

Banco Central de Costa Rica
División Económica
Nota de Investigación No 4-00

Impacto de los Precios del Petróleo en Costa Rica*

Alexander W. Hoffmaister
Ivannia Solano
Alvaro Solera
Katia Vindas

Setiembre, 2000

* Los autores agradecen los comentarios recibidos de William Calvo, Paulina Herrera, Claudio Ureña, y Everardo Vargas. También se agradece la ayuda de Laura Castro (RECOPE), Luis Elizondo (ARESEP), y Rocío Rodríguez (RECOPE) en facilitar los datos necesarios para realizar este estudio, y a esclarecer los detalles de éstos.

1. Introducción

Esta nota tiene el propósito de cuantificar el impacto que tienen los precios del petróleo en la economía costarricense. La importancia de entender y cuantificar los efectos de las innovaciones en el precio del petróleo sobre la economía se origina en los recientes aumentos en los precios mundiales, hasta llegar a un nivel promedio de \$28 para el 2000. Es probable que los efectos de las innovaciones se asemejen al impacto que han tenido en el pasado y que tienen sobre otras economías. En particular es de esperar un aumento en la inflación y una disminución en el crecimiento económico. El énfasis de esta nota es justamente cuantificar estos efectos tomando en cuenta las particularidades institucionales.

Así, este documento considera explícitamente el papel de los arreglos institucionales, alrededor de los precios domésticos de los combustibles, en la transmisión de las innovaciones en los precios del petróleo en Costa Rica. En particular, entre los arreglos institucionales esta la existencia de una compañía estatal (RECOPE) que puede refinar el petróleo crudo, y que está es la única compañía autorizada para importar combustibles refinados. Los precios domésticos de los combustibles están determinados por una regla explícita publicada en el periódico oficial ("La Gaceta"). Esta regla establece un "umbral" de cambio en los precios del petróleo que de ser sobrepasado se le solicita a la agencia reguladora (ARESEP) decretar una revisión de los precios de combustibles domésticos. La regla básica ha estado presente en la mayoría de los años noventa, con unas pequeñas modificaciones con respecto a la definición de las ponderaciones usadas para calcular el precio de referencia (precio del cocktail).

Los resultados principales de este estudio son los siguientes:

- Los arreglos institucionales tienden a "suavizar" las fluctuaciones de los precios domésticos comparado a las fluctuaciones observadas en los precios mundiales. En particular, las fluctuaciones en los precios domésticos son entre 25 y 50 por ciento menor

que las fluctuaciones mundiales. En gran medida esto refleja la regla de ajuste de los precios domésticos que son ajustados solo cuando se excede un umbral de cinco por ciento desde la última revisión.

- La respuesta de la inflación ante una innovación en el precio del petróleo de diez por ciento se traduce en un aumento en la inflación de la mitad de un punto porcentual (50 puntos base) y en una reducción del crecimiento económico de un punto porcentual. La inflación se manifiesta con un rezago de aproximadamente seis meses y la reducción en el crecimiento se manifiesta con un rezago menor, aproximadamente tres meses.
- El impacto de un aumento en el precio mundial de petróleo de \$23 (en el programa monetario de 2000) a \$28 por barril en promedio durante el 2000 tiene efectos importantes sobre la inflación y el crecimiento. En particular, la inflación tiende a aumentar en dos puntos porcentuales y el crecimiento tiende a disminuir en tres puntos porcentuales a diciembre de 2000. El efecto sobre la inflación predicho parece ser consistente con la evolución de la inflación durante los primeros seis meses del año 2000, aunque el efecto predicho sobre el crecimiento parece estar por encima de la evolución de la economía observada durante ese mismo período. Esto último puede reflejar en parte el hecho de que el IMAE, como proxy del PIB, podría sobreestimar las fluctuaciones en la economía.
- La información contenida en los datos no resultó útil para simular el impacto que podría tener el cambio propuesto en los impuestos sobre la inflación. Esto se debe a que las reducciones en los precios de los combustibles, por la reducción en los impuestos, no está asociados a una reducción en los precios mundiales de petróleo. Es posible, que el efecto sobre la inflación tienda a ser pequeña. Un factor que tiende a mitigar la disminución en la inflación que se puede esperar cuando se reducen los precios de los combustibles, es el comportamiento asimétrico de los precios regulados. Estos típicamente no se revisan hacia abajo cuando los precios de los combustibles bajan pero sí tienden a subir cuando los precios de los combustibles suben.

