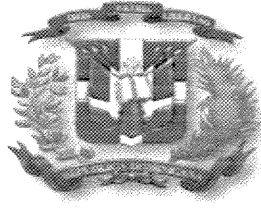


ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE COMBUSTIBLES EN REPÚBLICA DOMINICANA

Martín Francos Rodríguez

RESUMEN

Este documento tiene como propósito estimar las funciones de demanda agregada de los combustibles fósiles de uso común en la República Dominicana. En este sentido se estimaron funciones de demanda de gasolina (premium y regular), gasoil regular y gas licuado de petróleo (GLP), y así obtener las respectivas elasticidades precio e ingreso que permitan evaluar la sensibilidad de la demanda ante variaciones en sus determinantes. Conocer las variables que explican el consumo de los distintos tipos de combustibles fósiles y sus magnitudes puede ser de gran importancia para analizar el comportamiento de éstos ante diferentes escenarios de variaciones de sus determinantes, así como para realizar proyecciones. De esta forma, se contribuye a una mejor toma de decisiones de política económica, tanto a nivel macroeconómico dado el impacto de los combustibles fósiles en la balanza de pagos y en las finanzas públicas, así como a nivel microeconómico dado su incidencia en la formación de precios internos.



Secretariado Técnico de la Presidencia

10 de noviembre de 2006

Nos place enviarle anexo un ejemplar del documento: **“ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE COMBUSTIBLES EN LA REPÚBLICA DOMINICANA”**, elaborado por la Unidad de Análisis Económico del Secretariado Técnico de la Presidencia.

El objetivo de dicho documento es ofrecer un análisis sucinto de la evolución y desempeño de indicadores de interés de política económica y social, con miras a contribuir a la toma oportuna e informada de decisiones. Esperamos que su lectura le sea de utilidad.

Con sentimientos de consideración y estima, se despide,

Muy atentamente,


ING. JUAN TEMÍSTOCLES MONTÁS
Secretario Técnico de la Presidencia



*Secretariado Técnico de la Presidencia
Programa de Reforma del Poder Ejecutivo
Unidad de Análisis Económico*

SECRETARIO TECNICO DE LA PRESIDENCIA

Juan Temístocles Montás

ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE COMBUSTIBLES EN REPÚBLICA DOMINICANA

AUTOR

Martín Francos Rodríguez¹

COORDINACIÓN TÉCNICA

Magdalena Lizardo

SERIE

Texto de Discusión No. 6

Octubre, 2006

¹ Las opiniones expresadas en este documento son de la exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Institución. Se agradece la asistencia de investigación de Johanna Félix y Beverly Fernández, y los aportes de los demás miembros de la Unidad de Análisis Económico. Cualquier observación sobre el contenido, favor dirigirla a mfrancos@pro-reforma.gov.do.

CONTENIDO

I.	Introducción.....	4
II.	Revisión bibliográfica.....	5
III.	Marco teórico y analítico.....	8
IV.	Modelos econométricos y métodos de estimación	10
V.	Los datos.....	11
	V.1 Prueba de raíz unitaria	13
VI.	Resultados.....	14
VII.	Conclusiones.....	17
VIII.	Bibliografía.....	19
Anexo	21

I. Introducción

¿Cuál es el efecto del aumento del precio internacional del petróleo en la factura petrolera y la balanza de pagos? ¿Cuál es el impacto en la demanda de combustibles derivados del petróleo? Para contestar a estas preguntas, es necesario conocer de qué depende y cómo responden los consumidores ante los cambios en factores de demanda, dado que la oferta de combustibles fósiles puede considerarse exógena para el caso dominicano.

A fin de estudiar los efectos que tienen los precios de los combustibles fósiles en la economía dominicana, es necesario estimar las demandas de éstos. El objetivo principal del presente documento es estimar econométricamente funciones de demanda de los combustibles de mayor importancia en el país. Los combustibles seleccionados fueron la gasolina premium, gasolina regular, gasoil regular y gas licuado de petróleo (GLP), los cuales representan un 70% del mercado de combustibles.

Los combustibles derivados del petróleo son una fuente imprescindible de provisión de energía para el funcionamiento de una economía moderna y su demanda se ha incrementado con el aumento de la población y el desarrollo económico. Ante la ausencia de sólidas fuentes de energía alternativa, el petróleo se ha convertido en el *commodity* más transado del mundo.

Países que son importadores netos, como la República Dominicana, están sujetos a los vaivenes de la oferta y la demanda mundial de petróleo, y a las fluctuaciones que éstos provocan en el precio internacional, lo que constituye una potencial fuente de desestabilización macroeconómica. De ahí la importancia de estudiar el comportamiento de este mercado particular.

La estimación de demandas de combustibles fósiles, sus determinantes y magnitudes tiene diversos beneficios para la política económica. Una de esas ventajas es hacer predicciones de corto plazo para diferentes escenarios de las variables determinantes, lo cual puede ser importante tanto para las instituciones importadoras de combustibles, como para las autoridades fiscales y monetarias que evalúan el impacto en las recaudaciones fiscales y en la balanza de pagos. Asimismo, es factible analizar posibles distorsiones en el consumo creado por la estructura de tributos sobre los combustibles.

El presente trabajo presenta dos diferencias metodológicas importantes respecto a otros estudios para República Dominicana. Primero, en vez del precio de importación, se considera el precio de venta de los combustibles al público, que es el precio final al cual los consumidores o demandantes son sensibles². Segundo, se utilizaron datos trimestrales, lo

² Esto es particularmente importante antes del 2001 (cuando se empezó a aplicar la Ley 112-00), ya que los precios internos de los combustibles no se ajustaban de forma periódica, sino de manera discrecional cuando el ciclo político lo permitía y cuando había diferencias considerables entre el precio de importación y el local que atentaban seriamente contra la estabilidad macroeconómica.

cual también tiene algunas ventajas. Por una parte, se evita emplear datos de un pasado lejano (como ocurriría si se recurriera a datos anuales) y se concentra más en el comportamiento de los últimos años, obteniéndose elasticidades más acordes con la realidad económica actual. Por otra parte, permite utilizar un mayor número de observaciones y, por ende, más grados de libertad, lo que repercute en mejores estimadores.

