

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

UNAN-LEON.

FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y EMPRESARIALES



**PRECIOS DEL PETRÓLEO Y LOS PRECIOS DE LOS COMBUSTIBLES EN
NICARAGUA: UN ANÁLISIS CON VECTORES AUTORREGRESIVOS
(1996:01-2008:12)**

**Tesis monográfica presentada como requisito para optar al título de
Licenciado en Economía.**

Por:

**Br. ANTIOCO MANUEL ALTAMIRANO PORTA
Br. BISMARCK ROBERTO ELVIR AGUILAR
Br. MAURICIO JAVIER PRADO CASTILLO**

TUTOR:

Lic. Jairo Terencio Martínez Avendaño. UNAN – León.

ASESOR:

***Lic. Alfredo Ibrahim Flores Sarria. Instituto Internacional Albertus
Magnus.***

Julio 2009

León, Nicaragua.

**PRECIOS DEL PETRÓLEO Y LOS PRECIOS DE LOS COMBUSTIBLES EN
NICARAGUA: UN ANÁLISIS CON VECTORES AUTORREGRESIVOS
(1996:01-2008:12)**

INDICE

Nº	TEMAS	Pag
	RESUMEN.....	1
I.	INTRODUCCION.....	2
II.	ANTECEDENTES.....	4
III.	JUSTIFICACION.....	7
IV.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
V.	OBJETIVOS.....	9
	5.1. Objetivo General.....	9
	5.2. Objetivos Específicos.....	9
VI.	MARCO TEORICO.....	10
	6.1. Poder de Mercado.....	10
	6.2. Costos de Búsqueda.....	13
	6.3. Costos de Ajustes de Inventario.....	14
VII.	HIPOTESIS.....	15
VIII.	METODOLOGIA ECONOMETRICA.....	16
IX.	RESULTADOS Y ANALISIS.....	20
X.	SIMULACION DEL MODELO.....	33
XI.	CONCLUSIONES.....	39
XII.	BIBLIOGRAFIA.....	41
XIII.	ANEXOS.....	43

RESUMEN

Altamirano, A.M; Elvir, B.R y Prado, M.J. (2009). Precios del petróleo y los precios de los combustibles en Nicaragua: Un análisis con Vectores Autorregresivos (1996:01-2008:12). En este trabajo, se analiza el impacto de los precios del petróleo sobre los precios locales de los combustibles. A través de Vectores Autorregresivos (VAR), se determina el comportamiento de los precios de los combustibles en el mercado local. Se efectúan mediante el método de Gauss-Seidel 2 ejercicios de simulación donde se cuantifica la respuesta de los precios locales de los combustibles ante aumentos (disminuciones) del mismo orden de magnitud en los precios internacionales del petróleo, encontrándose una respuesta asimétrica de los precios locales de los combustibles ante dichas perturbaciones.

Palabras clave: Nicaragua, VAR, Gauss-Seidel, Precios del Petróleo, Precios Locales de los Combustibles, Asimetría.
JEL: C01, C32, C51, C52.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo analiza el impacto de los shocks en los precios internacionales del petróleo sobre los precios locales de los combustibles en Nicaragua.

Por ser la economía nicaragüense, una pequeña economía abierta y un país importador neto de petróleo, las fluctuaciones de los precios internacionales de este commodity¹ son un factor determinante en la explicación del comportamiento de los precios de los combustibles a nivel local. A dichas fluctuaciones hay que añadirle además la dinámica inversionista especulativa de este mercado (por la compra y venta de contratos a futuro), los costos de refinación, de transporte y de refinamiento.

Este documento se organiza como sigue: en la siguiente sección, se presenta un resumen de las principales investigaciones que se han realizado en países de Latinoamérica sobre precios del petróleo y combustibles, los cuales están dirigidos más al estudio de funciones de demanda que de precios.

En la parte VI, se encuentra el Marco Teórico, que aborda las causas de las asimetrías existentes en los precios de los combustibles con relación al precio internacional del petróleo. Entre las causas de dichas asimetrías se destacan: *el poder de mercado, los costos de búsqueda y los costos de ajustes de inventarios.*

La sección VIII, desarrolla en detalle la metodología econométrica que se emplea en el trabajo así como las fuentes de donde se obtienen los datos y su periodicidad.

La parte IX aborda los análisis y resultados de este trabajo, es decir, la manera en que se incorporan los datos al modelo y el análisis de sus propiedades estocásticas. Así como la estimación del modelo VAR, la verificación de los

¹ Bien primario que se transa internacionalmente

supuestos clásicos y la validación del modelo con datos reales fuera del período de estimación.

La sección X aborda los 2 escenarios simulados a través del método de Gauss-Seidel, a fin de cuantificar la respuesta de los precios locales de los combustibles ante shocks en los precios del petróleo.

Finalmente, en la parte XI se presentan las principales conclusiones derivadas del presente trabajo.

II. ANTECEDENTES

Los trabajos sobre el tema del petróleo y los combustibles, se han enfocado en estimar funciones de cantidades demandadas [$q_{it} = f(x_{it}, u_t)$] y no en la estimación de funciones de precios [$p_{it} = f(z_{it}, v_t)$].

Para el caso de Nicaragua, se carece de estudios al respecto. No obstante, es meritorio mencionar algunas investigaciones que se han realizado en tres países de Latinoamérica.

Amengual y Cubas (2002), por ejemplo, estiman funciones de demanda para la gasolina y el gasoil en Uruguay, que obedecen a la siguiente especificación:

$$Q_{it} = \beta_0 + \beta_1 P_{it} + \beta_2 Y_t + R_t \text{ con } i = \text{Naftas, Gasoil}$$

Donde Q_{it} es la cantidad del combustible i per cápita (consumo por persona ya sea de Naftas o Gasoil) en el período t , P_{it} es el precio del combustible i en el período t , Y_t IVFPBI per cápita en el período t , y R_t es el término de perturbación en el período t .

Dichos modelos son estimados a través del procedimiento de Máxima Verosimilitud con Información Completa de Johansen y Juselius (1990).

Cordano (2005), identifica que la evolución de la demanda de combustibles en el Perú está marcada por las fluctuaciones del precio del petróleo en el mercado mundial debido a la condición de pequeña economía abierta y a la carga tributaria a la cual están sometidos los combustibles. Estas dos particularidades, sumadas a la alta transabilidad² del petróleo (por ser commodity), configuran un contexto donde los precios que enfrentan los consumidores domésticos son determinados exógenamente en el mercado nacional de combustibles.

²Propiedad de un bien de ser altamente comerciable.

Para realizar la estimación de la demanda de combustibles el autor utilizó un esquema de retardos distribuidos autorregresivos conforme la metodología propuesta por Pesaran, Sin et al (2001). El modelo que estimó es el siguiente:

$$\Delta v_t = c_0 + c_1 t + \gamma_1 v_{t-1} + \gamma_2 x_{t-1} + c_3 d + \omega \Delta x_t + \sum_{i=1}^{p-1} \phi_i' \Delta z_{t-i} + \zeta_t$$

donde $z = (v_t, x_t)$

En esta especificación, v_t son las ventas de combustible (en logaritmos), x_t es el conjunto de regresores exógenos en el modelo (precios deflactados por el IPC e ingreso per cápita), d es una variable ficticia que denota la presencia de quiebres estructurales y ζ_t representa la perturbación aleatoria del modelo que cumple los supuestos clásicos de los modelos de regresión.

Francos (2006), señala que 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. Él estimó las funciones de demanda agregada de los combustibles en República Dominicana utilizando el enfoque de cointegración y la forma funcional de un modelo log-lineal:

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

En este caso, 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 es el período de la observación.

Por otro lado es importante también mencionar antecedentes históricos sobre el tema.

Los precios internacionales del petróleo tienen un comportamiento fluctuante que está marcado más hacia el alza de los mismos.

Para el año 2005, el huracán Katrina sacude con fuerza la zona petrolera del Golfo de México ocasionando que el precio del barril sobrepasará los 70 dólares. Para el año 2007, ya el precio supera los 80 dólares y el mercado se preocupa por el aprovisionamiento de las reservas petroleras estadounidenses. Ya en el año 2008, el barril alcanza brevemente la barrera psicológica de los 100 dólares en el mercado neoyorquino, a raíz de la violencia en Nigeria y en medio de temores de una nueva baja de las reservas estadounidenses. Luego tras una pausa, el barril empieza a subir para compensar la baja del dólar, hasta alcanzar los 111 dólares. Enseguida volvió a caer por debajo de los 100 dólares. Estimulado por la baja de las reservas estadounidenses, el mantenimiento sin alteraciones de la producción de la OPEP, el crecimiento de China y, sobre todo, la baja del dólar, que rozó 1,60 por euro, el precio del barril rompe un récord tras otro: 112 dólares, 113 dólares, 114 dólares y 115 dólares, alcanzando su máximo histórico por encima de los 130 dólares.

Según, la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas y el Instituto Nicaragüense de Energía, en los años 2007-2008 el comportamiento de la economía interna nicaragüense, estuvo fuertemente impactado por el efecto de la crisis de precios de los hidrocarburos a nivel internacional, derivada de una compleja situación especulativa de los mercados internacionales de valores que terminó en la profunda crisis financiera de los países más desarrollados que se vive actualmente. La evolución misma de la crisis financiera mundial dejó también al cierre del año 2008 noticias positivas en materia de precios de derivados del petróleo a lo interno del país, ya que, por la reducción de la demanda y las expectativas de recesión en las principales economías del mundo, el precio descendió bruscamente con relación a los niveles máximos históricos alcanzados a mediados de 2008.

III. JUSTIFICACIÓN

En el mundo moderno, los combustibles derivados del petróleo, son una fuente imprescindible de provisión de energía que garantiza el funcionamiento de las economías [Francos (2006)].

Los incrementos en la demanda de los mismos, obedecen principalmente a dos factores: la dinámica demográfica y el proceso de acumulación de acervo de capital (que estimula el crecimiento económico). Ante la ausencia de sólidas fuentes alternativas de energía, el petróleo se ha convertido en el commodity más transado del mundo.

La economía nicaragüense, se ha caracterizado por tener una apertura comercial muy alta y a la vez por depender en gran medida del petróleo y sus derivados. Consecuentemente, los precios locales de los hidrocarburos, han estado altamente correlacionados con el comportamiento de los precios del petróleo en los mercados internacionales.

La figura 1 mostrada en anexos, ilustra la evolución histórica del consumo de los principales hidrocarburos en Nicaragua. Evidentemente, se destaca el consumo del diesel, de la gasolina (regular y súper) y el gas licuado (usado en los hogares nicaragüenses para cocinar).

El presente trabajo persigue, entre otras cosas, el análisis del impacto de los precios internacionales del petróleo sobre los precios de los principales combustibles derivados del petróleo, que para efectos de este estudio son: la gasolina súper, el diesel y la gasolina regular.

La magnitud, simetría y duración de dicho impacto será analizada mediante la estimación de un vector autorregresivo (VAR). Los resultados que aquí se obtengan servirán para aportar información sobre el tema, complementar los estudios ya existentes y como referencia para posteriores investigaciones.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A menudo, leemos en los diarios o escuchamos las noticias en la televisión que se han incrementado los precios del Petróleo, así mismo, nos encontramos con noticias nacionales que se refieren a las variaciones de los precios de los combustibles a nivel nacional, por tal razón, la economía nicaragüense vive una situación vulnerable ante los shocks de los precios del petróleo en el mercado internacional por ser nuestro país un importador neto de petróleo.

Dada tal circunstancia al interactuar nuestro país en el mercado internacional es lógico esperar que los precios a nivel local de los derivados del petróleo (combustibles), se vean afectados, en este sentido, cabe plantearse la siguiente interrogante:

¿Cuál es el impacto de las variaciones de los precios internacionales de petróleo sobre los precios locales de los combustibles?

V. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

- Analizar el impacto de las variaciones de los precios internacionales del petróleo sobre los precios locales de los combustibles.