El resto del documento contiene tres secciones adicionales. En la Sección 2 se utiliza una serie de modelos VAR estándar como una primera evaluación de los datos. Estos modelos ilustran el efecto de las innovaciones en los precios del petróleo mundial y de los precios de los combustibles domésticos sobre diferentes variables macro. La comparación de estas dos respuestas facilita la observación del efecto de los arreglos institucionales sobre la transmisión de las innovaciones en el precio del petróleo. En la sección 3 se amplían estos modelos para incorporar en el mismo modelo tanto los precios del petróleo mundial como los precios domésticos de los combustibles. Las respuestas impulso son calculadas por un VAR lineal (estándar) y por un VAR no lineal, este último hace explícita la regla (no-lineal) que rige los precios de los combustibles domésticos. Así, es posible visualizar de una forma más precisa el efecto de los arreglos institucionales. Esta sección finaliza utilizando el modelo para calibrar el efecto de las recientes innovaciones en el precio del petróleo sobre la inflación en el año 2000. En la sección 4 se utiliza el modelo para cuantificar el impacto de las propuestas de simplificación tributaria sobre la inflación.

2. Caracterización del efecto de las innovaciones en el precio del petróleo.

Como primera evaluación de los datos, se utiliza una serie de modelos VAR para calcular la respuesta impulso de la economía ante una innovación en el precio del petróleo. Esta sección describe los modelos, identifica estas innovaciones y, discute la evidencia empírica encontrada.¹

¹ Los resultados contenidos en este documento se basan sobre modelos VAR que contienen seis rezagos. Estos resultados son razonablemente robustos a cambios en el número de rezagos. Los modelos también se estimaron con nueve y 12 rezagos, y los cambios con respecto a los contenidos en el documento se describen en notas de pie cuando estos ameritan comentario. Los cambios se centran en las respuestas del tipo de cambio y la tasa de interés.

2.1 Modelos VAR

Modelo general. Es conveniente particionar los modelos, en un bloque con precios del petróleo y otro bloque con las variables domésticas:

$$\begin{aligned}\Delta p^{oil} &= d_{11}(L) \times \Delta p_{t-1}^{oil} + d_{12}(L) \times \Delta x_{t-1} + \mathbf{m}_{Poil} \\ \Delta x &= d_{21}(L) \times \Delta p_{t-1}^{oil} + d_{22}(L) \times \Delta x_{t-1} + \mathbf{m}_x\end{aligned}$$

donde p^{oil} y x corresponden, respectivamente, al precio del petróleo (en dólares de EU) y a un vector de k variables domésticas de interés especificadas más adelante (todas en logaritmos), $d_{ij}(L)$ corresponde al polinomio de matrices rezagado (de orden p), y μ_i corresponde a las innovaciones en la ecuación respectiva; el vector de innovaciones en el modelo $\mu = [\mu_{Poil} \mid \mu_x]'$ es tal que $E[\mu] = 0$ y $E[\mu\mu'] = \Omega$.

Identificación y una economía pequeña abierta. La esencia del problema de identificación es recuperar el modelo estructural deseado a partir del modelo VAR especificado arriba. Formalmente, el modelo estructural requerido es $[\Delta p^{oil} \mid \Delta x] = A(L) \times [\varepsilon_{Poil} \mid \varepsilon_x]'$ tal que se refleje las restricciones económicas, y donde el vector de las innovaciones, $\varepsilon = [\varepsilon_{Poil} \mid \varepsilon_x]'$, sea tal que $E[\varepsilon] = 0$, y $E[\varepsilon\varepsilon'] = I$, es decir, las innovaciones tienen media igual a cero y sean ortogonales. El modelo estructural es obtenido de la representación MA: $[\Delta p^{oil} \mid \Delta x] = C(L) \times [\mu_{Poil} \mid \mu_x]'$ donde $C(L) = [I - D(L)]^{-1}$ y $D(L)$ está definido implícitamente por los elementos típicos descritos arriba, $d_{ij}(L)$.

El problema de identificación aquí es estándar y consiste en identificar los elementos de los movimientos contemporáneos del modelo estructural, A_0 , mediante la combinación de restricciones económicas con la condición de que las innovaciones sean ortogonales (Hamilton, 1994, p. 320). El papel primario de la matriz A_0 en la identificación puede ser ilustrada en dos pasos. Primero, comparando el modelo estructural con los resultados VAR en $A(L) \times \varepsilon = C(L) \times \mu$, por ello $A_j \times \varepsilon_{-j} = C_j \times \mu_{-j}$ para $j = 0, 1, 2, \dots$. Segundo, recordando que el

modelo VAR está normalizado, $C_0=I$, es decir, $A_0 \times \varepsilon = \mu$. Por ello las innovaciones estructurales se obtienen una vez que A_0 , se determine, esto es $\varepsilon = A_0^{-1} \mu$. Las respuestas impulso de las innovaciones estructurales, $A(L)$, se obtienen al reemplazar $A_0 \times \varepsilon = \mu$, del primer paso, $A(L) \times \varepsilon = C(L) \times A_0 \times \varepsilon$, y cancelando ε en ambos lados de la ecuación, $A(L) = C(L) \times A_0$.