Este trabajo está organizado de la manera siguiente: la sección dos provee un breve resumen de la literatura sobre el tema; la sección tres explica el marco teórico y conceptual; la sección cuatro presenta el modelo econométrico y en la sección cinco se muestran los resultados encontrados. Finalmente, siguen las conclusiones.

II. Revisión bibliográfica

El estudio de la demanda de combustibles cobró especial interés luego del primer gran *shock* petrolero del año 1973, en el cual los precios del petróleo casi se cuadruplicaron, pasando el precio del barril de US\$3 a US\$11, lo que ocasionó serios efectos en las estructuras productivas de la mayoría de países. En los países subdesarrollados, importadores netos de hidrocarburos, el impacto negativo provocó una caída de los términos de intercambio, los cuales ya estaban bastante deteriorados en relación a los países industrializados. Adicionalmente, la implementación de medidas de ahorro en los países subdesarrollados fue difícil en la práctica, ya que, por sus características tecnológicas, requerían un uso intensivo de combustibles derivados del petróleo.

Los estudios realizados han tenido mayor énfasis en el análisis de la demanda de gasolina debido a su fuerte incidencia en el ingreso de los consumidores y la importancia que tienen estos combustibles en las actividades de transporte, dado que es el carburante mayormente utilizado en los automóviles de uso particular. Asimismo, la poca disponibilidad de datos para otros combustibles, ha influido para que exista una mayor cantidad de estudios para la gasolina (Comisión Nacional de Energía McRae 1994).

A continuación se describen algunos estudios que analizan las principales características de la demanda por combustibles en varios países, haciendo énfasis en aquéllos para países en desarrollo y particularmente el caso latinoamericano. Al final de esta sección se presenta una tabla resumen con los resultados de los diferentes estudios.

Bentzen (1994) estima las elasticidades de corto y largo plazo de la demanda de gasolina para Dinamarca usando datos anuales para el período 1948-1991. La variable dependiente es el consumo per cápita de gasolina, utilizando como variables explicativas: el precio del combustible, el stock de vehículos per cápita y una tendencia temporal que representa el aumento en la eficiencia de los vehículos. La estimación es realizada aplicando un modelo de corrección de errores según la metodología de Engle y Granger (1987). Este autor encuentra una relación estable de largo plazo entre las variables, con elasticidades precio e ingreso de -0.41 y 1.04, respectivamente.

Siguiendo esta metodología, Eltony y Al-Mutairi (1995) estimaron la demanda de gasolina en Kuwait para el período 1970-1989. Los resultados arrojaron una elasticidad precio de -0.46 y una elasticidad ingreso de 0.92.

Ramanathan (1999) estudia la demanda de gasolina en India utilizando técnicas de cointegración y corrección de errores de Engle y Granger para analizar la conducta de corto y largo plazo de los consumidores, en el período 1972/73-1993/94, pero en lugar de usar stock de vehículos per cápita como variable de escala, utiliza el PIB per cápita y no incluye tendencia determinística. Los valores estimados para las elasticidades precio e ingreso de largo plazo fueron -0.32 y 2.68. Es interesante notar la elevada elasticidad ingreso y la baja elasticidad precio encontradas por Ramanathan en la India. Éste y otros autores atribuyen la baja magnitud de la elasticidad precio a los bajos niveles de consumo de combustible y crecimiento económico de la India, así como al importante rol de la energía para el crecimiento en países subdesarrollados. La importancia del crecimiento económico en la demanda de combustibles se explica a su vez por la elevada elasticidad ingreso de éstos. Una mejora gradual en el crecimiento económico requiere inversiones en vehículos y cancela parcialmente los efectos adversos de los precios de los combustibles en la cantidad demandada.

Siguiendo la misma metodología, Cheung y Thomson (2004) realizan estimaciones para China y encuentran que para el período entre 1980-1999, la demanda de gasolina fue relativamente inelástica a cambios en el precio, tanto en el corto como en el largo plazo, con elasticidades de -0.19 y -0.56 respectivamente. La elasticidad ingreso de corto plazo es 1.64 y la de largo plazo 0.97, implicando que el consumo de gasolina es cercano al crecimiento de la economía. Es preciso destacar que la elasticidad ingreso de largo plazo es menor que la del corto plazo, lo cual, según los autores, se debe a que el crecimiento económico de China y su consecuente aumento en el ingreso disponible, ha provocado que la tenencia de vehículos y el consumo de gasolina se dispare.

Pasando a los países latinoamericanos, Haro e Ibarrola (2000) estiman diferentes funciones de demanda para regiones fronterizas de México con Estados Unidos, con el objetivo de analizar y determinar la sensibilidad de la demanda de gasolina comercializada en la zona fronteriza y estatal del norte de México, donde encuentran elasticidades precio de -0.312 e ingreso de 0.402.

Amengual y Cubas (2002) estiman las demandas de gasolina y gasoil para Uruguay mediante un VAR (vectores autorregresivos) utilizando el método de cointegración de Máxima Verosimilitud con Información Completa de Johansen (Johansen y Juselius 1990). Las elasticidades precio encontradas para la gasolina y el gasoil, son de -0.77 y -0.45, respectivamente, mientras que las elasticidades ingreso fueron 0.60 y 1.71. La metodología utilizada permite además calcular la elasticidad cruzada³, la cual en la demanda de gasoil es de 0.34 y en la de gasolina 0.24. Asimismo, encuentran que la omisión de la elasticidad cruzada no permite apreciar la verdadera interrelación entre los mercados vía cambios en los precios relativos, al tiempo que introduce un fuerte sesgo hacia la baja en la elasticidad

³ La elasticidad cruzada es la sensibilidad de la demanda de un bien a las variaciones en el precio de otro bien.

precio de la gasolina. Se concluye que la demanda de gasolina resulta ser significativamente más elástica que la de gasoil, y que el grado de sustitución entre ambos combustibles es también estadísticamente significativo. Al respecto, la elevada magnitud de la elasticidad cruzada del gasoil respecto al precio de la gasolina, superior a la elasticidad respecto al propio precio, evidencia una fuerte sustitución entre la gasolina y el gasoil.