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir el comportamiento de los precios internacionales del barril de petróleo.
- Explicar el comportamiento de los precios de los combustibles derivados del petróleo en los mercados locales.
- Estimar para los precios de los combustibles derivados del petróleo, ecuaciones de comportamiento con la técnica de los vectores autorregresivos.
- Analizar la existencia de relaciones de simetría entre los incrementos (disminuciones) en los precios internacionales del petróleo y los incrementos (disminuciones) en los precios locales de los combustibles.
- Validar el modelo estimado para el período 2008:01-2008:12.

VI. MARCO TEÓRICO

Los movimientos en los precios de los combustibles domésticos están determinados conjuntamente por los movimientos en los precios internacionales y por la estructura del mercado doméstico.

Es por ello que en países desarrollados como Inglaterra, Alemania y Estados Unidos; la determinación del precio de comercialización de los derivados del petróleo, ha sido objeto de debate por largo tiempo.

Investigaciones econométricas proveen un soporte de que los precios de la gasolina se incrementan más rápidamente cuando los precios del petróleo están aumentando que cuando estos mismos caen. Como los productores raramente venden gasolina en forma directa a los distribuidores minoristas, los estudios empíricos han examinado la existencia de asimetrías tanto entre el precio del petróleo y el precio mayorista como entre el precio mayorista y el precio minorista.

Tres tipos de causas, han sido asociadas a la existencia de estas asimetrías. Entre las que se destacan: *el poder de mercado, los costos de búsqueda y los costos de ajustes de inventarios*. De cada una de estos factores se pasa a hablar brevemente a continuación.

6.1. Poder de mercado.

El poder de mercado es probablemente el argumento que mayor atención ha recibido en la literatura al momento de explicar la presencia de asimetrías en el ajuste de los precios.

Brown y Yücel (2000) en un análisis breve e intuitivo, señalan que un modelo que desea establecer una relación entre la estructura de mercado y la asimetría en los precios, debe considerar que las firmas mantienen y valoran los acuerdos tácitos de colusión.

Dentro de este escenario, los autores suponen una industria concentrada, con información imperfecta, donde las firmas tienen un acuerdo tácito de colusión³, el cual es valorado, puesto que permite a las firmas obtener márgenes de ganancia superiores a los normales. Cada firma tiene información imperfecta sobre los precios que enfrenta la firma rival, por lo tanto, cada una enfrenta una pérdida potencial que la lleva a actuar en forma cautelosa cuando existen descensos en los precios.

Cuando el mercado presenta un aumento en el precio del input, cada firma responde subiendo instantáneamente los precios. Este comportamiento actúa como una señal para las firmas rivales, indicando que la firma sigue dentro del cartel.

La situación es diferente cuando existe un descenso en el precio, la firma no va a responder con una reducción inmediata del precio, porque tiene miedo de que este comportamiento sea tomado como una señal de que la misma ya no participa en el cartel, por lo tanto, la firma decidirá un ajuste lento y gradual del precio con el fin de mantenerse dentro del cartel y no acotar los márgenes de ganancia propios y los del mercado.

Según Borenstein S, Cameron C. y Gilbert R. (1997), quienes realizan un análisis para un mercado de estructura oligopólica (donde se indica que el precio que rige antes de las variaciones, es el punto de referencia para llevar adelante el futuro ajuste). Cada firma escoge su precio de venta con información imperfecta sobre el precio que cada firma rival estableció, cuando existe una baja en el precio, las firmas prefieren mantener el precio anterior mientras sus ventas estén por encima de un monto que ellas consideran normal. Si observan que la demanda baja, significa que las firmas rivales ajustaron sus precios, con lo que la firma tiene incentivos a bajar su precio.

Los autores asocian esta conducta a un modelo “trigger sales” o guerra de ventas. Un alza en los precios desata una reacción inmediata, aumentando los

³ Acuerdo en que dos o más empresas de un mercado determinado definen que cada una actuará de manera concertada respecto del resto de las demás empresas. El fin de este tipo de acuerdos es que cada una de las empresas participantes en la colusión tome control de una determinada porción del mercado en el cual operan, y actuar de manera monopólica, impidiendo a otras empresas entrar al mercado.

mismos, con el fin de evitar pérdidas relacionadas al aumento y a los bajos márgenes de ganancia asociados a la distribución minorista, el resultado se define como un equilibrio de coordinación oligopólica.

Sin embargo, en la literatura no se evidencia un común acuerdo sobre la relación entre poder de mercado y asimetrías en los precios. Por ejemplo, Ginsburgh y Michel (1988), en el análisis que realizan para una industria oligopólica que enfrenta costos de ajuste en producción obtienen resultados contradictorios. Por una parte, mientras menos concentrada es la industria más rápido las variaciones en costos serán transmitidas a los precios, porque en una industria con pocas firmas la reducción secreta de precios es fácil de detectar, evitando por lo tanto, rezagos en los ajustes de precios.

Por otra parte, mientras más concentrada es la industria las variaciones en costos serán transmitidas más lentamente, debido a que:

- La firma espera reacciones asimétricas por parte de sus competidores (una baja en precios sería inmediatamente seguida y no así un alza).
- Las industrias concentradas están asociadas a retornos crecientes a escala y por lo tanto a costos hundidos lo cual induce a las firmas a fijar sus precios de acuerdo a objetivos de largo plazo y no a fluctuaciones de corto plazo.
- Y en las industrias oligopólicas la reacción en los precios se presenta de forma discreta y no continua.

En tanto Peltzman (2000), determina que la asimetría en precios es una característica tanto de mercados competitivos como oligopólicos, no halla evidencia de que el poder de mercado determine o este relacionado con la asimetría en precios.

Borenstein S, Cameron C. y Gilbert R. (1997), utilizan un modelo de corrección de error para estudiar asimetrías explicadas por costos de ajuste en el mantenimiento de inventarios y encuentran para el mercado estadounidense,

evidencia de asimetrías entre el precio del petróleo y los precios de entrega de la gasolina y por otro lado entre el precio de venta mayorista y minorista.

Por su parte, Bacon (1991), comprobó la existencia de asimetrías en el mercado británico de combustibles, mediante un modelo de ajuste parcial, con datos de frecuencia bisemanal, para el período comprendido entre 1982 y 1990, y Kirchgässner y Kübler (1992), usando un modelo de corrección de error, encuentran asimetrías en precios para Alemania basados en datos mensuales para el período comprendido entre los años 1972-1989.

6.2. Costos de búsqueda.

La presencia de altos costos de búsqueda de precios más bajos, puede otorgar poder de mercado temporal a las firmas y por lo tanto la posibilidad de responder asimétricamente a las variaciones en costos.

Para el caso específico del mercado de distribución minorista de gasolina, cada estación de servicio tiene un monopolio local que está limitado por los costos de búsqueda en que incurre el consumidor. Cuando suben los precios la estación de servicio reacciona subiendo inmediatamente el precio para mantener sus márgenes de ganancia, en tanto que cuando bajan los precios, la cautividad temporal de clientes que tiene la estación de servicio, le permite bajar gradualmente el precio.

Los consumidores incurrirán en costos de búsqueda cuando la ganancia en precio compensa el costo asociado a la búsqueda, por lo tanto en escenarios donde las diferencias de precio sean muy elevadas se esperaría una mayor velocidad de ajuste.

Según Borenstein S, Cameron C. y Gilbert R. (1997), cuando los precios son altamente volátiles los consumidores pierden el incentivo por buscar precios más bajos, puesto que están convencidos que el aumento en precios se debe a la volatilidad del mercado y no a la decisión individual de la firma. Esta situación aumenta el poder de mercado temporal de las firmas, generando un comportamiento asimétrico en el ajuste de precios.

6.3. Costo de ajustes de inventarios.

El rezago que se evidencia en la variación de los precios de la gasolina ante cambios en los precios del petróleo, se puede explicar por la presencia de costos de ajuste en los niveles de inventarios. Si las firmas pueden mantener inventarios, el ajuste es más rápido que sin ellos, sin embargo si existen costos de variar el nivel de inventarios óptimos, el ajuste al nivel de precios deseados no ocurrirá inmediatamente.

Si el costo de operación aumenta rápidamente cuando los inventarios están por debajo de lo normal, una reducción de la oferta puede conllevar a que la firma eleve sus precios aceleradamente con el fin de prevenir la pérdida en inventarios. Por otra parte, si un aumento en el nivel de inventarios más allá del nivel normal tiene bajo impacto en costos, entonces la firma actuará de forma menos agresiva al momento de bajar sus precios cuando experimenta un aumento de la oferta.

Los procesos de ajuste pueden simplemente constituir decisiones de la firma en su proceso de adaptación a los cambios en costos. Bedrossian y Moschos (1988), señalan dos formas en que las firmas pueden optar para el manejo de inventarios. En el primer caso las firmas deciden ajustar el precio de forma instantánea ante cambios en el precio de los inputs (LIFO: Last in, First out), en tanto en el segundo caso la firma no ajusta el precio final en un periodo de alza de precios hasta que el stock comprado a precios bajos se agote (FIFO: First in, First out).

Para el segundo caso, si los inventarios de la firma están bajos cuando la oferta se reduce, la firma decidirá vender primero el producto comprado a mayor costo, caso contrario sucede cuando los inventarios de la firma son altos y la oferta aumenta, la firma decidirá vender después los productos comprados a menor precio.

VII. HIPÓTESIS.

H1: El proceso de formación de precios en los mercados locales de los combustibles derivados del petróleo, está directamente relacionado al comportamiento de los precios internacionales del petróleo.

H2: Existe una relación asimétrica entre los aumentos (disminuciones) de los precios internacionales del petróleo y los precios de los combustibles a nivel local.

VIII. METODOLOGÍA ECONOMÉTRICA

Un VAR (Vector Autorregresivo), consiste en un sistema de dos o más series de tiempo, que es modelado al considerar los rezagos de las variables y la interacción dinámica que pudiera existir entre ellas.

De acuerdo con Loría (2007), esta metodología simplifica muchos de los supuestos y restricciones de los modelos estructurales en tanto que deja de existir la asignación (restricción) a priori entre variables endógenas y exógenas, de manera que se recupera la naturaleza dinámica de las series temporales⁴.

Matricialmente, un VAR (p) tiene la siguiente representación:

$$x_t = A_0 + \sum_{p=1}^p A_p x_{t-p} + \sum_{r=0}^r B_r z_{t-r} + \varepsilon_t \quad [1]$$
$$\varepsilon_t \sim NIID(0_t, \Sigma), \Sigma = \sigma_{ii}^2 I$$

Donde:

x_t : Es un vector de n x 1 variables endógenas

z_t : Es un vector de m x 1 variables exógenas

A_0 : Es un vector de n x 1 términos de intercepto

A_1, \dots, A_p : Son matrices n x n de coeficientes que relacionan los valores rezagados de las variables endógenas con los valores actuales de dichas variables.

B_1, \dots, B_r : Son matrices n x m de coeficientes que relacionan los valores rezagados y actuales de las variables exógenas con los valores actuales de las variables endógenas.

ε_t : Es un vector de n x 1 de perturbaciones aleatorias

Σ : Es una matriz de n x n de varianza-covarianza de las perturbaciones

σ_{ii}^2 : Varianza de la i-ésima perturbación

⁴ Este planteamiento es plausible si se considera que dentro de un sistema complejo, existe una interdependencia en todo momento entre los elementos que lo constituyen. Por tanto, es muy complejo definir de forma anticipada la condición de exogeneidad-endogeneidad a partir de argumentos que solo provienen de la teoría económica.

I : Matriz identidad de orden n

0_t : Matriz nula de orden n

p : Número de rezagos a incluir en el VAR de las variables endógenas

r : Número de rezagos a incluir en el VAR de las variables exógenas

De acuerdo con Lütkepohl (2004), el VAR será estable si y solo si: $\det(I_k - A_1 z - \dots - A_p z^p) \neq 0, |z| < 1$. Si el VAR presenta estas características, entonces las series son estacionarias y es posible entonces su estimación en niveles. De lo contrario, se deberá hacer una transformación que asegure la estacionariedad de las series.