Debido a que este estudio considera una *economía pequeña abierta* la identificación del modelo (A_0) se simplifica. El espíritu de una economía pequeña abierta supone que las variables domésticas y sus innovaciones no tienen efecto sobre los precios mundiales del petróleo, por ello $d_{12}(L)=0$. Esta restricción hace el modelo “recursivo en bloques” de manera que se pueden identificar las innovaciones en cada bloque en forma separada (Keating, 1996). Entonces, la innovación en el bloque del precio del petróleo puede ser determinada sin la necesidad de identificar las innovaciones en el otro bloque, que contiene las innovaciones en las variables domésticas.

La estructura de la innovación en el precio del petróleo es derivada del supuesto de una economía pequeña abierta. Note que $d_{12}(L)=0$ implica que el precio mundial del petróleo no está afectado por los movimientos en las variables domésticas, ni aún contemporáneamente, $d_{0,12}=0$. Dadas las propiedades de la inversa de una matriz particionada (Dhymes, 1978, pp. 458-9) la forma-reducida de las innovaciones no afectan el precio mundial del petróleo, es decir, $C_{12}(L)=0$, y $C_{0,12}=0$. Las innovaciones estructurales también cumplen con estas restricciones, por ello $A_{12}(L)=0$ y $A_{0,12}=0$, el cual provee k restricciones que junto con las $((k-1) \times k) / 2$ restricciones de las restricciones de ortogonalidad de las innovaciones (Hoffmaister y Roldós, 2001).

Modelos específicos. A continuación se consideran tres variantes de este modelo. La primera variante captura los efectos macroeconómicos básicos, y define el vector de las variables domésticas como $x=[p, y]'$, donde p y y corresponden, respectivamente, a precios (IPC) y producción (indicador mensual de la actividad económica IMAE, ambos en

logaritmos). La segunda variante agrega al vector el tipo de cambio nominal, e , es decir $x=[p, y, e]'$. Por ello, este modelo puede capturar indirectamente el efecto que tienen las innovaciones en los precios de petróleo sobre la balanza de pagos, vía ajustes en el tipo de cambio. La tercera variante incorpora la tasa de interés nominal, r , a la variante previa, es decir $x=[p, y, e, r]'$. Esto permite al modelo incorporar los cambios de las condiciones en el mercado de dinero. Otros efectos relevantes, tales como la descomposición de los efectos del producto entre consumo (duradero o no) y la inversión o el efecto directo sobre la balanza de pagos, no son factibles debido a la falta de datos de alta frecuencia.²

En cada una de esas variantes se consideran dos definiciones del precio del petróleo. La primera la define como el precio Brent. Debido a la alta correlación entre los movimientos de otros precios del petróleo mundial (ver Figura A1), los resultados no cambian significativamente cuando se utilizan otros precios internacionales. La segunda la define como el precio doméstico de los combustibles. Esta medida se calcula como un promedio ponderado por su participación en el consumo doméstico, de los precios de la gasolina (regular), diesel y búnker. Los movimientos en los precios de los combustibles domésticos están determinados en gran parte por los movimientos en los precios internacionales. No obstante, el comportamiento de los precios domésticos de los combustibles está condicionado por la estructura del mercado doméstico, caracterizada por un monopolio estatal con precios determinados por una regla explícita. La comparación de las respuestas impulso de estas definiciones alternativas ilustran el efecto que tiene la estructura del mercado sobre la transmisión de las innovaciones en el precio del petróleo.

² El Cuadro A1 en el apéndice contiene la descripción detallada de las series utilizadas y sus fuentes.

2.2 Respuestas impulso ante una innovación en los precios del petróleo.

Las respuestas impulso ante una innovación en los precios del petróleo para cada variante del modelo VAR son mostradas, respectivamente, en las Figuras 1-3.³ Las dos columnas en estas figuras muestran la respuesta impulso correspondiente a cada definición de los precios del petróleo y las filas muestran la respuesta de cada variable en el modelo. Estas respuestas impulso se discuten enseguida.

La primera variante del modelo está diseñada para capturar los efectos macroeconómicos básicos (Figura 1). La *respuesta de la inflación* sugiere que el incremento en la inflación no parece ser grande, cerca de un cinco por ciento (1/20) de la innovación en el precio Brent (columna 1) y cerca de un diez por ciento (1/10) de la innovación en los precios de los combustibles domésticos. Es interesante notar que existe un rezago en la respuesta de la inflación de cerca de seis meses después de una innovación en el precio Brent, pero no existe rezago después de una innovación en los precios de los combustibles domésticos. También, se observa que el efecto sobre la inflación persiste más después de una innovación en el precio Brent (casi tres años) comparado con la persistencia que sigue una innovación en los precios de los combustibles domésticos (cerca de dos años). La *respuesta de la producción* sugiere que la actividad económica disminuye casi inmediatamente después de cualquier innovación. No obstante, la innovación en el precio Brent parece llevar a una mayor disminución que persiste por un mayor periodo de tiempo comparado con una innovación en los precios de los combustibles domésticos.