Para el caso de Perú, Cordano (2005) realiza una estimación para la demanda de gasolinas de 84, 90 y 97 octanos, diesel, kerosén y gas licuado de petróleo, utilizando un esquema de retardos distribuidos autorregresivos⁴, con el objeto de calcular las elasticidades precio e ingreso de estos combustibles y poder realizar ejercicios de simulación sobre la sensibilidad de la demanda ante *shocks* en sus determinantes. El análisis de las elasticidades precio arroja que la gasolina de mayor octanaje presenta mayor sensibilidad ante variaciones en su precio, lo cual, según el autor, sería resultado de que este combustible presenta el mayor precio, y por tanto podría ser sustituido por otro tipo de gasolina de menor octanaje. Los combustibles menos sensibles al precio son el kerosén y el GLP, hecho que se explicaría por la necesidad de su consumo para cocina y alumbrado en un gran número de hogares y la ausencia de sustitutos adecuados de estos productos. La demanda de diesel o gasoil presenta una elasticidad precio intermedia entre gasolinas, GLP y kerosén. Por otra parte, la elasticidad ingreso permite analizar el carácter superior o inferior de los combustibles en el mercado. En el caso de las gasolinas, las de mayor octanaje son un bien superior respecto de las otras, es decir que ante incrementos en los ingresos de los consumidores, la demanda de gasolina de 97 octanos se incrementará en mayor proporción que otros tipos de gasolinas. En el caso del kerosén y GLP, por las elasticidades ingreso, éste último sería un bien superior en relación al kerosén; sin embargo, existe una relación de sustitución donde la elasticidad cruzada del kerosén (respecto al precio del GLP) de 0.519, es menor que la del GLP (respecto al precio del kerosén) de 0.653, por lo que si se aumentan los impuestos al GLP, el consumo de kerosén podría aumentar.

En República Dominicana, los antecedentes publicados sobre el tema son muy escasos. La Comisión Nacional de Energía (2003) realizó un estudio sobre la demanda de energía y estimó funciones de demanda para la gasolina, gasoil y GLP, entre otros. En el caso de la gasolina, debido a la inestabilidad estructural, se estimó una ecuación lineal utilizando datos anuales para el período 1980-2001, siendo las variables explicativas el PIB per cápita, el precio de importación de la gasolina y una variable binaria para diferenciar los datos del período 1987-89, los cuales argumentan no son confiables. Las elasticidades respecto al PIB per cápita y precio de importación corresponden a 1.76 y -0.20, respectivamente⁵. En el caso de la demanda de gasoil, se estimó un modelo log-lineal para el período 1976-2001, obteniéndose elasticidades respecto al PIB y al precio de importación del gasoil de 1.71 y -0.29, respectivamente. Finalmente, en el caso del GLP, al igual que en la gasolina, debido a la inestabilidad estructural, se adoptó un modelo lineal en las variables para el período 1980-2001, para el PIB per cápita y el precio de importación del GLP y la variable binaria

⁴ Conforme la metodología propuesta por Pesaran, Shin et al. (2001).

⁵ Para el cálculo de las elasticidades, como el modelo estimado es lineal $Q = \alpha_0 + \alpha_1 P + \alpha_2 I$, las elasticidades precio e ingreso corresponden a $\beta_1 = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \frac{\bar{P}}{\bar{Q}}$ y $\beta_2 = \frac{\Delta Q}{\Delta I} \frac{\bar{I}}{\bar{Q}}$ respectivamente, donde \bar{P} , \bar{Q} y \bar{I} representan el precio, cantidad e ingreso promedio del período 1996-2001.

para el período 1987-89, obteniéndose unas elasticidades (promedio) para el período 1996-2001 de 2.46 y -0.15 en el caso del producto y el precio, respectivamente.

Tabla 1
Comparativo elasticidades de combustibles

País	Autor(es)	Combustible	Elasticidad precio	Elasticidad ingreso
Dinamarca	(Bentzen 1994)	Gasolina	-0.41	1.04
Kuwait	(Eltony y Al-Mutairi 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	-0.77	0.60
		Diesel	-0.45	1.71
Perú	(Cordano 2005)	Gasolina 97	-1.69	0.64
		Gasolina 90	-0.85	0.44
		Gasolina 84	-0.64	0.25
		Diesel 2	-0.43	0.69
		Kerosén	-0.27	0.41
		GLP	-0.25	0.49
República Dominicana	(Comisión Nacional de Energía 2003)	Gasolina	-0.20	1.76
		Gasoil	-0.29	1.71
		GLP	-0.15	2.46

III. Marco teórico y analítico

La teoría del consumidor tradicional sostiene que la demanda de un bien X , depende de su precio, el precio de los bienes sustitutos y complementarios y del ingreso, así como gustos y preferencias. En este sentido, los trabajos empíricos sobre demanda de combustibles, consideran el precio del combustible en cuestión, el precio de otro(s) combustible(s) como sustituto(s), y el Producto Interno Bruto (PIB) como medida de ingreso o actividad económica; son escasos los trabajos que incluyen el precio de bienes complementarios a los combustibles. En realidad, dado que lo importante es el poder adquisitivo del ingreso y que éste es “disputado” por una gran cantidad de productos y servicios, lo que los consumidores toman en cuenta al momento de considerar la demanda de bienes, es el precio relativo de los mismos. De igual modo, el ingreso relevante es el ingreso real. Es por esto que al momento de estimar las demandas, se considera el ingreso y los precios de los combustibles, relativo a una canasta de bienes, conocida comúnmente como índice de precios al consumidor (IPC).