Como [1] solo tiene variables rezagadas en el lado derecho y por definición dichas variables no están correlacionadas con la perturbación aleatoria, es consistente estimar cada ecuación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

Para el caso de este trabajo, el VAR que se estima se define como⁵:

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} \Delta \log GASREG1_t \\ \Delta \log GASSUPI_t \\ \Delta \log DIESELI_t \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} A_{01} \\ A_{02} \\ A_{03} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} A_{11,1} & A_{12,1} & A_{13,1} \\ A_{21,1} & A_{22,1} & A_{23,1} \\ A_{31,1} & A_{32,1} & A_{33,1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \log GASREG1_{t-1} \\ \Delta \log GASSUPI_{t-1} \\ \Delta \log DIESELI_{t-1} \end{bmatrix} + \dots + \\
 &\begin{bmatrix} A_{11,p} & A_{12,p} & A_{13,p} \\ A_{21,p} & A_{22,p} & A_{23,p} \\ A_{31,p} & A_{32,p} & A_{33,p} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \log GASREG1_{t-p} \\ \Delta \log GASSUPI_{t-p} \\ \Delta \log DIESELI_{t-p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_{01} & 0 & 0 \\ 0 & B_{02} & 0 \\ 0 & 0 & B_{03} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \log OILPRICES_t \\ \Delta \log OILPRICES_t \\ \Delta \log OILPRICES_t \end{bmatrix} + \\
 &\begin{bmatrix} B_{11,1} & 0 & 0 \\ 0 & B_{22,1} & 0 \\ 0 & 0 & B_{33,1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \log OILPRICES_{t-1} \\ \Delta \log OILPRICES_{t-1} \\ \Delta \log OILPRICES_{t-1} \end{bmatrix} + \dots + \begin{bmatrix} B_{11,r} & 0 & 0 \\ 0 & B_{22,r} & 0 \\ 0 & 0 & B_{33,r} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \log OILPRICES_{t-r} \\ \Delta \log OILPRICES_{t-r} \\ \Delta \log OILPRICES_{t-r} \end{bmatrix} + \\
 &\begin{bmatrix} D_{11} & 0 & 0 \\ 0 & D_{22} & 0 \\ 0 & 0 & D_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DUM_t \\ DUM_t \\ DUM_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \varepsilon_{3t} \end{bmatrix} \quad [2]
 \end{aligned}$$

Los datos utilizados tienen periodicidad mensual y abarcan el periodo comprendido entre 1996:01 – 2008:12, lo que equivale a un total de 156

⁵ La variable DUM_t , adopta el valor de uno para los periodos: 1997:09, 2001:10, 2004:12, 2005:11, 2006:04, 2006:09, 2008:11 y cero para el resto de periodos.

observaciones válidas. De esas observaciones, se utilizan para la estimación del modelo las correspondientes a 1996:01-2007:12 para un total de 144 observaciones. Posteriormente, el modelo se valida con las observaciones que corresponden al período 2008:01-2008:12.

Las series utilizadas fueron: Precios Internacionales del Petróleo (WTI), Gasolina Regular, Gasolina Súper y Diesel. Dichas series fueron obtenidas del Federal Reserve Economic Data (FRED®)⁶ y de las bases de datos del Ministerio de Energía y Minas (MEM)⁷ y del Instituto Nicaragüense de Energía (INE)⁸.

Para el desarrollo de la parte empírica de este trabajo, se utilizaron conjuntamente los siguientes paquetes de software: EasyReg International⁹, Gretl¹⁰ y Eviews 5.0¹¹.

Cada variable es incorporada al modelo en diferencias logarítmicas. El cuadro mostrado a continuación muestra las variables utilizadas¹².

Serie	Nombre	Unidad de Medida	Período
OILPRICES	Precios Internacionales del Petróleo (WTI)	Dólares por Barril	1996:01-2008:12
GASREG1	Precios Locales de la Gasolina Regular	Córdobas por Galón	1996:01-2008:12
GASSUP1	Precios Locales de la Gasolina Super	Córdobas por Galón	1996:01-2008:12
DIESEL1	Precios Locales del Diesel	Córdobas por Galón	1996:01-2008:12
TCO	Tipo de Cambio Oficial	Córdobas por Dólar	1996:01-2008:12

CUADRO #1. Variables utilizadas para estimar el modelo.
Fuente: Elaboración propia.

⁶ <http://research.stlouisfed.org/fred>

⁷ <http://www.mem.gob.ni>

⁸ <http://www.ine.gob.ni>

⁹ <http://econ.la.psu.edu/~hbierens/EASYREG.HTM>

¹⁰ <http://gretl.sourceforge.net/>

¹¹ <http://www.eviews.com>

¹² La variable Tipo de Cambio Oficial, es utilizada para convertir los precios en córdobas por galón a dólares por galón, es obtenida de la base de datos de estadísticas económicas del Banco Central de Nicaragua:
<http://www.bcn.gob.ni/estadisticas>

La metodología econométrica que se utiliza para este trabajo consiste en:

- I. Probar mediante el contraste KPSS (1992), la hipótesis nula de estacionariedad para cada serie de tiempo.
- II. Identificar mediante los criterios de información de Akaike, Schwartz y Hannan-Quinn, el orden de rezagos a incluir (para las variables endógenas y exógenas) en el VAR.
- III. Estimar mediante MCO cada ecuación del VAR.
- IV. Verificar el cumplimiento de los supuestos clásicos.
- V. Usar el modelo estimado para fines de pronóstico y simulación.

En la siguiente figura, se muestra el proceso anteriormente descrito.

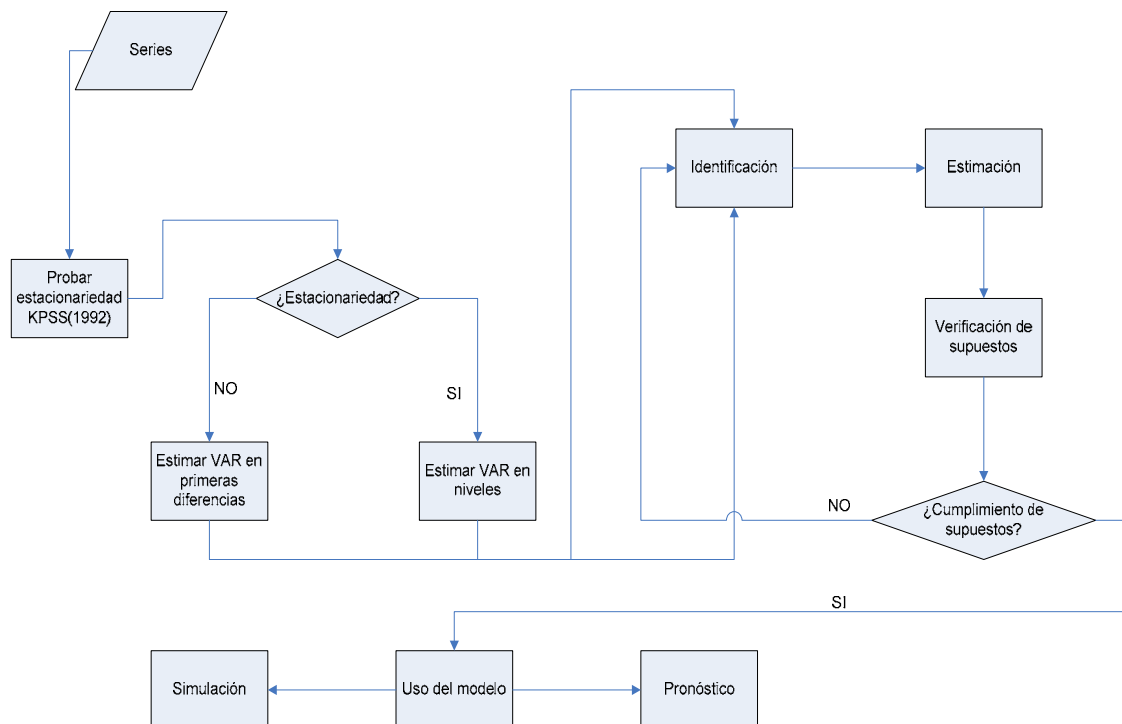


FIGURA #2. Descripción de la metodología empleada.
Fuente: Elaboración propia.

IX. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación se presenta un resumen de los principales estadísticos descriptivos de las variables utilizadas para la estimación.

	OILPRICES	GASREG1	DIESEL1	GASSUP1
Media	40,445	4,7368	4,0761	4,9635
Mediana	29,595	3,6931	3,2494	3,8681
Mínimo	11,28	2,2012	1,2063	2,3887
Máximo	133,93	11,944	12,544	12,277
Desviación Típica	26,374	2,4756	2,5403	2,549
C.V.	0,65209	0,52264	0,62321	0,51354
Asimetría	1,4833	1,1124	1,1864	1,1023
Exc de Curtosis	1,8932	0,32264	0,94339	0,21314

CUADRO #2. Estadísticos descriptivos de las variables.
Fuente: Elaboración propia.

Estacionariedad de las series:

La estacionariedad, fundamentalmente se refiere a condiciones sobre la distribución de una variable (vista como la realización de un proceso estocástico) a través del tiempo. A su vez, este concepto puede ser entendido en un sentido amplio y un sentido estricto.

Se dice que una serie y_t presenta estacionariedad débil si reúne las siguientes condiciones:

$$i.) E(y_t) = \mu \quad \forall t$$

$$ii.) Var(y_t) = E(y_t - \mu)^2 = \sigma^2 = \gamma_0 \quad \forall t$$

$$iii.) Cov(y_t, y_{t+k}) = E[(y_t - \mu)(y_{t+k} - \mu)] = \gamma_k \quad t \neq t+k$$

Y si además de las condiciones anteriores, la distribución conjunta de m observaciones $\{y_{t1}, y_{t2}, y_{t3}, \dots, y_{tm}\}$ es similar a la de $\{y_{t1+k}, y_{t2+k}, y_{t3+k}, \dots, y_{tm+k}\}$ para todo m y k retardos, entonces se dice que la serie y_t muestra estacionariedad en sentido estricto.

Para el estudio de la propiedad de estacionariedad en series de tiempo, se cuenta con procedimientos formales e informales que son complementarios en cuanto a resultados. La siguiente figura muestra un resumen de ambos tipos de procedimientos:

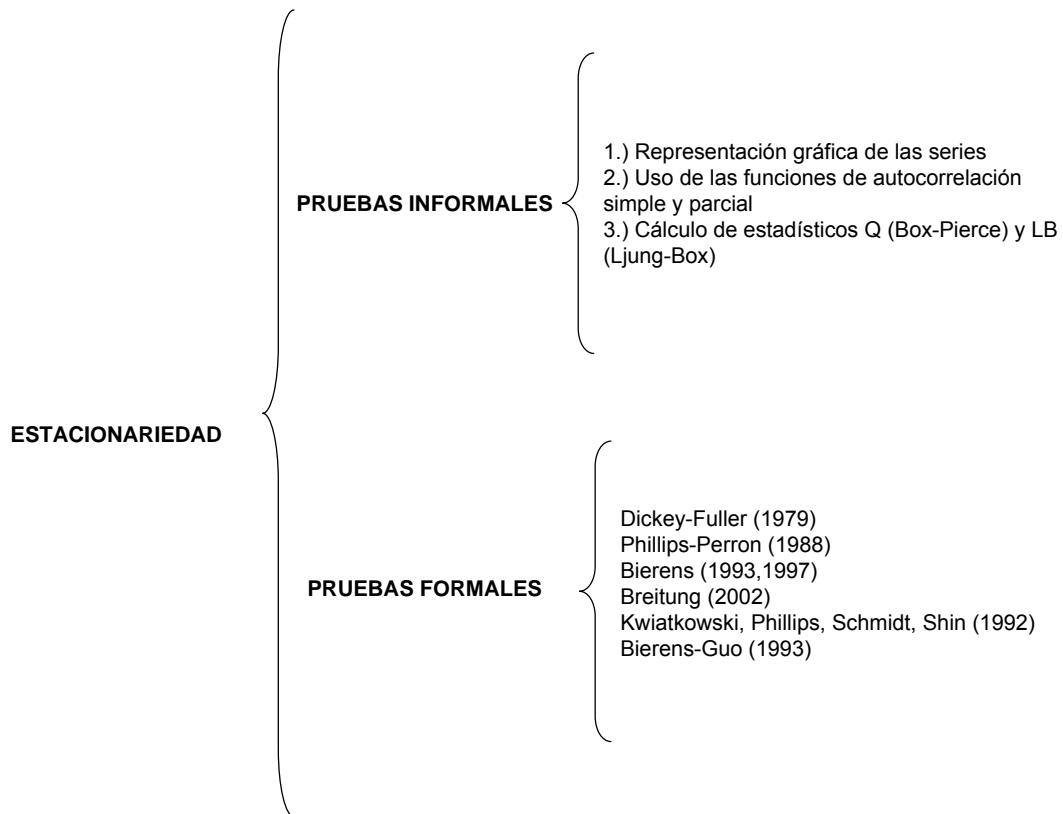


FIGURA #3. Procedimientos para analizar la estacionariedad en series temporales.
Fuente: Elaboración propia.

