 1-23.

Thompson, W. (2004). Using Elasticities From an Almost Ideal Demand System? Watch Out for Group Expenditure. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 86, Número 4, pags 1008-1016.

UPME – MME (2002). Gas Natural Vehicular Una Alternativa para La Movilidad Limpia, pags 10-11.

UPME (2006). La Cadena del Gas Natural en Colombia, pags 9-122.

UPME (2009). Cadena del Petróleo, pags 1-139.

UPME (2011). Boletín Estadístico de Minas y Energía 1990 – 2010, pags 150-247.

UPME (2012). Boletín Estadístico de Minas y Energía 2007– 2011, pags 164-240.

UPME (2012). Proyección de Demanda de Combustibles Líquidos y GNV en Colombia, pags 4-59.

UPME (2013). Cadena del Petróleo, pags 1-207.

ANEXOS

Anexo 1

Resultados de la Estimación Econométrica Gasolina – Diesel

Seemingly unrelated regression						
Equation	Obs	Parms	RMSE	"R-sq"	chi2	P
g	120	3	.0305913	0.8699	883.46	0.0000
d	120	4	.0246032	0.8795	963.67	0.0000
(1) - [g]lnpd + [d]lnpg = 0 (2) [d]lnpg + [d]lnpd + [d]lnpgnv = 0 (3) [g]lnpg + [g]lnpd + [g]lnpgnv = 0						
	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
g						
lnpg	.8429634	.0513943	16.40	0.000	.7422325	.9436943
lnpd	-.5990711	.0409385	-14.63	0.000	-.6793092	-.5188331
lnpgnv	-.2438923	.0260081	-9.38	0.000	-.2948671	-.1929174
lngr	-.1092482	.0449492	-2.43	0.015	-.197347	-.0211494
_cons	2.029804	.8739116	2.32	0.020	.3169686	3.742639
d						
lnpg	-.5990711	.0409385	-14.63	0.000	-.6793092	-.5188331
lnpd	.4990156	.043305	11.52	0.000	.4141394	.5838918
lnpgnv	.1000556	.0254876	3.93	0.000	.0501007	.1500104
lngr	.1621859	.0408632	3.97	0.000	.0820956	.2422762
dummy_mes	-.005764	.0031444	-1.83	0.067	-.011927	.000399
_cons	-2.363876	.7772013	-3.04	0.002	-3.887162	-.8405892

Coefficientes Significativos al 5%.

Fuente: Cálculo de los autores.

Anexo 2

Resultados de la Estimación Econométrica Gasolina – GNV

Seemingly unrelated regression

Equation	Obs	Parms	RMSE	"R-sq"	chi2	P
gnv	120	3	.0112052	0.6740	178.81	0.0000
g	120	4	.030517	0.8705	933.86	0.0000

(1) $[gnv] \ln pg - [g] \ln pgnv = 0$
(2) $[gnv] \ln pg + [gnv] \ln pd + [gnv] \ln pgnv = 0$
(3) $[g] \ln pg + [g] \ln pd + [g] \ln pgnv = 0$

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
gnv						
lnpg	-.2568851	.0214274	-11.99	0.000	-.2988819	-.2148882
lnpd	.1300632	.0226029	5.75	0.000	.0857624	.174364
lnpgnv	.1268219	.0210766	6.02	0.000	.0855124	.1681314
lngr	-.071971	.0205331	-3.51	0.000	-.1122152	-.0317268
_cons	1.673113	.3874272	4.32	0.000	.9137701	2.432457
g						
lnpg	.8639778	.0508162	17.00	0.000	.7643799	.9635757
lnpd	-.6070927	.0436124	-13.92	0.000	-.6925714	-.521614
lnpgnv	-.2568851	.0214274	-11.99	0.000	-.2988819	-.2148882
lngr	-.1032557	.046342	-2.23	0.026	-.1940843	-.0124272
dummy_mes	.0131483	.0062457	2.11	0.035	.000907	.0253896
_cons	1.888643	.8970434	2.11	0.035	.1304699	3.646815

Coefficientes significativos al 5%.

Fuente: Cálculo de los autores.