Tal como se mencionó en la introducción, el mercado de hidrocarburos tiene algunas particularidades respecto a otros mercados. Entre las características del mercado de combustibles derivados del petróleo de la República Dominicana, se encuentran la alta

dependencia de los precios internacionales del petróleo, hecho más frecuente desde el año 2001 con la entrada en vigencia de la Ley 112-00 que rige el mercado de los combustibles fósiles, y que dispone la actualización semanal de los precios según las variaciones del mercado internacional. El hecho de que los precios vengan determinados por factores exógenos y no del mercado interno, permite analizar la demanda de combustibles sin necesidad de analizar la oferta, evitando utilizar modelos estructurales de mayor complejidad y que en algunos casos imponen restricciones que no guardan relación con la teoría económica.

La concentración de la oferta, la cual depende, en el caso de los combustibles fósiles de uso general, fundamentalmente de la Refinería Dominicana de Petróleo, es otra de las características de este peculiar mercado. Una muestra es que para el primer semestre del año 2006, el 100% de las importaciones de gasolina premium y regular estuvo a cargo de REFIDOMSA, así como el 78% del gasoil regular y 48% del GLP.

Asimismo, el mercado de hidrocarburos está conformado por una fuerte carga de impuestos especiales y subsidios que provocan la distorsión de los precios relativos de los diferentes combustibles y la consecuente distorsión de las decisiones de consumo. En la Tabla 2 se observa la composición de los precios de venta al público para los combustibles analizados en este trabajo, en la semana del 29 de abril al 6 de mayo de 2006. Si bien más del 50% del precio de los combustibles analizados corresponde al precio de paridad de importación (el cual considera el precio internacional del combustible, seguro, flete, tasa de cambio y otros), alrededor de un 30-35% del precio de las gasolinas, y 20% en el caso del gasoil, corresponde a impuestos. En el caso del GLP ocurre una paradoja, pues mientras se subsidia con RD\$17.35 por galón, se cobra un impuesto *advalorem* de 13% del precio de importación, el cual sustituyó a la comisión cambiaria a partir de la reforma tributaria de la Ley 557-05 del 8 de diciembre de 2005. Finalmente, alrededor del 12% del precio de gasolinas y gasoil corresponde a comisiones y márgenes de intermediación.

Tabla 2
Estructura precios de los combustibles
% del precio final

	Gasolina Premium	Gasolina Regular	Gasoil Regular	GLP Subsidiado
Precio paridad importación	52.8	54.9	67.5	100.1
Impuesto (subsidio) específico	28.2	26.0	11.4	-43.2
Impuesto <i>advalorem</i>	6.9	7.1	8.8	13.0
Margen distribuidor	2.7	2.3	2.1	12.2
Margen detallista	7.6	7.6	7.5	11.1
Comisión transporte	1.9	2.1	2.7	6.8
Precio venta al público	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Secretaría de Estado de Industria y Comercio, semana del 29 de abril al 6 de mayo de 2006.

Sin embargo, de los elementos que componen el precio final de los combustibles, el que presenta mayores variaciones es el precio de paridad de importación, el cual depende fundamentalmente de los movimientos en el precio internacional del petróleo y el tipo de

cambio. De ahí que haya una alta correlación en los precios internos de los distintos combustibles derivados del petróleo, tal como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3
Matriz de correlaciones del logaritmo de los precios de combustibles

	Gasolina Premium	Gasolina Regular	Gasoil Regular	GLP
Gasolina premium	1.000	0.999	0.997	0.871
Gasolina regular	0.999	1.000	0.998	0.867
Gasoil regular	0.997	0.998	1.000	0.874
GLP	0.871	0.867	0.874	1.000

Nota: El período del cálculo es 1997Q1-2006Q1, excepto el GLP (2000Q4-2006Q1)

Debido a la restricción de los datos obtenidos, no es posible analizar la estructura de la demanda de los distintos combustibles según el usuario. Esta restricción es la que obliga a estimar las demandas de los combustibles de manera agregada, sin discriminar según el uso final. Una estructura de demanda desagregada por sectores (transporte, residencial, industrial, etc.) sería de gran utilidad para la estimación de demanda sectoriales y conocer mejor el comportamiento del consumo de estos combustibles.

IV. Modelos econométricos y métodos de estimación

Las funciones de demanda se estimaron utilizando técnicas econométricas de series de tiempo. En las décadas de los cincuenta y sesenta se desarrollaron modelos estructurales de ecuaciones simultáneas como funciones estadísticas que expresaban el comportamiento de las variables económicas en la realidad. Sin embargo, este tipo de modelos con el tiempo presentaron deficiencias y fueron sometidos a fuertes críticas. Una de las principales críticas (Granger y Newbold 1974) es que la utilización de series de tiempo que presentan comportamiento no estacionario o integradas⁶ generan una relación falsa o espuria.

En la década de 1980 surgieron estudios cuyo interés era resolver el problema del análisis de series no estacionarias y las relaciones espurias, desarrollándose diferentes técnicas para analizar la estacionariedad y orden de integración de las variables (Dickey y Fuller 1979; Phillips y Perron 1988) y, en el caso de regresiones multivariadas, si existe cointegración entre éstas (Engle y Granger 1987; Johansen 1988; Johansen 1991). El problema de las series no estacionarias es que los parámetros estimados por mínimos cuadrados ordinarios son inconsistentes y el estimador de la varianza diverge, por lo que los test F y t dejan de ser válidos.

⁶ Un proceso estocástico y_t es débilmente estacionario o de covarianza estacionaria si $E[y_t]$ es independiente del tiempo, $\text{var}[y_t]$ es constante e independiente del tiempo y $\text{cov}[y_t, y_s]$ es una función de $t-s$, pero no de t o s .

El concepto de cointegración consiste en que para una regresión entre dos o más variables no estacionarias o integradas de primer orden I(1), los residuos de la regresión tienen que ser estacionarios o integrados de orden cero I(0), a fin de que las variables cointegren, y por lo tanto exista una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables. Supongamos que Y y X son dos variables I(1), entonces si $Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + u_t$, si u es I(0), entonces existe cointegración entre Y y X .