Un examen gráfico de las series en niveles, nos muestra que las mismas presentan una tendencia, lo que es un indicativo de la existencia de no estacionariedad. Por el contrario, al graficar las series en primeras diferencias se observa que estas fluctúan alrededor de sus valores promedios, sus varianzas y covarianzas, a como es característico de los procesos estocásticos estacionarios.

Por otro lado en la gráfica se puede observar que el comportamiento del precio internacional del petróleo ha sido fluctuante, tendiendo más al alza, acentuándose aún más a partir del año 2003 fecha en la que se da la invasión estadounidense a Irak.

El precio internacional alcanza su valor máximo en Junio 2008 al situarse por encima de los 130 dólares.

Por el lado de los precios de los combustibles locales, se puede observar que los movimientos en los precios de los combustibles domésticos están determinados conjuntamente por los movimientos en los precios internacionales y por la estructura del mercado doméstico, lo que nos muestra también la asimetría existente entre precios al ver que el precio internacional baja en mayor proporción que los precios locales.

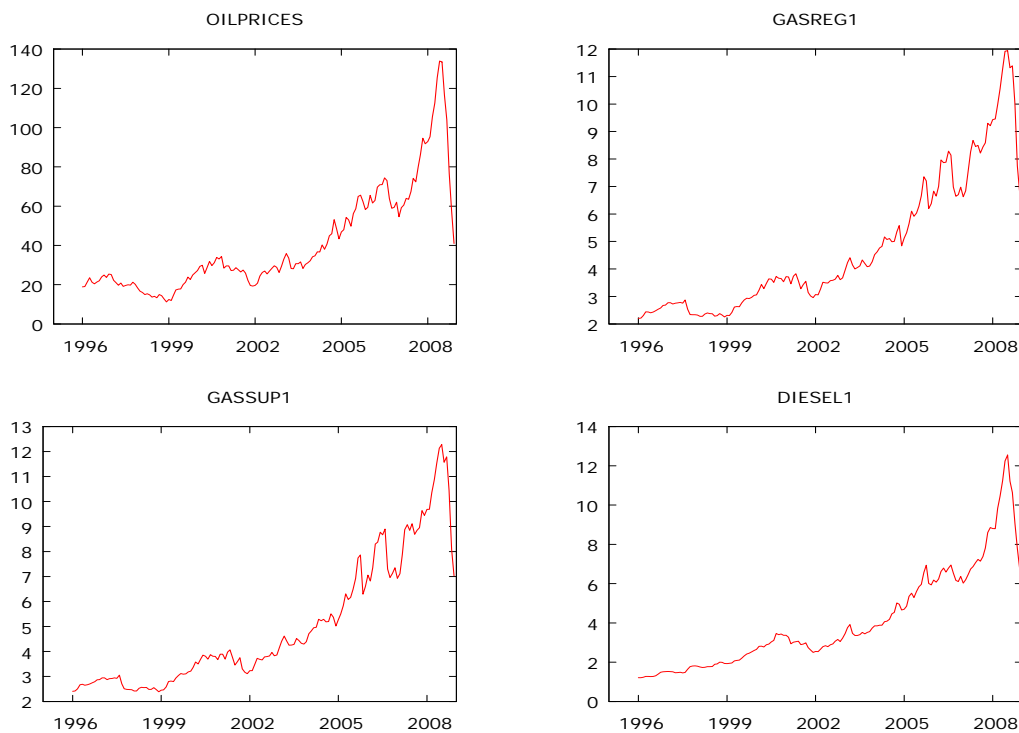


FIGURA #4. Grafica de las series en niveles.
Fuente: Elaboración propia.

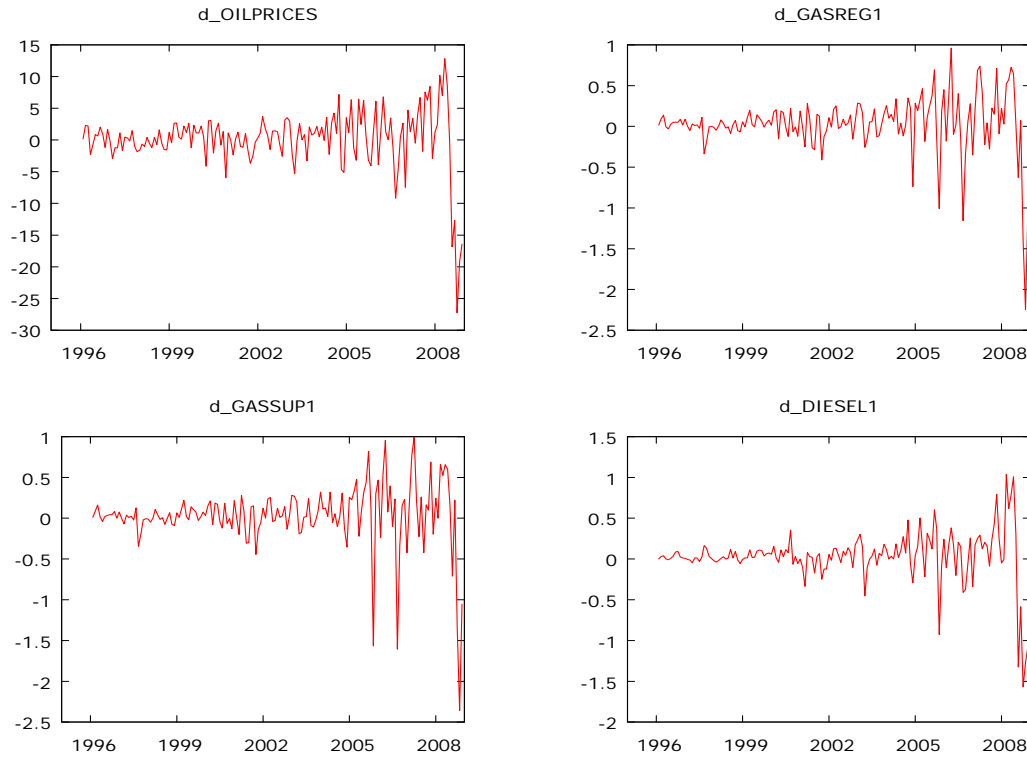


FIGURA #5. Diferencias de las series utilizadas.
Fuente: Elaboración propia.

Para este trabajo, se empleará la prueba de Kwiatkowski, et.al (1992), llamada prueba KPSS, y utilizando las observaciones correspondientes a 1996:01 – 2008:12 ($T = 156$) se probarán las siguientes hipótesis¹³:

- a) i.) $H_0 : y_t \sim I(0), \quad y_t = c + u_t, u_t \sim IID(0, \sigma_u^2)$
 ii.) $H_1 : y_t \sim I(1), \quad y_t = y_{t-1} + u_t, u_t \sim IID(0, \sigma_u^2)$
- b) i.) $H_0 : y_t \sim I(0), \quad y_t = c + dt + u_t, u_t \sim IID(0, \sigma_u^2)$
 ii.) $H_1 : y_t \sim I(1), \quad y_t = c + y_{t-1} + u_t, u_t \sim IID(0, \sigma_u^2)$

¹³ El inciso a) se refiere a la contrastación de la hipótesis de estacionariedad de las series en niveles mientras el inciso b) se refiere a la contrastación de la hipótesis de estacionariedad de las series en diferencias.

El contraste KPSS (1992), utiliza un estimador del tipo Newey – West¹⁴ para estimar la varianza de largo plazo de u_t , con el número de rezagos igual a $m = cT^r$, $c > 0$; $0 < r < 1/2$ ¹⁵. Los resultados de este contraste se muestran a continuación.

Variable	KPSS	Valor crítico(10%)	Resultado
GASREG1	0.83005	0.347	Rechazo
GASSUP1	0.825	0.347	Rechazo
DIESEL1	0.848	0.347	Rechazo
OILPRICES	0.778	0.347	Rechazo

CUADRO #3. Contraste KPSS (1992), sin tendencia determinística.
Fuente: Elaboración propia.

Variable	KPSS	Valor Crítico (10%)	Resultado
GASREG1	0.221	0.119	Rechazo
GASSUP1	0.221	0.119	Rechazo
DIESEL1	0.206	0.119	Rechazo
OILPRICES	0.205	0.119	Rechazo

CUADRO #4. Contraste KPSS (1992), asumiendo tendencia determinística.
Fuente: Elaboración propia.

Variable	KPSS	Valor Crítico (10%)	Resultado
dGASREG1	0.088	0.347	No Rechazo
dGASSUP1	0.090	0.347	No Rechazo
dDIESEL1	0.076	0.347	No Rechazo
dOILPRICES	0.100	0.347	No Rechazo

CUADRO #5. Contraste KPSS (1992), sin tendencia determinística y en diferencias.
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del contraste KPSS, refuerzan el análisis gráfico informal al encontrar que las series de tiempo son individualmente $I(1)$ en niveles e $I(0)$ en sus primeras diferencias. Lo cual quiere decir, que en las series en estudio predominan las perturbaciones permanentes. Mientras que en un proceso estacionario tendencialmente predominan las perturbaciones transitorias.

Identificación del orden del VAR:

En orden de determinar el número óptimo de rezagos a incluir en el vector autorregresivo, se utilizarán los criterios de información de Akaike, Schwartz y Hannan- Quinn. De acuerdo al siguiente cuadro, dos de los criterios de

¹⁴ Para una mayor aclaración ver Flores, A.I. (2007). Los precios del Petróleo y las Variables Macroeconómicas. Eumed. Universidad de Málaga, España.

¹⁵ En EasyReg Internacional, $c = 5$ y $r = 1/4$ por defecto. Como $T = 156$, entonces el número de rezagos utilizados para el contraste KPSS (1992) es $m = 18$.

información (Schwartz y Hannan- Quinn), nos indican que la cantidad de rezagos óptimos para cada variable en el VAR es igual a uno. Sin embargo, se eligen dos rezagos (lo que coincide con el criterio de información de Akaike) para cada variable a fin de evitar problemas de correlación serial en los errores¹⁶.

Retardos	Log.veros	p(RV)	AIC	BIC	HQC
1	941.40692		-13.680103	-13.292733	-13.522686
2	952.55907	0.00796	-13.711986	-13.130931	-13.475862
3	956.10396	0.62777	-13.63117	-12.85643	-13.316337
4	964.60974	0.04854	-13.623848	-12.655423	-13.230307
5	975.62386	0.00879	-13.653687	-12.491577	-13.181438
6	979.70294	0.51829	-13.580784	-12.224989	-13.029827
7	986.86129	0.1115	-13.553501	-12.004021	-12.923835
8	992.11062	0.31164	-13.497935	-11.75477	-12.789562

CUADRO #6. Selección del número de rezagos a incluir en el VAR.
Fuente: Elaboración propia.