La segunda variante del modelo trata de capturar los efectos indirectos sobre la balanza de pagos (Figura 2). La *respuesta del tipo de cambio* es pequeña para las dos definiciones de la innovación en los precios del petróleo, entre 50 y 100 puntos base (pb, entre medio y un punto porcentual). A pesar de lo pequeño de la respuesta, sugiere que el tipo de cambio

³ Los modelos se estiman con datos mensuales de enero de 1990 hasta diciembre de 1999 en las secciones 2 y 3, y hasta junio de 2000 en la sección 4. En el Cuadro A1 en el apéndice detalla los datos utilizados.

tiende a depreciarse con un rezago de cerca de cinco meses después de la innovación de los precios del petróleo. En el tanto que las importaciones de petróleo sean relativamente inelásticas en el corto plazo, la depreciación podría reflejar un ajuste debido a la pérdida de los términos de intercambio implícito por la innovación en los precios del petróleo. La persistencia de esta depreciación es mayor para la innovación en el precio Brent, extendiéndose aproximadamente por dos años.⁴ Las *respuestas cualitativas de inflación y producto* son similares a aquellas obtenidas en la primera variante del modelo, considerando su magnitud, rezagos y persistencia.

La tercera variante del modelo captura cambios en las condiciones monetarias (Figura 3). La *respuesta de la tasa de interés nominal* es sensible a la definición de precio del petróleo, a pesar de que su respuesta es pequeña. Sin embargo, la magnitud y persistencia de su respuesta es mayor después de una innovación en el precio Brent.⁵ Las respuestas cualitativas de la inflación, producto y tipo de cambio son similares a aquellas obtenidas en las dos variantes anteriores, en cuanto a rezagos y persistencia. Sin embargo, la diferencia más importante, se refiere a la magnitud dado que éstas son más pequeñas.

Es importante notar las diferencias en las respuestas que siguen a una innovación en el precio Brent y a una en los precios domésticos de los combustibles, ya que estas diferencias proveen evidencia del efecto de la estructura de mercado sobre la transmisión de las innovaciones en el precio del petróleo. Claramente, si el mercado doméstico estuviera abierto a la competencia y los precios domésticos no estuvieran regulados, se podría esperar encontrar respuestas impulso similares tanto después de una innovación en los precios mundiales como en los precios de los combustibles domésticos. En este caso, los precios domésticos de los combustibles reflejarían esencialmente las condiciones del mercado mundial fielmente. Las

⁴ La respuesta del tipo de cambio cuando se incluyen nueve o 12 rezagos presenta la apreciación inicial, pero no la depreciación que se observa en la Figura 2. Lo que califica el comentario sobre la pérdida de los términos de intercambio implícito por la innovación en los precios del petróleo.

⁵ La respuesta de la tasa de interés cuando se incluyen nueve rezagos sugiere que la tasa no aumenta después de la caída original. El modelo se vuelve inestable cuando se incluyen doce rezagos.

diferencias observadas, sin embargo, son indicativas del efecto que tiene la estructura de mercado sobre la transmisión de las innovaciones en el precio de petróleo. En particular, la innovación en los precios domésticos de los combustibles es casi la mitad del tamaño de la innovación en el precio Brent y su efecto sobre la economía tiende a ser rezagado comparado con el efecto de los precios domésticos de los combustibles. Estas diferencias sugieren que de hecho la estructura del mercado tiende a “suavizar” el efecto de una innovación en el precio mundial del petróleo tanto a través del tiempo como en el tamaño de éstos.

3. Modelación de la regla

Para entender mejor la incidencia de la estructura de mercado sobre la transmisión de las innovaciones en el precio del petróleo, esta sección estima una serie de modelos que incorporan, simultáneamente, el precio mundial del petróleo y el precio doméstico de los combustibles. Se podría pensar que la transmisión de las innovaciones en el precio mundial del petróleo está restringida únicamente a su efecto sobre el precio doméstico de los combustibles, sin embargo, esto probablemente no sea así. Debido a que, el impacto de una innovación en el precio del petróleo en la economía mundial, y por consiguiente sobre los mercados de exportación, es parte también de la transmisión de las innovaciones en el precio del petróleo en economías pequeñas y abiertas. Los modelos VAR se ampliaron para explícitamente modelar la regla no lineal que determina el precio doméstico de los combustibles.