Sin embargo, en el corto plazo puede haber desequilibrios. En consecuencia, se puede tratar el residuo como el “error de equilibrio” y se puede utilizar éste para atar el comportamiento de corto plazo con su valor de largo plazo. El mecanismo de corrección de errores (ECM, por sus siglas en inglés) es el encargado de explicar la dinámica de corto plazo, incluyendo la forma en que ajustan los desequilibrios. El modelo de corrección de errores se representa por:

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \sum_{k=0}^m \alpha_k \Delta X_{t-k} + \sum_{h=1}^n \theta_h \Delta Y_{t-h} + \lambda [Y_{t-1} - \beta_1 - \beta_2 X_{t-1}] + e_t$$

El modelo econométrico y el método de estimación considerado en este trabajo es similar a la mayoría de los estudios señalados anteriormente, los cuales emplean el enfoque de cointegración. La forma funcional general corresponde a un modelo log-lineal, ampliamente utilizada en estimaciones de demanda, incluyendo demandas de combustibles, debido a que sus coeficientes son elasticidades constantes, y que se representa como:

$$\ln Q_t^i = \beta_0 + \beta_1 \ln P_t^i + \beta_2 \ln P_t^j + \beta_3 \ln Y_t + u_t$$

donde i representa el combustible estimado, j el combustible sustituto, Q es la cantidad demandada, P es el precio real, Y el ingreso, u es un error aleatorio y t el período de la observación.

Este modelo asume en su forma no lineal una función de demanda del tipo Cobb-Douglas, $Q_d^i = A P_i^{\beta_1} P_j^{\beta_2} Y^{\beta_3} e^u$, donde A es una constante, u es un error aleatorio y β_1 , β_2 y β_3 son las elasticidades precio propio, precio sustituto e ingreso⁷, respectivamente.

V. Los datos

Se estimaron las ecuaciones de demanda señaladas, utilizando datos trimestrales para el período 1997Q1-2006Q1, con un total de 37 observaciones. Las series de consumo (en miles de barriles), de gasolina premium, gasolina regular, gasoil y GLP, así como los precios (pesos por galón) de las mismas provienen de la Secretaría de Estado de Industria y

⁷ A diferencia del estudio referido en la nota al pie 5, las elasticidades precio e ingreso se obtienen de linealizar la función de demanda aplicando logaritmo natural en ambos lados de la ecuación y derivando respecto a las variables precio e ingreso: $\frac{\partial \ln Q_t^i}{\partial \ln P_t^i} \approx \frac{\Delta Q_t^i}{\Delta P_t^i} \frac{P_t^i}{Q_t^i} = \beta_1$, $\frac{\partial \ln Q_t^i}{\partial \ln P_t^j} \approx \frac{\Delta Q_t^i}{\Delta P_t^j} \frac{P_t^j}{Q_t^i} = \beta_2$ y $\frac{\partial \ln Q_t^i}{\partial \ln Y} \approx \frac{\Delta Q_t^i}{\Delta Y} \frac{Y}{Q_t^i} = \beta_3$.

Comercio (SEIC)⁸. Se consideraron los precios en términos reales, para lo cual se deflactaron con el Índice de Precios al Consumidor (IPC) publicado por el Banco Central (BC). Como medida de ingreso o actividad económica, se utiliza el Producto Interno Bruto a precios del 1970 del Banco Central.

En el caso particular de la demanda por gasoil, dadas las deficiencias del sistema eléctrico y la elevada tenencia de plantas eléctricas de “emergencia” por parte de empresas y familias para satisfacer las necesidades energéticas cuando ésta no puede ser suplida por las empresas eléctricas, se incluyó una variable adicional que toma en cuenta la oferta eléctrica disponible para los consumidores. A medida que la oferta eléctrica es menor (un aumento del déficit eléctrico), la demanda de gasoil tenderá a incrementarse debido al mayor uso de los generadores eléctricos particulares.

Tabla 4

Variable	Definición	Unidad medida
GASPREM	Consumo de Gasolina Premium	Millones de barriles
GASREG	Consumo de Gasolina Regular	Millones de barriles
GLP	Consumo de Gas Licuado de Petróleo	Millones de barriles
DIESEL	Consumo de Diesel o Gasoil Regular	Millones de barriles
IPC	Índice de Precios al Consumidor	Índice enero 1999 = 100
PGASPREM	Precio de Gasolina Premium	Pesos/galón
PGASREG	Precio de Gasolina Regular	Pesos/galón
PGLP	Precio del Gas Licuado de Petróleo	Pesos/galón
PDIESEL	Precio de Diesel o Gasoil Regular	Pesos/galón
PIB70	Producto Interno Bruto	Precios de 1970
OFERTAELECT	Consumo total de energía eléctrica ⁹	Miles de Kwh

Se utilizaron variables dicótomas para captar posibles efectos de estacionalidad, pero las mismas no fueron significativas en la mayoría de los trimestres para cada una de las ecuaciones, por lo que se prefirió excluirlas de la estimación y tampoco considerar desestacionalizar mediante algún otro método.

Del mismo modo, se incluyó una variable dicótoma para captar el efecto de las modificaciones legales establecidas en la Ley 112-00, la cual a partir del 8 de diciembre de 2000 ajustó al alza los precios de los combustibles, modificó la estructura impositiva, estableció ajustes semanales en los precios locales según la evolución de los costos internacionales y dispuso la indexación del impuesto cada tres meses, para conservar el poder adquisitivo del mismo. Finalmente, esta variable fue descartada por no ser significativa.

⁸ En el caso del GLP, se utilizó tanto el precio subsidiado como el no subsidiado, aunque el primero fue el que resultó significativo.

⁹ Equivale a la oferta eléctrica disponible, que es igual a la producción total de energía descontando las pérdidas en transmisión y distribución.

Asimismo, se incluyeron variables relacionadas con el stock del parque vehicular, pero su efecto estaba muy relacionado con la variable de ingreso, ya que no fue posible desagregar los vehículos según el tipo de combustible consumido, por lo que también se prefirió excluir finalmente esta variable.