Estimación del VAR (p)¹⁷:

En el anexo del documento, se muestra el VAR (2) estimado. Por ser estos modelos de naturaleza ateorica¹⁸, es muy difícil hacer inferencia sobre los parámetros estimados. Pues es muy natural que gran parte de estos coeficientes no sean estadísticamente significativos¹⁹ y que aun siendo significativos, tengan signos distintos a los que sugiere la teoría económica. Por tanto, la lectura de una regresión en un VAR no es directa como en el caso de las estimaciones tradicionales. Lo que sí interesa es que la estructura de rezagos que se le impone al modelo sea significativa globalmente y además que se cumplan los supuestos clásicos para cada ecuación estimada.

Verificación diagnóstica de los supuestos:

Luego que se estima el VAR, se procede a verificar su estabilidad mediante el análisis de sus raíces características.

¹⁶ Los criterios de información son una guía muy útil para elegir rezagos en modelos ateoricos como los VAR. Sin embargo, estos criterios se deben utilizar en combinación con el juicio propio del modelador.

¹⁷ El VAR es estimado con Gretl.

¹⁸ Lo que significa que la estructura dinámica del modelo no esta sujeta a restricciones impuestas por la teoría económica.

¹⁹ El hecho de que algunos parámetros no sean significativos, no implica que no aporten información para explicar las variables de interés.

Una parte importante de la especificación de este tipo de modelos es que sean dinámicamente estables, lo que significa que ante cualquier choque aleatorio, las variables regresen a su trayectoria de equilibrio a largo plazo. Esto representa una solución convergente; ya que de lo contrario tendríamos un modelo explosivo, que no tendría sentido económico.

A continuación en la representación gráfica se observa que la condición de estabilidad se cumple dado que las raíces características del VAR caen dentro del círculo unitario.

H_0 : Estabilidad paramétrica.

raíces inversas del VAR en relación al círculo unidad

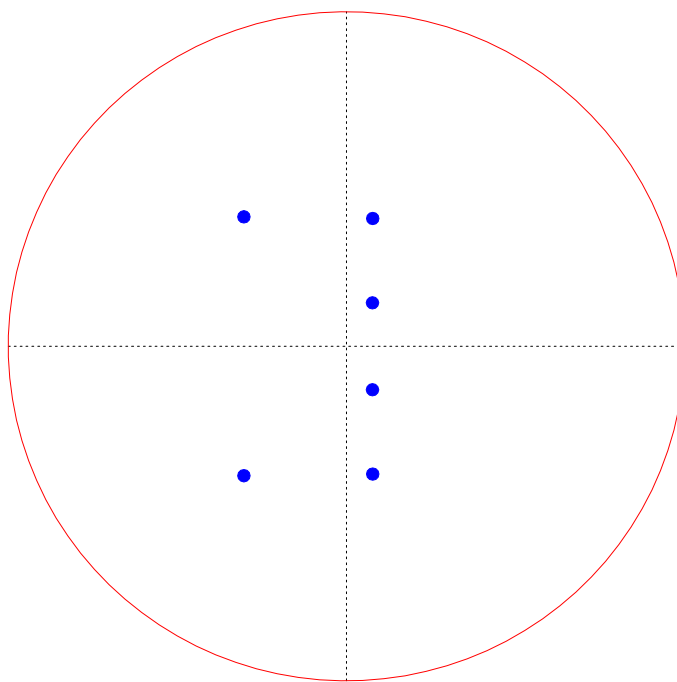


FIGURA #6. Representación gráfica de las raíces características del VAR.
Fuente: Elaboración propia.

También a fin de contrastar la hipótesis nula de correcta especificación, un estadístico de contraste de razón de verosimilitudes es aplicado al VAR estimado. En el siguiente cuadro se puede observar que no es posible rechazar la hipótesis de correcta especificación al utilizar 2 rezagos. Lo que significa que la estructura dinámica del modelo esta bien especificada al utilizar 2 rezagos para cada variable explicativa.

H_0 : Correcta especificación.

Hipótesis	Estadístico de contraste (RV)	Valor crítico 5%	Resultado
$p = 1$	18.8747	16.91897762	Rechazo
$p = 2$	10.2544	16.91897762	No rechazo

CUADRO #7. Contraste de Correcta Especificación.
Fuente: Elaboración propia.

Para contrastar la hipótesis nula de ausencia de correlación serial, se utiliza el estadístico de Ljung-Box (LB), el cual es aplicado a cada una de las ecuaciones estimadas. El siguiente cuadro muestra que no es posible rechazar la hipótesis nula de ausencia de correlación serial a un nivel de significancia del 5%. Lo que significa que los errores no aportan ningún tipo de información al modelo por ser estos un proceso de ruido blanco.

H_0 : Ausencia de correlación serial.

Ecuación	Estadístico de contraste (LB)	Valor crítico 5%	Resultado
$\Delta \log \text{GASREG1}$	10.5459	21.02606982	No rechazo
$\Delta \log \text{GASSUP1}$	13.9453	21.02606982	No rechazo
$\Delta \log \text{DIESEL1}$	5.90528	21.02606982	No rechazo

CUADRO #8. Contraste de Ausencia de Correlación Serial.
Fuente: Elaboración propia.

Un contraste de Multiplicador de Lagrange (LM), es aplicado a cada ecuación estimada con el fin de contrastar la hipótesis nula de inexistencia de efecto ARCH. El siguiente cuadro nos muestra que no es posible rechazar la hipótesis de inexistencia de efecto ARCH para la gasolina regular y para el diesel a un nivel de significancia del 5%, sin embargo, esta misma hipótesis es rechazada para la gasolina super debido que dicha serie presenta una mayor volatilidad.

H_0 : Inexistencia de efecto ARCH.

Ecuación	Estadístico de contraste (LM)	Valor crítico 5%	Resultado
$\Delta \log \text{GASREG1}$	14.6251	21.02606982	No rechazo
$\Delta \log \text{GASSUP1}$	26.2884	21.02606982	Rechazo
$\Delta \log \text{DIESEL1}$	6.05787	21.02606982	No rechazo

CUADRO #9. Contraste de multiplicador de Lagrange para efecto ARCH
Fuente: Elaboración propia.

Validación del modelo con datos fuera del período de estimación:

Un buen modelo es aquel que es capaz de acercarse a la realidad por medio de ecuaciones que replican de la mejor forma el pasado. Todo método o ejercicio de modelización se dedica a explicar ordenadamente, dentro de su enfoque teórico, el pasado o la historia de un fenómeno determinado, precisamente porque se trabaja con datos del pasado.

No obstante, se debe tener muy en cuenta que un ejercicio de modelación del pasado, no asegura que se tenga el mejor modelo que explique el futuro. A la luz de estos argumentos, es que se evalúa la capacidad predictiva del VAR fuera del período de estimación. La primera evaluación que se hace es la visual.

En las figuras 7, 8 y 9, se observa que el ajuste durante el período de estimación es aceptable porque capta adecuadamente los puntos de viraje a pesar de que en cada serie hay un fuerte componente errático. Fuera del período de estimación, también se da un buen desempeño porque se obtienen valores muy cercanos a los verdaderos.

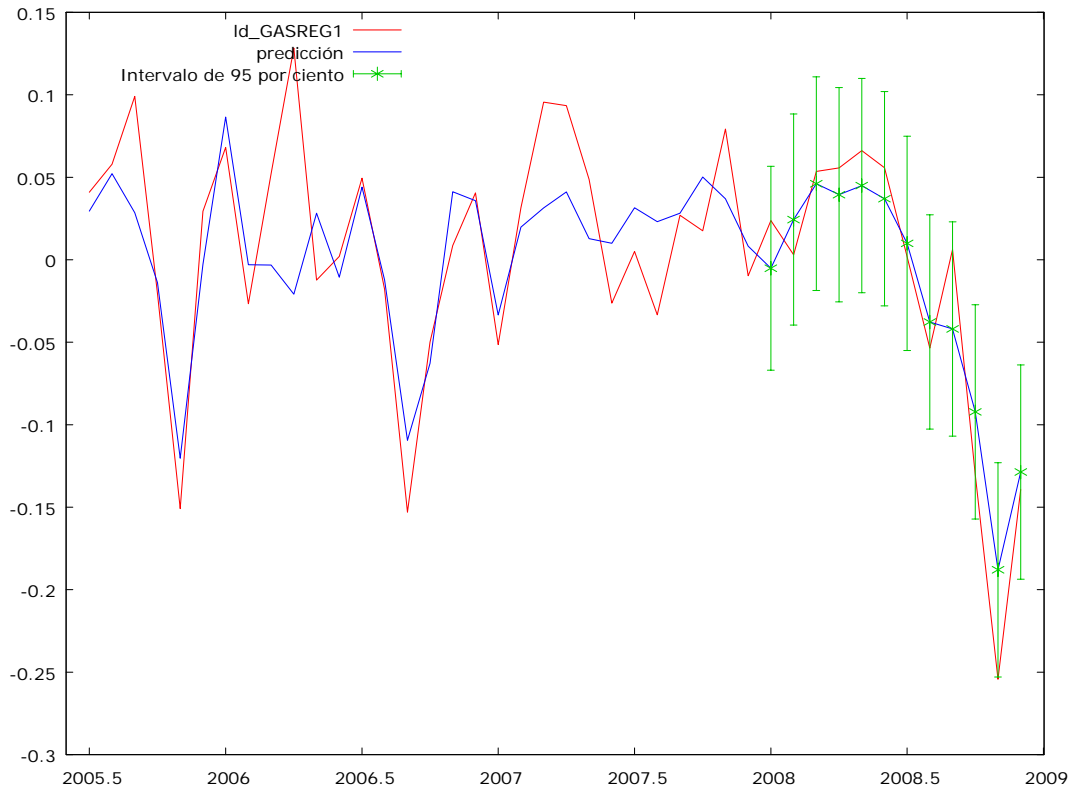


FIGURA #7. Ajuste y pronóstico fuera de la muestra de $\Delta \log \text{GASREG1}$
Fuente: Elaboración propia.

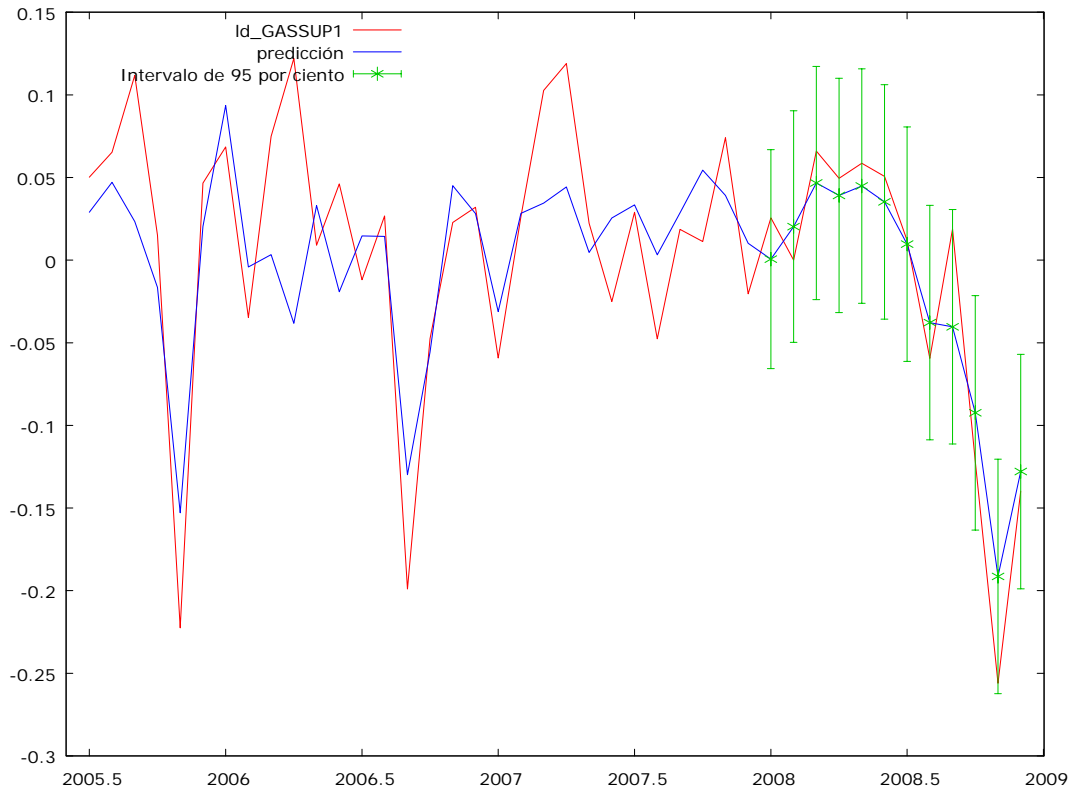


FIGURA #8. Ajuste y pronóstico fuera de la muestra de $\Delta\log\text{GASSUP1}$
Fuente: Elaboración propia.