3.1 Modelos VAR

Modelo General. Los modelos VAR en esta sección pueden expresarse como:

$$\begin{aligned}\Delta p^{oil} &= d_{11}(L) \times \Delta p_{t-1}^{oil} + d_{12}(L) \times \Delta p_{t-1}^{combust} + d_{13}(L) \times \Delta x_{t-1} + \mathbf{m}_{p^{oil}} \\ \Delta p^{combust} &= d_{21}(L) \times \Delta p_{t-1}^{oil} + d_{22}(L) \times \Delta p_{t-1}^{combust} + d_{23}(L) \times \Delta x_{t-1} + \mathbf{m}_{p^{combust}} \\ \Delta x &= d_{31}(L) \times \Delta p_{t-1}^{oil} + d_{32}(L) \times \Delta p_{t-1}^{combust} + d_{33}(L) \times \Delta x_{t-1} + \mathbf{m}_x\end{aligned}$$

donde $p^{combust}$ es el (logaritmo del) precio doméstico de los combustibles (promedio ponderado del precio de la gasolina regular, el diesel y el búnker), que los consumidores enfrentan, y dónde el vector de innovaciones en el modelo $\mu = [\mu_p^{oil}, \mu_p^{combust} | \mu_x]'$ es tal que $E[\mu] = 0$ y $E[\mu\mu'] = \Omega$. Dos variantes de este modelo fueron consideradas. La primera variante define el vector de variables domésticas como $x = [p, y, e]'$ y la segunda variante lo define como $x = [p, y, e, r]'$. La variante macroeconómica básica usada en la Sección 2, no se considera aquí debido a que la regla que determina el precio de los combustibles requiere el tipo de cambio nominal para convertir el precio mundial del petróleo a moneda doméstica.

La identificación de la innovación estructural asociado con el precio mundial del petróleo, $\varepsilon_{p^{oil}}$, se hace en forma análoga a la de los modelos en la Sección 2, es decir, innovaciones ortogonales y el supuesto de una economía pequeña abierta, $d_{22}(L) = d_{13}(L) = 0$. Note que en los modelos de esta sección $d_{31}(L)$ tiende a capturar los efectos indirectos que tienen las innovaciones en el precio mundial del petróleo sobre la actividad económica mundial.

Modelo no lineal. Para modelar explícitamente la regla que determina el precio doméstico de los combustibles, el modelo general descrito en esta sección fue combinado con la regla específica que determina $p^{combust}$, incluyendo todos los impuestos que se agregan al precio

doméstico de los combustibles. El modelo no lineal se obtiene de reemplazar la segunda ecuación del modelo general con las siguientes ecuaciones:⁶

$$P^{combust} = \{P^{planta}(1+i^{sc}) + margen\} \times (1+i^v) \times (1+i^{convavi})$$

$$P^{planta} = (1 + \mathbf{a} \times \mathbf{g}) \times P_{-1}^{planta}$$

$$\mathbf{a} = \begin{cases} \frac{E \times P^{oil}}{E_h \times P_h^{oil}} - 1, & \text{si } \left| \frac{E \times P^{oil}}{E_h \times P_h^{oil}} - 1 \right| \geq \mathbf{a}^* \\ 0 & , \quad \text{de otra manera} \end{cases}$$

donde $P^{combust}$, P^{planta} , i^{sc} , *margen*, i^v , $i^{convavi}$, \mathbf{g} , y \mathbf{a}^* son respectivamente, el precio promedio de los combustibles domésticos, el precio promedio en planta de la compañía estatal, el impuesto selectivo de consumo promedio sobre los combustibles, el margen permitido de transporte y distribución, el impuesto de ventas, el impuesto para la comisión nacional de viabilidad, la proporción que representa el valor total de las importaciones de petróleo crudo, derivados y otras materias primas necesarias para la producción y mezcla de combustibles, más los respectivos derechos arancelarios con respecto al gasto total de la refinadora, y el umbral crítico que se determina cada vez que los precios domésticos son modificados.⁷ Note que “ \mathbf{a} ” está calculado en términos relativos respecto al precio mundial del petróleo (en

⁶ Los promedios se refieren a los promedios ponderados por su participación en el consumo de la gasolina regular, el diesel y el búnker (en moneda doméstica), que han representado aproximadamente el 70 por ciento del gasto total en combustibles en el mercado doméstico durante la década de los noventa. El modelo no lineal completo contiene dos grupos de identidades: el primer grupo relaciona la versión logarítmica de las variables con sus respectivas exponenciales (anti-logaritmos); y el segundo grupo calcula las diferencias de los logaritmos.