Se utilizó también una variable de tendencia para medir el aumento de eficiencia en el consumo, sin embargo esta variable no fue significativa, debido quizás a que el período utilizado en la muestra no fue muy largo. Lo mismo sucedió al utilizar la población para medir el ingreso o el consumo en términos per cápita.

En la Tabla 4 y Tabla 5 se presentan las variables finalmente incluidas y sus principales estadísticos descriptivos.

Tabla 5
Datos estadísticos

	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desv. Est.
GASPREM	374.4	369.0	486.0	304.7	48.7
GASREG	1,638.7	1,648.6	1,926.1	1,336.0	178.0
GLP	1,708.3	1,574.2	2,586.1	1,386.4	278.3
DIESEL	1,660.5	1,685.6	2,159.0	1,119.8	188.4
IPC	148.3	119.8	266.2	88.5	62.7
PGASPREM	54.9	39.5	129.9	27.9	32.9
PGASREG	48.1	34.6	115.6	22.0	30.8
PGLP	24.1	25.0	42.0	14.0	8.1
PDIESEL	33.6	21.8	94.6	12.9	25.9
PIB70	1,682.9	1,682.0	2,288.3	1,171.0	245.5
OFERTAELECT	1,352,768.0	1,314,429.0	1,771,287.0	939,435.0	227,949.3

V.1 Prueba de raíz unitaria

Para comprobar la existencia de raíz unitaria en las variables, se utilizó la prueba *Dickey-Fuller Aumentado*, para cada una de las variables transformadas en logaritmos, la cual consiste en someter a prueba el siguiente modelo:

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \delta + \beta \text{tendencia} + \alpha_1 \Delta y_{t-1} + \alpha_2 \Delta y_{t-2} + \alpha_3 \Delta y_{t-3} + \dots + \alpha_k \Delta y_{t-k} + \varepsilon_t$$

bajo $H_0 : \gamma = 0$

El número de rezagos se determinó utilizando el criterio de información de *Schwarz* (SIC) y los resultados de la prueba se muestran en la Tabla 6. Las variables resultaron ser no estacionarias a un nivel de significancia de 10% y 5%, excepto el consumo de gasoil que fue al 1%. Por tanto, será necesario verificar la cointegración de las variables.

Tabla 6
Prueba de Dickey-Fuller Aumentada, H0: Existe raíz unitaria

	Rezagos	Intercepto	Tendencia	Estadístico “t”	Prob.*
ln(GASPREM)	0	X		-2.0836	0.2521
ln(GASREG)	0			0.0371	0.6882
ln(GLP)	0	X		-2.5712	0.1082
ln(DIESEL)	0	X	X	-3.8062	0.0277
ln(PGASPREM/IPC)	0	X	X	-2.3550	0.3955
ln(PGASREG/IPC)	0	X	X	-2.8129	0.2021
ln(PGLP/IPC)	2	X	X	0.4239	0.9956
ln(PDIESEL/IPC)	0	X	X	-2.4744	0.3380
ln(PIB70)	4	X	X	-2.0610	0.5462
ln(ofertaelect)	0	X		-2.2383	0.1969

*Valores de probabilidad de MacKinnon (1996).

VI. Resultados

Una vez comprobada la existencia de raíz unitaria en todas las variables, se procedió a hacer las estimaciones, utilizando la forma funcional log-lineal presentada en la sección anterior e incluyendo, además de las variables mencionadas, rezagos de las mismas, para tomar en cuenta la persistencia en el tiempo. El número de rezagos fue seleccionado según el criterio de información de *Schwarz (SIC)*.

Dada la existencia de raíz unitaria en las variables, se probó la existencia de cointegración, es decir, de una relación estadística de largo plazo de las variables de cada una de las ecuaciones, mediante la aplicación del test de raíz unitaria a los residuos (Tabla 7), rechazándose la hipótesis nula en todos los casos, por lo que se concluye que las 4 ecuaciones cointegran¹⁰. Sin embargo, al estimar el modelo de corrección de errores, no se encontraron beneficios importantes de la dinámica de corto plazo, ya que las variables explicativas (precios e ingreso en primeras diferencias y residuos ecuación largo plazo), en un alto grado no fueron estadísticamente significativas, por lo que se puede considerar que no existen desajustes del equilibrio de largo plazo, razón por la cual se abandonó la estimación del modelo de corrección de errores.

Tabla 7
Estacionariedad de los residuos

Residuos ecuación	Rezagos	Estadístico “t”	Prob.*
GASPREM	0	-2.403806	0.0176
GASREG	0	-2.589651	0.0113
GLP	0	-3.998149	0.0075
DIESEL	0	-3.017086	0.0037

*Valores de probabilidad de MacKinnon (1996).

¹⁰ Los resultados de las ecuaciones de largo plazo se presentan en el anexo.

Debido a la naturaleza de las series de tiempo, es preciso comprobar la existencia de autocorrelación de los residuos. Excepto en la ecuación del GLP¹¹, la presencia de autocorrelación es confirmada por los estadísticos d de Durbin-Watson y Q de Ljung-Box. En este sentido, se procedió a corregir la autocorrelación incluyendo procesos autorregresivos y de medias móviles, según el caso. Las ecuaciones finales se encuentran en la Tabla 8.