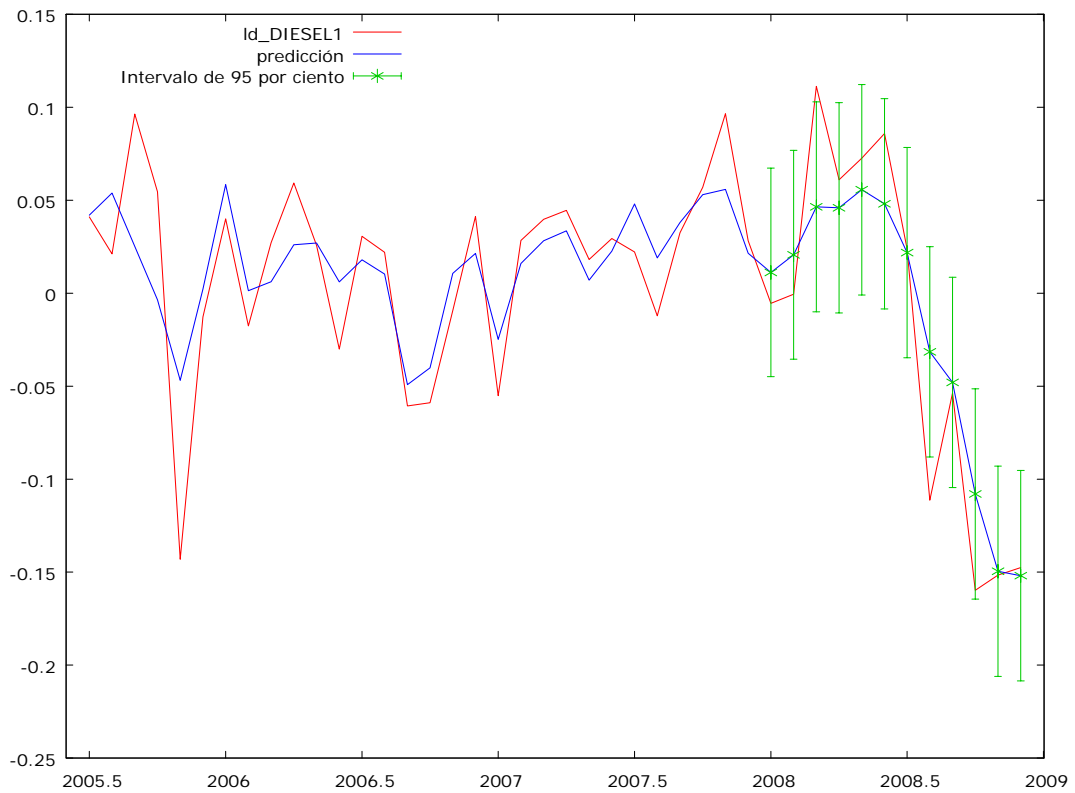


FIGURA #9. Ajuste y pronóstico fuera de la muestra de $\Delta\log\text{DIESEL1}$
Fuente: Elaboración propia.

Además de la evaluación visual, existen estadísticos específicos que sirven para medir la bondad de ajuste de los pronósticos.

Entre los que se destacan:

- La raíz cuadrada media del error:

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (y_t^f - y_t)^2}{T}}$$

- El coeficiente de desigualdad de Theil:

$$U = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (y_t^f - y_t)^2}{T}}}{\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (y_t^f)^2}{T} + \frac{\sum_{t=1}^T (y_t)^2}{T}}}$$

- Proporción de sesgo:

$$U^M = \frac{(\overline{y^f} - \overline{y_t})^2}{\frac{\sum_{t=1}^T (y_t - y_t^f)^2}{T}}$$

- Proporción de varianza:

$$U^S = \frac{(\sigma_y - \sigma_{y^f})^2}{\frac{\sum_{t=1}^T (y_t - y_t^f)^2}{T}}$$

- Proporción de covarianza:

$$U^C = \frac{2(1 - \rho)\sigma_y\sigma_{y^f}}{\frac{\sum_{t=1}^T (y_t - y_t^f)^2}{T}}$$

Pindyck y Rubinfeld (1998), señalan que el valor de la Raíz Cuadrada Media del Error (RMS) tenderá a cero a medida que el pronóstico tenga un mejor ajuste y se acercará a uno a medida que los valores pronosticados difieran de los observados.

El coeficiente de desigualdad de Theil, oscila entre cero y uno. Donde cero es un pronóstico perfecto y a medida que se acerca a uno, la calidad del pronóstico no es óptima. Este coeficiente, a su vez es posible descomponerlo en tres indicadores: proporción de sesgo (que indica la proporción en que los valores medios observados y pronosticados se desvían entre sí sistemáticamente), proporción de varianza (que indica la capacidad del modelo de replicar la volatilidad de la serie en cuestión) y proporción de covarianza (que mide la contribución del error no sistemático).

Una distribución ideal es aquella en que $U^M = U^S = 0 \wedge U^C = 1$. El cuadro a continuación muestra los estadísticos de evaluación de pronósticos para cada ecuación estimada del VAR.

Variables	RMS	UTheil	Proporción de sesgo	Proporción de varianza	Proporción de covarianza
$\Delta \log \text{GASREG1}$	0.030019	0.168958	0.00127	0.501902	0.496828
$\Delta \log \text{GASSUP1}$	0.035224	0.187867	0.001207	0.098377	0.900417
$\Delta \log \text{DIESEL1}$	0.036697	0.208889	0.003555	0.300489	0.695956

CUADRO #10. Estadísticos de evaluación de pronósticos.
Fuente: Elaboración propia.

X. SIMULACIÓN DEL MODELO

En las siguientes figuras, se reportan la compilación del modelo en Eviews 5.0 y los resultados de la simulación dinámica del escenario base para el período (1996:02-2007:12). El modelo se resuelve por medio del algoritmo de Gauss-Seidel.

Este algoritmo consiste básicamente en resolver un sistema de ecuaciones en diferencias partiendo de una solución inicial. Este es un método iterativo que se utiliza para resolver un sistema de ecuaciones no lineales en su forma reducida.

Formalmente, supongamos que tenemos el siguiente sistema de ecuaciones:

$$x_1 = f_1(x_1, \dots, x_n, z)$$

.

.

$$x_n = f_n(x_1, \dots, x_n, z)$$

Donde x representan las variables endógenas (gasolinas regular y súper y diesel) y z las exógenas (precios internacional del petróleo y la variable dummy). El problema a resolver consiste en encontrar un punto fijo tal que: $x = f(x, z)$. El algoritmo Gauss-Seidel itera hasta encontrar un punto fijo usando la siguiente regla: $x^{i+1} = f(x^i, z)$.

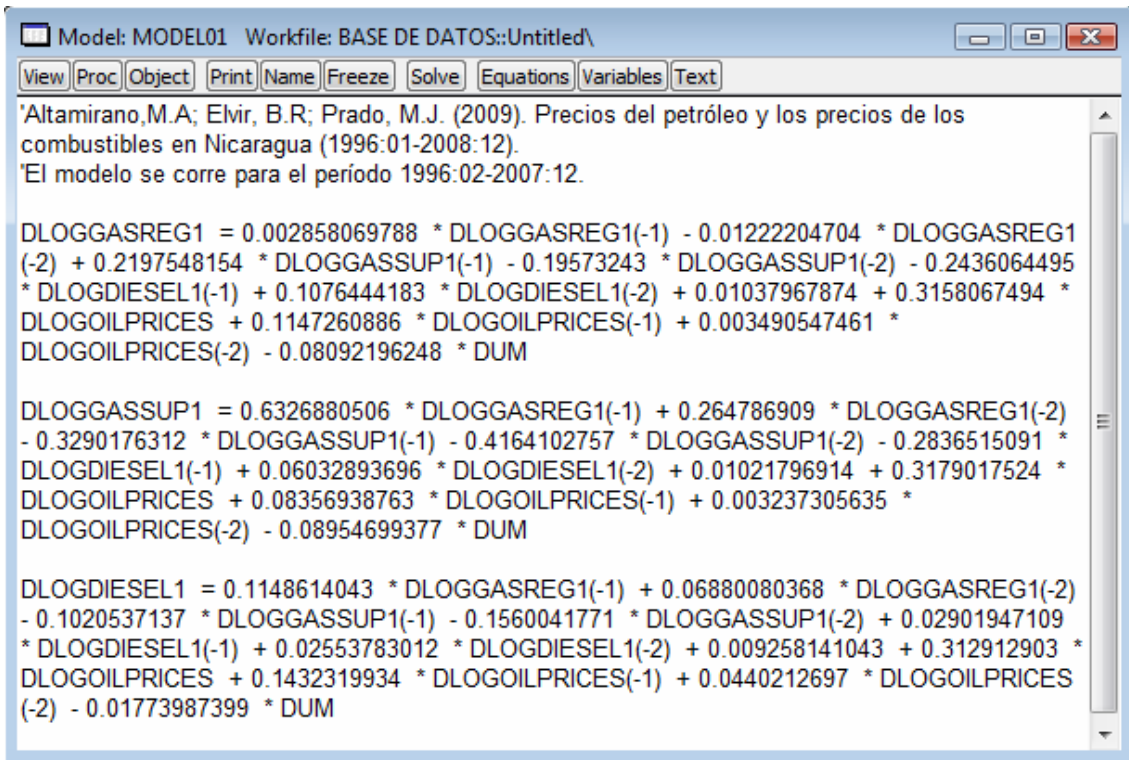


FIGURA #10. Compilación del modelo en Eviews 5.0.
Fuente: Elaboración propia.