⁷ La ley #7593 fija $\alpha^* = 0.05$ y define los términos $\alpha \times \gamma$, γ , P^{planta} , P_{-1}^{planta} , $E \times P^{oil}$, y $E_h \times P_h^{oil}$, respectivamente como A, P, PV, PA, TCR×PR, y TCE×PE. La ley también describe los ajustes “ordinarios” de los precios domésticos de los combustibles que corresponden a consideraciones fundamentalmente de costos e inversiones relacionadas con las actividades administrativas y operativas referentes a la refinación, transporte, comercialización del petróleo, y sus derivados. En este estudio los ajustes ordinarios, los impuestos, y los márgenes son exógenos.

moneda doméstica) desde la última revisión, $E_h \times P_h^{oil}$. (Las letras mayúsculas son definidas como los exponenciales o anti-logaritmos de las letras minúsculas.)

La transmisión de las innovaciones en el precio del petróleo es históricamente dependiente, debido a que “ α ” está calculado desde la última revisión. Dado el régimen cambiario de mini devaluaciones, aunque una innovación en el precio mundial del petróleo sea menor que \mathbf{a}^* podría darse una revisión en el precio doméstico de los combustibles, si ha pasado algún tiempo desde la última revisión, debido al efecto que las mini devaluaciones tienen sobre el precio mundial medido en moneda doméstica.⁸ Entonces, las respuestas impulso para una innovación en el precio mundial del petróleo deberían estar calculadas para un punto determinado en el tiempo, específicamente:

$$RI_t(x_{t+h}) = E_t[x_{t+h} | \mathbf{e}_{Poil,t} = \mathbf{s}_{Poil}, E_h \times P_h^{oil}, \Omega] - E_t[x_{t+h} | \mathbf{e}_{Poil,t} = 0, E_h \times P_h^{oil}, \Omega]$$

donde el valor esperado depende de todos los parámetros del modelo, incluyendo i^{sc} , margen , i^v , i^{conavi} , γ , \mathbf{a}^* , y el precio mundial del petróleo en moneda doméstica desde la última revisión, $E_h \times P_h^{oil}$. Koop et al (1996) contiene una discusión de la dependencia histórica en los modelos no lineales.

3.2 Respuestas impulso ante una innovación en el precio mundial del petróleo

Las respuestas impulso de una innovación en el precio del petróleo para las variantes del modelo están representadas, respectivamente, en las Figuras 4 y 5. Las columnas de estas figuras muestran las respuestas impulso correspondientes a un modelo VAR y a un modelo

⁸ Esto convierte la regla que determina a los precios domésticos de los combustibles en un filtro que tiende a eliminar innovaciones pequeñas en el precio mundial. El tamaño de estas innovaciones declina con el paso del tiempo desde la última revisión, debido al régimen de mini devaluaciones.

no lineal, y las filas muestran las respuestas de cada variable en el modelo. Note que las respuestas impulso para el modelo no lineal están calculadas suponiendo que la innovación en el precio del petróleo ocurre en el mes de enero del año 2000, y es consistente con el dato de la última revisión antes de las innovaciones ocurridas en diciembre de 1999. Estas respuestas impulso se discuten seguidamente.

La primera variante del modelo captura básicamente el efecto de la estructura de mercado sobre la transmisión de innovaciones en el precio de petróleo (Figura 4). La *respuesta impulso del precio doméstico de los combustibles* que sigue a una innovación en el precio Brent, es aproximadamente la mitad de la innovación en el precio del petróleo. Los modelos, sin embargo, sugieren un perfil dinámico diferente para esta respuesta. El modelo VAR sugiere que la respuesta ocurre gradualmente en el transcurso de unos doce meses (columna 1), en tanto el modelo no lineal, que refleja la regla que determina los precios domésticos de los combustibles, sugiere que la respuesta es inmediata (columna 2). Esto es debido a que una innovación en el precio Brent cercano al diez por ciento -excediendo el umbral crítico establecido en la regla- implica un ajuste inmediato sobre el precio doméstico de los combustibles.⁹ No obstante, las diferencias en las respuestas del precio doméstico de los combustibles, las respuestas de las otras variables en los modelos son cualitativamente similares. Específicamente, la *respuesta impulso de la inflación* sugiere que el incremento en la inflación se presenta aproximadamente seis meses después de la innovación. La *respuesta impulso de la producción* sugiere que la actividad económica tiende a caer después de unos pocos meses, sin embargo, en el modelo no lineal el efecto inicial no es claro. La *respuesta impulso del tipo de cambio* sugiere que inicialmente el tipo de cambio tiende a depreciarse

⁹ El “salto” de la respuesta impulso en 2001:M3 está asociado a una revisión hacia abajo del precio doméstico de los combustibles en la simulación base mensual. Esta revisión se revierte en el siguiente mes por lo que la respuesta impulso presenta un “salto”. La revisión hacia abajo en la base está asociada a los movimientos en el tipo de cambio en 2001: M2, que en 2001:M3 dispara el umbral de cinco por ciento establecido en la regla que determina los precios domésticos de los combustibles.