Tabla 8
Resultados de las ecuaciones estimadas

Variables reales (en logaritmos)	Gasolina Premium		Gasolina regular		Gasoil regular		GLP	
	Coef.	ee.	Coef.	ee.	Coef.	ee.	Coef.	ee.
Constante	5.285	0.877*	7.240	0.511*	4.478	1.785*	3.941	1.094*
Precio gasprem	-0.410	0.209**						
Precio gasreg			-0.212	0.119			0.279	0.079*
Precio gasreg (t-1)			0.066	0.118				
Precio gasreg (t-2)			-0.292	0.118**				
Precio gasreg (t-3)			-0.105	0.123				
Precio gasreg (t-4)			-0.092	0.125				
Precio gasoil					-0.044	0.104		
Precio GLP							-0.151	0.125
Precio GLP (t-1)							0.077	0.191
Precio GLP (t-2)							-0.182	0.235
Precio GLP (t-3)							-0.037	0.159
PIB	0.028	0.111	-0.072	0.055	0.119	0.155	0.420	0.139*
PIB (t-1)					-0.079	0.127		
PIB70(t-2)					0.266	0.145***		
PIB70(t-3)					0.490	0.162*		
Oferta eléctrica					-0.214	0.134		
AR(1)	0.752	0.132*	0.894	0.095*				
MA(1)					0.625	0.167*		
R-cuadrado	0.632		0.877		0.729		0.873	
ee	0.083		0.040		0.052		0.044	
DW	2.067		2.140		1.926		1.213	

Nota: * denota significancia al nivel de 1%, ** al 5% y *** al 10%.

En la Tabla 9, se muestran los resultados de la prueba de significancia de las elasticidades precio e ingreso de los coeficientes. En este sentido, se comprueba que la elasticidad precio del gasoil no es significativamente diferente de cero. Asimismo, las elasticidades ingreso de la gasolina premium y regular, tampoco fueron estadísticamente significativas.

¹¹ Aunque el estadístico de DW de esta ecuación es relativamente bajo, no se puede rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación de primer orden.

Tabla 9
Significancia conjunta de los coeficientes de las elasticidades precio e ingreso

Ecuación	Valor F para H ₀ de	
	Elasticidad precio igual cero	Elasticidad ingreso igual cero
Gasolina premium	4.73***	0.02
Gasolina regular	5.82**	1.16
GLP	7.25**	10.40**
Gasoil regular	0.18	5.33**

Nota: La hipótesis nula es la elasticidad de largo plazo es igual a cero, o sea, la suma de los coeficientes de las variables rezagadas es igual a cero, $\hat{\beta}_t + \hat{\beta}_{t-1} + \dots + \hat{\beta}_{t-k} = 0$.

(*) Significancia al nivel de 1%; (**) significancia al 5%; y (***) significancia al 10%.

Los resultados de la Tabla 10 muestran los valores de las elasticidades de largo plazo, calculadas a partir de los resultados de las ecuaciones estimadas. Los signos de las elasticidades estadísticamente significativas son los esperados según la teoría económica.

Tabla 10
Elasticidades de largo plazo

	Gasolina Premium	Gasolina Regular	GLP	Gasoil Regular
Elasticidad precio	-0.41	-0.63	-0.29	-0.04*
Elasticidad precio cruzada			0.28	
Elasticidad ingreso	0.03*	-0.07*	0.42	0.80

*Estadísticamente no significativas al 10%.

Se evidencia que el combustible con más sensibilidad (elástico) al precio es la gasolina regular, seguido por la gasolina premium y el GLP; en cambio, el gasoil regular no mostró sensibilidad al precio, o sea su elasticidad no fue estadísticamente diferente de cero. La interpretación formal de estas elasticidades precio es que ante un aumento permanente de un 1% en el precio real, disminuye en 0.41% la cantidad demandada de gasolina premium, en 0.63% la de gasolina regular y 0.29% la del GLP. La mayor elasticidad precio de las gasolinas puede deberse a su elevado precio, que provoca que los consumidores busquen otros tipos de combustibles. En cambio, la baja elasticidad del GLP y gasoil podría explicar el escaso grado de sustitución de estos combustibles, además de que son las opciones más baratas.

El GLP fue el único combustible en el cual se encontró una elasticidad precio sustituto significativa. Una posible explicación sobre la “ausencia” de sustitutos para el resto de combustibles es el problema de multicolinealidad entre los distintos precios, que impide conocer de forma aislada el impacto de los precios del propio bien y del sustituto sobre el consumo del bien en cuestión, debido a la alta correlación entre los precios de los distintos combustibles según lo presentado en la Tabla 3 de la sección III. El combustible encontrado como sustituto del GLP es la gasolina regular; un aumento de un 1% de precio

de la gasolina regular, provoca un aumento en el consumo de GLP de 0.28%. Esta elasticidad cruzada es similar en términos absolutos a la elasticidad precio, lo cual se comprueba mediante un test de Wald de restricciones, el cual no rechaza la hipótesis de que la elasticidad cruzada y la elasticidad precio son de igual magnitud, pero de signo contrario.

La elasticidad cruzada del GLP al precio de la gasolina regular tiene importantes implicaciones de política, pues verifica una sustitución desde un combustible gravado hacia un combustible que es subsidiado, lo cual *ceteris paribus*, pudiera tener impacto en las finanzas públicas.

En cuanto a la elasticidad-ingreso, el combustible con mayor sensibilidad (elasticidad) fue el gasoil regular, lo cual se explica porque su uso está muy ligado a la actividad económica; un aumento de 1% del PIB real, aumenta en 0.8% la demanda de gasoil regular. Mediante el test de Wald de restricciones de coeficientes, no se rechaza la hipótesis nula de que la elasticidad ingreso es igual a la unidad. El otro combustible con una elasticidad ingreso significativa fue el GLP, con 0.42%.

Por otra parte, se comprueba que la oferta disponible de electricidad influye de forma inversa en el consumo de gasoil. En este sentido, la estabilidad en el sistema eléctrico podría influir positivamente en la reducción de la demanda de gasoil y en la factura petrolera, ya que aun cuando la electricidad fuera generada mediante combustibles fósiles, existen economías de escala en la generación comercial de electricidad.

Comparando estos resultados con los obtenidos en el estudio de la Comisión Nacional de Energía, las elasticidades precio son estadísticamente iguales para la gasolina regular y el GLP, aunque en término de magnitudes absolutas son mayores (más elásticas); caso contrario ocurrió con el gasoil, donde la magnitud fue menor y estadísticamente diferente. En cuanto a las elasticidades ingreso, son considerablemente menores en magnitud y estadísticamente diferentes, para los 3 combustibles. La razón principal que podría estar detrás de estas diferencias es el período abarcado y la frecuencia de los datos en cada uno de los estudios.