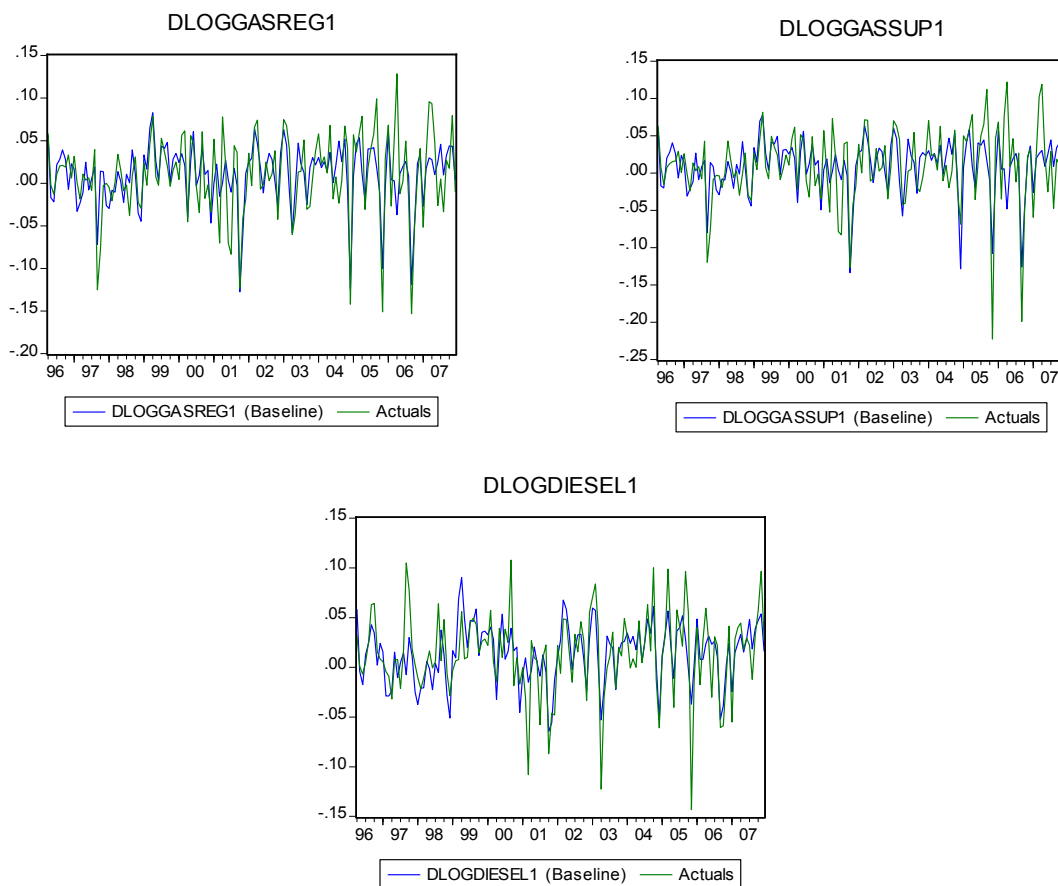


FIGURA #11. Resultados de la simulación dinámica con el método iterativo de Gauss-Seidel.
Fuente: Elaboración propia.

El proceso de simulación es importante porque toma en cuenta las interrelaciones existentes entre todas las ecuaciones, es posible evaluar qué tan bien se ajustan los resultados del modelo a lo realmente observado. Por otra parte, sucede en la mayor parte de los casos de que los ajustes de cada variable endógena obtenidos por la simulación, sean menos satisfactorios que los reportados por cada ecuación individualmente.

En los VAR's, las herramientas utilizadas para hacer simulaciones son las funciones de impulso-respuesta (que es la representación del VAR como promedio móvil) y la descomposición de la varianza del error de predicción. Para utilizar estas herramientas, es requerida la endogeneidad de todas las variables. Sin embargo, la variable precios del petróleo, se ha definido como exógena por lo que se utilizará el método de los multiplicadores dinámicos²⁰.

En virtud de lo anterior, se simularán dos escenarios. El primero consiste en incrementar permanentemente en 10 puntos porcentuales el precio internacional del barril del petróleo (a partir de 2005) y el segundo en disminuir en la misma cuantía el precio internacional del barril del petróleo (a partir de 2005). Las siguientes figuras muestran los resultados de dichos escenarios.

²⁰ Un multiplicador dinámico refleja la respuesta de una variable endógena a un shock de una variable exógena. Se calcula como: $mdin_i = \frac{y_{esc_i}}{y_{baseline}}$ donde $mdin$ es el valor del i -ésimo multiplicador dinámico en el período t , y_{esc_i} representa el valor de y (variable endógena) en el i -ésimo escenario e $y_{baseline}$ denota el valor de y en la simulación base.

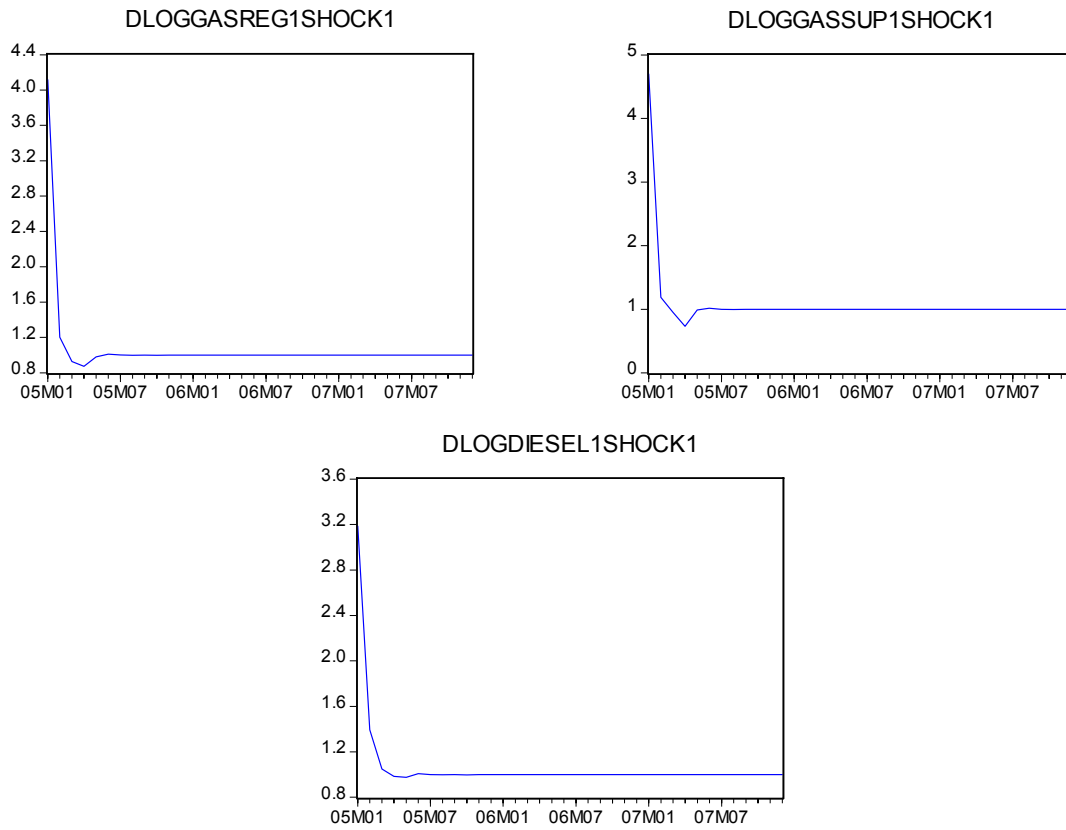


FIGURA #12. Aumento permanente de 10 puntos porcentuales en los precios internacionales del petróleo.
Fuente: Elaboración propia.

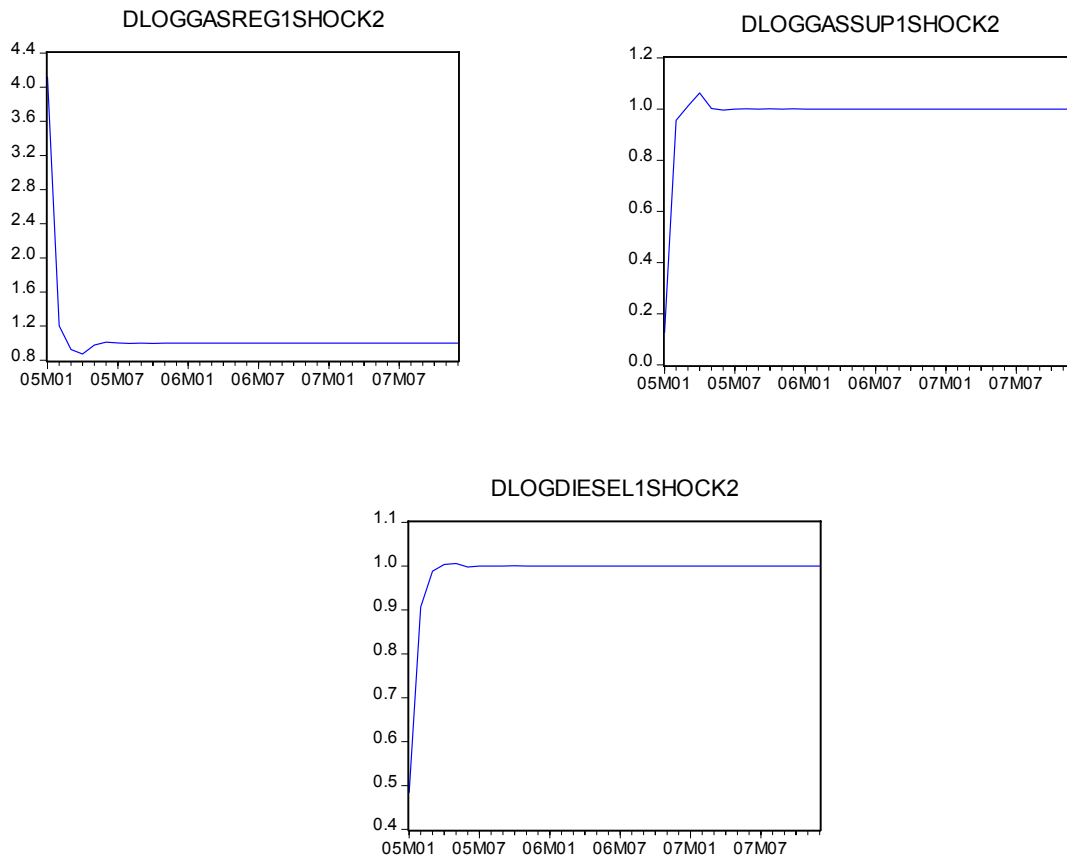


FIGURA #13. *Disminución permanente de 10 puntos porcentuales en los precios internacionales del petróleo.*
 Fuente: Elaboración propia.

A como se muestra en los gráficos anteriores, los incrementos en los precios de la gasolina regular, la super y el diesel responden de forma significativa a los incrementos en los precios internacionales del petróleo. Sin embargo, cuando se trata de una baja en el precio internacional del petróleo de la misma magnitud, el precio de la gasolina regular permanece invariable (o alternativamente podría tender al alza) a como realmente ocurre. Lo que nos quiere decir que en Nicaragua, el mercado local de los combustibles funciona en el marco de una competencia imperfecta. En el caso del diesel y de la gasolina super, se presenta una baja aunque no en la misma proporción que lo hacen los precios del petróleo.

Los resultados anteriores, evidencian la existencia de relaciones asimétricas en la respuesta de los precios locales de los combustibles ante shocks externos en los precios del petróleo.

XI. CONCLUSIONES

En este trabajo, se abordó el impacto que tienen los precios internacionales del petróleo sobre los precios de los combustibles en Nicaragua. Entre las principales conclusiones que podemos obtener de este trabajo están:

1. Las series de tiempo utilizadas son no estacionarias. A través del contraste KPSS (1992), se pudo constatar que son integradas de primer orden [I (1)]. Por lo que en las variables predominan las perturbaciones permanentes. Es decir, que son productos de shocks por el lado de la oferta, donde predominan las perturbaciones de tipo permanente.
2. El comportamiento en los precios de los combustibles locales está determinado conjuntamente por los movimientos en los precios internacionales del petróleo y por la estructura del mercado doméstico. Mientras el comportamiento de los precios internacionales del petróleo presenta fluctuaciones en mayor medida hacia el alza por ser considerado hoy en día un commodity altamente transable.
3. El modelo de vector autorregresivo que se estimó, reproduce muy bien el comportamiento de las series reales durante el período de estimación. Y en cuanto a los pronósticos fuera del período de estimación, las series pronosticadas captan los puntos de viraje de las series reales y los valores pronosticados están muy cerca de los valores reales. Lo que quiere decir, que el modelo replica fielmente los valores pasados de las variables económicas objeto de estudio y además puede ser perfectamente utilizado para pronosticar el comportamiento futuro de las tasas de crecimiento de dichas variables.
4. Los shocks en los precios del petróleo tienen efectos asimétricos en la manera en que los precios de los combustibles responden a los mismos. Es decir, incrementos en los precios internacionales del petróleo, conllevan a un incremento en los precios de los combustibles nicaragüenses. Sin embargo, disminuciones en los precios

internacionales del petróleo en los mismos órdenes de magnitud, podrían causar que los precios de los combustibles se incrementen, que se mantengan o que disminuyan en un monto menor al que disminuyen los precios internacionales del petróleo. Lo que nos indica que en Nicaragua, el mercado local de los combustibles funciona en el marco de una competencia imperfecta.