ANEXO 3

Resultados de la Estimación Econométrica Diesel – GNV

Seemingly unrelated regression						
Equation	Obs	Parms	RMSE	"R-sq"	chi2	P
gnv	120	3	.0114214	0.6613	186.61	0.0000
d	120	4	.024801	0.8775	953.85	0.0000
<p>(1) $[gnv]lnpd - [d]lnpgnv = 0$ (2) $[gnv]lnpg + [gnv]lnpd + [gnv]lnpgnv = 0$ (3) $[d]lnpg + [d]lnpd + [d]lnpgnv = 0$</p>						
	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
gnv						
lnpg	-.2645461	.0217391	-12.17	0.000	-.307154	-.2219382
lnpd	.1167883	.0203555	5.74	0.000	.0768923	.1566844
lnpgnv	.1477578	.0188126	7.85	0.000	.1108857	.1846298
lngr	-.0661843	.0197405	-3.35	0.001	-.1048749	-.0274937
_cons	1.597565	.3768566	4.24	0.000	.8589398	2.33619
d						
lnpg	-.5825474	.0414564	-14.05	0.000	-.6638005	-.5012943
lnpd	.465759	.0390918	11.91	0.000	.3891406	.5423774
lnpgnv	.1167883	.0203555	5.74	0.000	.0768923	.1566844
lngr	.1884924	.03935	4.79	0.000	.1113678	.265617
dummy_mes	-.0145866	.0055428	-2.63	0.008	-.0254503	-.003723
_cons	-2.839854	.7560264	-3.76	0.000	-4.321638	-1.358069

Coefficientes Significativos al 5%.

Fuente: Cálculo de los autores.


```
. dfuller wgnv
```

```
Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs   =      119
```

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-2.479	-3.504	-2.889	-2.579

```
Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.1206
```

ANEXO 5 Prueba de Estacionariedad de los Residuales

```
.  
. sureg $fd $fg, constraints(7 8 9) notable noheader corr
```

```
Correlation matrix of residuals:
```

```
          d          g  
d  1.0000  
g -0.8421 1.0000
```

```
Breusch-Pagan test of independence: chi2(1) = 85.100, Pr = 0.0000
```

```
. predict residualesSUR, resid
```

```
.  
. dfuller residualesSUR
```

```
Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs   =      119
```

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-8.174	-3.504	-2.889	-2.579

```
Mackinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000
```

ANEXO 6
Elasticidades Gasto de la Demanda

. ****Elasticidades gasto****

.

. sum elast_gasto_g elast_gasto_d elast_gasto_gnv

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
elast_gast~g	120	.7914783	.0320594	.7029329	.8455425
elast_gast~d	120	1.403172	.0736283	1.282456	1.587771
elast_gast~v	120	-.3745354	.7438627	-2.157912	.378218

ANEXO 7
Elasticidades Precio de la Demanda

. ****Elasticidades precio****

.

. ***Marshallianas

. sum elast_m_gg elast_m_dd elast_m_gnvgnv

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
elast_m_gg	120	.7182102	.2473715	.3010486	1.40143
elast_m_dd	120	.0782978	.2265404	-.2931229	.6462739
elast_m_gn~v	120	2.787678	2.021144	.7423771	7.63328

.

.

. ***Hicksianas

.

. sum elast_h_gg elast_h_dd elast_h_gnvgnv

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
elast_h_gg	120	1.145716	.1636846	.8991029	1.659938
elast_h_dd	120	.6554393	.1570349	.4432625	1.084394
elast_h_gn~v	120	2.783031	2.00294	.7745781	7.597106

ANEXO 8
Comparativo elasticidades 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 y 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
Republica Dominicana	(Comisión Nacional de Energía, 2003)	Gasolina Gasoil GLP	-0.20 -0.29 -0.15	1.76 1.71 2.46

Fuente: Estimación de la Demanda de Combustibles en Republica Dominicana.

ANEXO 9

Elasticidades Marshallianas y Hicksianas precio cruzada de la demanda

. sum elast_m_gd elast_m_ggnv elast_m_dgnv elast_m_dg elast_m_gnvg elast_m_gnvd

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
elast_m_gd	120	-1.054681	.1478751	-1.458415	-.80436
elast_m_ggnv	120	-.4550072	.0675273	-.6459475	-.3422311
elast_m_dgnv	120	.23029	.0489863	.1578572	.3527538
elast_m_dg	120	-1.71176	.3488835	-2.586798	-1.14719
elast_m_gnvg	120	-5.541163	2.869568	-12.31539	-2.558346
elast_m_gnvd	120	3.12802	1.592837	1.430896	6.852288

.

.

. *Hicksianas

.

. sum elast_h_gd elast_h_ggnv elast_h_dgnv elast_h_dg elast_h_gnvg elast_h_gnvd

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
elast_h_gd	120	-.72849	.1059708	-1.054792	-.5710461
elast_h_ggnv	120	-.4172261	.0594231	-.6051461	-.3280568
elast_h_dgnv	120	.2970147	.0341136	.2295557	.3793704
elast_h_dg	120	-.952454	.1882073	-1.463764	-.6755593
elast_h_gnvg	120	-5.795943	3.354519	-13.84169	-2.364173
elast_h_gnvd	120	3.012912	1.352072	1.579291	6.244585