VII. Conclusiones

Los resultados empíricos de este trabajo confirman lo esperado a priori por la teoría y por otros estudios similares tanto para República Dominicana como otros países; la demanda de combustibles es inelástica respecto al precio, siendo el caso más notorio el gasoil regular, que no muestra sensibilidad al precio en el período estudiado. Asimismo, la elasticidad ingreso encontrada fue positiva en los casos del gasoil regular y el GLP; en el caso de las gasolinas, resulta extraño que la elasticidad ingreso no fuera positiva.

Por otra parte, para la demanda de GLP se encontró una elasticidad cruzada del precio de la gasolina regular de igual magnitud (absoluta) que la elasticidad precio propio, lo cual es importante en términos de políticas públicas, pues se evidencia sustitución de un bien gravado a uno subsidiado.

Debe señalarse que el hecho de que el vector de corrección de errores no fuera significativo, podría estar evidenciando el buen funcionamiento del mercado ya que no se producen desajustes de corto plazo.

Es importante señalar que este estudio constituye una base para la realización de otras investigaciones orientadas al diseño de políticas públicas. La correcta medición de la sensibilidad de la demanda de los combustibles es relevante para las finanzas públicas, puesto que un cambio en los precios de los combustibles impacta de forma directa en la recaudación fiscal. En primer término, podría hacerse un análisis de la incidencia de los impuestos y los subsidios a los combustibles y las distorsiones provocadas por el esquema tributario. Asimismo, podría evaluarse también el impacto ambiental del consumo de combustibles, analizando si la estructura de precios y los impuestos aplicados están induciendo al uso de combustibles de mayor poder contaminante a través de diferentes sustancias. Un análisis de otros combustibles no contemplados en este trabajo como el AVTUR, Fuel Oil, Kerosén y otros, sería también de utilidad en relación a las políticas públicas relacionadas a los hidrocarburos.

Debido a las limitaciones de los datos agregados, no es posible analizar de manera separada la dinámica de la demanda de diferentes grupos de consumidores (residencial, comercial e industrial). Asimismo, el tipo de datos utilizados no permite llevar a cabo un análisis de bienestar para evaluar el impacto de las fluctuaciones de la demanda ante fluctuaciones de los precios. Ambos estudios serían de gran complemento para la adopción de políticas públicas coherentes para el mercado de combustibles.

VIII. Bibliografía

- (2003). "Proyecto de prospectiva de demanda de energía." Comisión Nacional de Energía, Fundación Bariloche.
- Amengual, D. y G. Cubas (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 Techniques." Energy Economics, **16**(2): 139-143.
- Cordano, A. V. (2005). "La demanda agregada de combustibles líquidos en el Perú." Documento de Trabajo 12, Organismo Supervisor de la inversión en Energía.
- Cheung, K.-Y. y E. Thomson (2004). "The Demand for Gasoline in China: a Cointegration Analysis." Journal of Applied Statistics, **31**(5): 533-544.
- Dickey, D. y W. Fuller (1979). "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with Unit Root." Journal of the American Statistical Association **74**: 427-431.
- Eltony, M. y N. Al-Mutairi (1995). "Demand for Gasoline in Kuwait: An Empirical Analysis Using Cointegration Techniques." Energy Economics **17**(3): 249-253.
- Engle, R. F. y C. W. J. Granger (1987). "Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing." Econometrica **55**(2): 251-276.
- Granger, C. W. J. y P. Newbold (1974). "Spurious Regressions in Econometrics." Journal of Econometrics **2**: 111-120.
- Haro, R. A. y J. L. Ibarrola (2000). "Cálculo de la elasticidad precio de la demanda de gasolina en la zona fronteriza norte de México." Gaceta de Economía **11**: 237-262.
- Johansen, S. (1988). "Statistical Analysis of Cointegration Vectors." Journal of Economics Dynamics and Control **12**: 231-254.
- Johansen, S. (1991). "Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models." Econometrica **59**: 1551-1580.
- Johansen, S. y K. Juselius (1990). "Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to the Demand of Money." Oxford Bulletin of Economics and Statistics **52**: 169-210.
- McRae (1994). "Gasoline Demand in Developing Asian Countries." Energy Journal **15**: 143-155.

Phillips, P. y P. Perron (1988). "Testing for a Unit Root Time Series Regression." Biometrika **75**: 335-346.

Ramanathan, R. (1999). "Short- and Long-Run Elasticities of Gasoline Demand in India: An Empirical Analysis Using Cointegration Techniques." Energy Economics **21**: 321-330.

Anexo

Anexo
Resultados Ecuaciones de largo plazo

Variables (en logaritmos)	Gasolina Premium		Gasolina regular		Gasoil regular		GLP	
	Coef.	ee.	Coef.	ee.	Coef.	ee.	Coef.	ee.
Constante	7.126	1.157	5.006	1.314	3.995	1.278	3.941	1.094
Precio gasprem	-0.324	0.139						
Precio gasreg			0.167	0.244			0.279	0.079
Precio gasreg (t-1)			-0.028	0.333				
Precio gasreg (t-2)			-0.157	0.337				
Precio gasreg (t-3)			-0.033	0.339				
Precio gasreg (t-4)			-0.408	0.247				
Precio gasoil					-0.069	0.086		
Precio GLP							-0.151	0.125
Precio GLP (t-1)							0.077	0.191
Precio GLP (t-2)							-0.182	0.235
Precio GLP (t-3)							-0.037	0.159
PIB	-0.209	0.144	0.245	0.164	0.099	0.146	0.420	0.139
PIB (t-1)					-0.084	0.119		
PIB70(t-2)					0.335	0.142		
PIB70(t-3)					0.552	0.152		
Oferta eléctrica					-0.238	0.133		
R-cuadrado	0.632		0.877		0.729		0.873	
ee	0.083		0.040		0.052		0.044	
DW	2.067		2.140		1.926		1.213	