5. El impacto de un incremento de 10 puntos porcentuales en los precios internacionales del petróleo ocasiona que el precio de la gasolina regular y súper aumente en un 40% su valor actual y que el diesel aumenta en un 32% su valor. Mientras que una disminución de 10 puntos porcentuales provoca que el precio de la gasolina súper caiga en un 2% su valor, el diesel en un 5% y la gasolina regular se mantiene invariante. Lo que evidencia que al momento de un incremento de los precios internacionales de petróleo ocasiona un efecto multiplicador sobre los precios de los combustibles a nivel local, el cual no se refleja al momento de una disminución en los precios internacionales.

XII. BIBLIOGRAFÍA

1. Amengual, D. ; 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.
2. Bacon, R.W. (1991): "Rockets and Feathers: The Asymmetric Speed of Adjustment of UK Retail Gasoline Prices to Cost Changes". *Energy Economics*, vol.13, No. 3, pp.211- 218.
3. Balke, N.S., S.P. Brown ; M.K. Yücel (1998): "Crude Oil and Gasoline Prices: An Asymmetric Relationship?" Federal Reserve Bank of Dallas, *Economic and Financial Review*, First Quarter, pp. 2 –11.
4. Bedrossian, A; Moshos, D. (1988). Industrial structure, concentration and the speed of price adjustment. *Journal of Industrial Economics* 26, 459-475.
5. Borenstein, S., C. Cameron ; R. Gilbert (1997): "Do Gasoline Prices Respond Asymmetrically to Crude Oil Prices?" *Quarterly Journal of Economics*, vol. 112, No.1, pp. 305 –39.
6. Brown, S.P. ; M.K. Yücel (2000): "Gasoline and Crude Oil Prices: Why the Asymmetry?" Federal Reserve Bank of Dallas, *Economic and Financial Review, Economic Review*, Third Quarter, pp. 23 –29.
7. Cordano, A. V. (2005). "La demanda agregada de combustibles líquidos en el Perú." Documento de Trabajo 12, Organismo Supervisor de la inversión en Energía.
8. Flores, A.I. (2007). Los precios del petróleo y las variables macroeconómicas. Eumed. Universidad de Málaga, España. Disponible en: <http://www.eumed.net/libros/2007b/279>
9. Francos, M (2006). Estimación de la demanda de combustibles en República Dominicana. Texto de discusión 6, Secretariado Técnico de la Presidencia.
10. Ginsburgh, V; Michel, P. (1988). Adjustment Costs, Concentration and Price Behaviour. *Journal of Industrial Economics*, Blackwell Publishing, Vol 36(4), pp. 477-481.
11. Johansen, S., Juselius, K. (1990). Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration, with Applications to the Demand for Money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52, pp. 169 – 210.
12. Kirchgässner, G. y K. Kübler (1992): "Symmetric or Asymmetric Price Adjustment in the Oil Market". *Energy Economics*, vol.14, No.3, pp. 171-185.

13. Kwiatkowski, D., Phillips, P.C.B., Schmidt, P., Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. *Journal of Econometrics*, 54, pp. 159 – 178.
14. Loría, E. (2007). *Econometría con aplicaciones*. Pearson Educación, México.
15. Lütkepohl, H; Kräzig, M. (2004). *Applied Time Series Econometrics. Themes in Modern Econometrics*. Cambridge University Press.
16. Peltzman, S. (2000): “Prices Rise Faster Than They Fall” *Journal of Political Economy* vol. 108, No.3, pp. 466–502.
17. Pindyck R.S y Rubinfeld D.L (1998). *Econometría: modelos y pronósticos*. Cuarta edición. Mc.Graw-Hill.

XIII. ANEXOS

Nicaragua: Consumo de hidrocarburos (1994-2008).

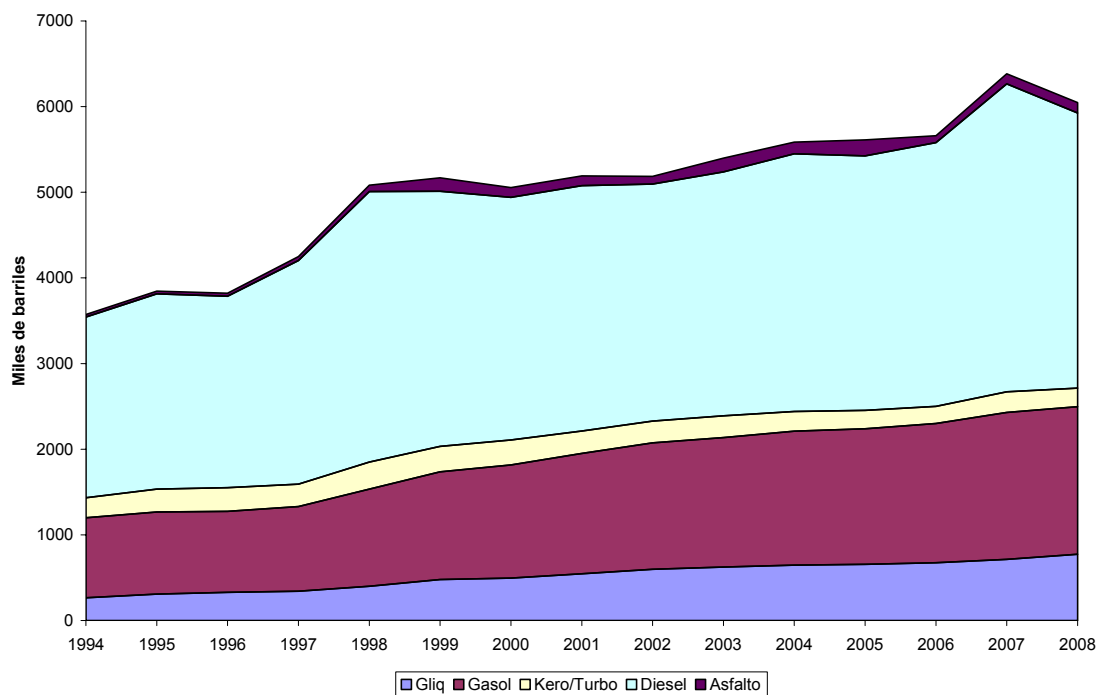


FIGURA #1. Nicaragua: Consumo de hidrocarburos (1994-2008).
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Central de Nicaragua.

- Modelo VAR estimado.

Sistema VAR, orden del retardo 2
 Estimaciones de MCO, observaciones 1996:04-2007:12 (T = 141)
 Log-verosimilitud = 1009.1741
 Determinante de la matriz de covarianzas = 1.2185894e-010
 AIC = -13.8464
 BIC = -13.1563
 HQC = -13.5660
 Contraste Portmanteau: LB(35) = 308.182, gl = 297 [0.3155]

Ecuación 1: dlogGASREG1

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor p</i>	
Const	0.0103797	0.00317705	3.2671	0.00139	***
dlogGASREG1_1	0.00285807	0.216619	0.0132	0.98949	
dlogGASREG1_2	-0.012222	0.219956	-0.0556	0.95577	
dlogGASSUP1_1	0.219755	0.201917	1.0883	0.27846	
dlogGASSUP1_2	-0.195732	0.198311	-0.9870	0.32548	
dlogDIESEL_1	-0.243606	0.10207	-2.3867	0.01844	**
dlogDIESEL_2	0.107644	0.101288	1.0628	0.28986	
dlogOILPRICES	0.315807	0.0377149	8.3735	<0.00001	***
dlogOILPRIC_1	0.114726	0.051813	2.2142	0.02856	**
dlogOILPRIC_2	0.00349055	0.053626	0.0651	0.94820	
DUM	-0.080922	0.0142876	-5.6638	<0.00001	***
Media de la vble. dep.	0.009816	D.T. de la vble. dep.		0.047979	
Suma de cuad. residuos	0.137611	D.T. de la regresión		0.032535	
R-cuadrado	0.573009	R-cuadrado corregido		0.540164	
F(10, 130)	17.44563	Valor p (de F)		9.26e-20	
Rho	-0.006946	Durbin-Watson		2.011471	

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de dlogGASREG1	F(2, 130) = 0.0024394 [0.9976]
Todos los retardos de dlogGASSUP1	F(2, 130) = 1.9085 [0.1524]
Todos los retardos de dlogDIESEL	F(2, 130) = 3.156 [0.0459]
Todas las variables, retardo 2	F(3, 130) = 2.6401 [0.0522]

Ecuación 2: dlogGASSUP1

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor p</i>	
Const	0.010218	0.00340553	3.0004	0.00323	***
dlogGASREG1_1	0.632688	0.232198	2.7248	0.00732	***
dlogGASREG1_2	0.264787	0.235774	1.1231	0.26348	
dlogGASSUP1_1	-0.329018	0.216438	-1.5201	0.13090	
dlogGASSUP1_2	-0.41641	0.212573	-1.9589	0.05226	*
dlogDIESEL_1	-0.283652	0.109411	-2.5925	0.01062	**
dlogDIESEL_2	0.0603289	0.108572	0.5557	0.57940	
dlogOILPRICES	0.317902	0.0404273	7.8635	<0.00001	***
dlogOILPRIC_1	0.0835694	0.0555392	1.5047	0.13483	
dlogOILPRIC_2	0.00323731	0.0574826	0.0563	0.95517	
DUM	-0.089547	0.0153151	-5.8470	<0.00001	***
Media de la vble. dep.	0.009412	D.T. de la vble. dep.		0.050177	
Suma de cuad. residuos	0.158116	D.T. de la regresión		0.034875	
R-cuadrado	0.551430	R-cuadrado corregido		0.516925	
F(10, 130)	15.98099	Valor p (de F)		1.96e-18	
Rho	0.016541	Durbin-Watson		1.961036	

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de dlogGASREG1	F(2, 130) = 3.7171 [0.0269]
Todos los retardos de dlogGASSUP1	F(2, 130) = 2.1935 [0.1156]
Todos los retardos de dlogDIESEL	F(2, 130) = 3.3917 [0.0367]
Todas las variables, retardo 2	F(3, 130) = 2.5207 [0.0608]

Ecuación 3: dlogDIESEL

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor p</i>	
Const	0.00925814	0.00288277	3.2115	0.00166	***
dlogGASREG1_1	0.114861	0.196554	0.5844	0.55998	
dlogGASREG1_2	0.0688008	0.199582	0.3447	0.73086	
dlogGASSUP1_1	-0.102054	0.183214	-0.5570	0.57847	
dlogGASSUP1_2	-0.156004	0.179943	-0.8670	0.38756	
dlogDIESEL_1	0.0290195	0.0926158	0.3133	0.75453	
dlogDIESEL_2	0.0255378	0.0919058	0.2779	0.78155	
dlogOILPRICES	0.312913	0.0342215	9.1437	<0.00001	***
dlogOILPRIC_1	0.143232	0.0470137	3.0466	0.00280	***
dlogOILPRIC_2	0.0440213	0.0486588	0.9047	0.36730	
DUM	-0.0177399	0.0129642	-1.3684	0.17356	
Media de la vble. dep.	0.013961	D.T. de la vble. dep.		0.040968	
Suma de cuad. residuos	0.113299	D.T. de la regresión		0.029522	
R-cuadrado	0.517817	R-cuadrado corregido		0.480726	
F(10, 130)	13.96070	Valor p (de F)		1.69e-16	
Rho	-0.022991	Durbin-Watson		2.039378	

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de dlogGASREG1	F(2, 130) = 0.17523 [0.8395]
Todos los retardos de dlogGASSUP1	F(2, 130) = 0.39572 [0.6740]
Todos los retardos de dlogDIESEL	F(2, 130) = 0.099443 [0.9054]
Todas las variables, retardo 2	F(3, 130) = 0.80492 [0.4933]

Para el sistema en conjunto

Hipótesis nula: el retardo más largo es 1

Hipótesis alternativa: el retardo más largo es 2

Contraste de razón de verosimilitudes: Chi-cuadrado(9) = 18.8747 [0.0263]