durante aproximadamente un año, después de la innovación, y tiende a aumentar posteriormente.¹⁰

La segunda variante del modelo adiciona la tasa de interés, en un esfuerzo por incorporar el efecto sobre el mercado de dinero (Figura 5). La *respuesta impulso de la tasa de interés* en ambos modelos sugiere que la tasa de interés cae durante los primeros doce meses después de la innovación, cuando la actividad económica disminuye, y tiende a incrementarse posteriormente. Combinada con la respuesta de la inflación, sugiere que la tasa de interés real cae después de una innovación en el precio del petróleo. De nuevo, *la respuesta impulso del precio doméstico de los combustibles* sugiere un rezago en el incremento en el modelo VAR y un incremento inmediato en el modelo no lineal.¹¹ *La respuesta impulso de la inflación, producción y tipo de cambio* son cualitativamente similares a las presentadas en la Figura 4: (i) la inflación se incrementa aproximadamente seis meses después de la innovación; (ii) la actividad económica tiende a disminuir pocos meses después; y (iii) la baja inicial en la tasa de depreciación es seguida por un incremento. Además, el tamaño de las respuestas impulso parecen ser similares a las que aparecen en la Figura 4.

Las respuestas impulso de estos modelos llevan a “calificar” el resultado de que la estructura del mercado tiende a “suavizar” el efecto de innovaciones en el precio mundial discutidos en la Sección 2. Cuando el precio Brent y de los combustibles domésticos son incorporados en el modelo, el grado de suavizamiento en la innovación en el precio Brent es menor. De hecho, la respuesta del precio doméstico de los combustibles es cercana a $\frac{3}{4}$ de la innovación en el precio Brent comparado con la razón entre las innovaciones en el precio de los combustibles domésticos y en el precio Brent de cerca de $\frac{1}{2}$ en la Sección 2. Sin

¹⁰ El modelo tiene a ser inestable cuando se incluyen nueve o doce rezagos. Sin embargo, la respuesta del tipo de cambio cuando se incluyen nueve rezagos contiene la apreciación al comienzo pero no la depreciación que se observa en la Figura 4.

¹¹ Las reducciones en los dos períodos anteriores en los precios domésticos de los combustibles en 2001:M3-M4 están asociadas con una revisión hacia abajo del tipo de cambio en estos meses. Estas revisiones son seguidas por una revisión hacia abajo un mes después que conlleva a una reversión de los precios domésticos de los combustibles.

embargo, los resultados sugieren que el incremento en la inflación después de la innovación en el precio Brent, es similar al observado en la Sección 2. Note, sin embargo, que una innovación en el precio Brent de poco menos de la mitad de una innovación típica resultaría en un efecto mucho menor sobre la inflación puesto que el umbral crítico no sería sobrepasado. El efecto, sin embargo, no es cero porque la innovación en el precio Brent podría afectar la actividad económica por medio de su efecto en la actividad económica mundial, y en los mercados de exportación.

3.3 Incrementos en el precio del petróleo y su impacto sobre la inflación en el año 2000.

El modelo no lineal discutido en la sección 3.1 se usó para simular el impacto de recientes incrementos en el precio del petróleo sobre la inflación del año 2000. Para poder efectuar una comparación directa con las proyecciones del Banco Central de Costa Rica (BCCR), incluidas en el programa monetario para el año 2000, la simulación base fue “calibrada” para reproducir los supuestos utilizados en el programa monetario: (i) un precio promedio mundial del petróleo de \$22.8 por barril (aproximadamente igual al precio de entrega hoy y a los precios de entrega en el futuro cercano prevalecientes en el mercado de futuros a finales de 1999, cuando el programa fue elaborado), y (ii) una tasa de inflación y devaluación de nueve y siete por ciento en el 2000, respectivamente.

Formalmente, para llevar a cabo esta calibración, el modelo fue sujeto a 12 innovaciones de igual tamaño durante el 2000, de manera:

$$P_{2000}^{oil*} = \$22.8 = E_{1999}[P_{2000}^{oil} | \mathbf{e}_{P_{oil,2000}} = v]$$

donde P_{2000}^{oil*} es el precio mensual promedio para el año 2000. Ya que el precio del petróleo es un bloque exógeno, este valor esperado es esencialmente tomado considerando ese bloque (una ecuación). Dados estas proyecciones, las proyecciones para la inflación y el tipo de cambio fueron superiores a los contemplados en el programa monetario, así que el

bloque doméstico, x , fue sujeto a dos grupos de 12 innovaciones tal que simultáneamente resultaran en:

$$\begin{aligned} \mathbf{p}_{2000}^* &= 0.09 = E_{1999}[\mathbf{p}_{2000} | \mathbf{e}_{p,2000} = v_p, \mathbf{e}_{e,2000} = v_e, \mathbf{e}_{Poil,2000} = v] \\ e_{2000}^* &= 0.07 = E_{1999}[e_{2000} | \mathbf{e}_{p,2000} = v_p, \mathbf{e}_{e,2000} = v_e, \mathbf{e}_{Poil,2000} = v] \end{aligned}$$

donde π^*_{2000} y e^*_{2000} son respectivamente, la tasa promedio de inflación y la depreciación en el año 2000. En este caso, el valor esperado se toma sobre el modelo no lineal completo, donde v_π y v_e fueron calibrados para asegurar que π^*_{2000} y e^*_{2000} fueron iguales a los valores supuestos en el programa.

Para calibrar el impacto de los mayores precios mundiales del petróleo, los resultados base fueron comparados con aquellos donde P^{oil} refleja las proyecciones más recientes, que en promedio son de alrededor de \$28 por barril para el año 2000. Esta proyección alternativa fue obtenida cuando el bloque/ecuación del precio mundial del petróleo fue sujeto a un grupo de innovaciones tal que¹²:

$$P^{oil*}_{2000} = \$28 = E_{1999}[P^{oil}_{2000} | \mathbf{e}_{Poil,2000} = \mathbf{V}]$$

y dados estas innovaciones las proyecciones alternativas se obtuvieron como:

$$\begin{aligned} \mathbf{p}_{2000}^{alt} &= E_{1999}[\mathbf{p}_{2000} | \mathbf{e}_{p,2000} = v_p, \mathbf{e}_{e,2000} = v_e, \mathbf{e}_{Poil,2000} = \mathbf{V}] \\ e_{2000}^{alt} &= E_{1999}[e_{2000} | \mathbf{e}_{p,2000} = v_p, \mathbf{e}_{e,2000} = v_e, \mathbf{e}_{Poil,2000} = \mathbf{V}] \end{aligned}$$

Los resultados para las proyecciones base (línea sólida) y alternativa (línea discontinua) están graficadas en la Figura 6 (columna 1). Para simplificar la comprensión del impacto del

¹² Como resultado \mathbf{V} fue cercano a cero, sugiriendo que el bloque del precio mundial del petróleo usando datos hasta de diciembre de 1999, parecen haber anticipado los incrementos en el 2000.

incremento en el precio mundial del petróleo, la respuesta impulso (la diferencia entre las proyecciones alternativa y base) también se presenta en la Figura 6 (columna 2).

Brevemente, el efecto de los precios de petróleo más altos parece ser moderado, pero es lejos de ser no importante. El efecto sobre la inflación es alrededor de dos puntos porcentuales al final de año 2000. Por su parte, el efecto sobre otras variables domésticas tiende a ser pequeño, no obstante el de la actividad económica es apreciable, y muestra aproximadamente una caída promedio en el crecimiento económico cercano a los tres y medio puntos porcentuales al final del 2000.

4. Cambios propuestos a los impuestos sobre los combustibles

El proyecto de ley de simplificación y eficiencia tributaria (proyecto de ley #13.878) establece cambios importantes en la tributación de varios artículos de consumo, así como cambios en los impuestos sobre los combustibles. Esta sección utiliza el modelo descrito en la sección anterior para simular el efecto que estos cambios pudieran tener en la economía.

La ley propone sustituir i^c , i^v , e i^{conavi} por un solo impuesto específico que se ajusta en los meses de enero, abril, julio, y octubre por la inflación del trimestre anterior. Es decir se propone cambiar la determinación de $P^{combust}$ actual:

$$P^{combust} = \{P^{planta}(1 + i^{sc}) + margen\} \times (1 + i^v) \times (1 + i^{conavi})$$

por la siguiente:

$$P^{combust} = \{P^{planta} + margen + i^{ESP}\}$$

$$i^{ESP} = \begin{cases} (1 + P^T) \times i_{t-1}^{ESP}, & \text{si } t = 1, 4, 7, 10. \\ i_{t-1}^{ESP}, & \text{de otra manera} \end{cases}$$

donde i^{ESP} , y π^T son respectivamente el impuesto específico sobre los combustibles y la inflación en el trimestre anterior a los meses uno, cuatro, siete, y diez. El resto del modelo no cambia en las simulaciones.

El proyecto de ley establece el monto del impuesto específico de partida, π^{ESP}_0 , como se detalla en el Cuadro 1. El impuesto específico propuesto implica una reducción en los impuestos sobre la gasolina regular, diesel, búnker respectivamente de 13.7, 8.2, y 4.4 colones por litro, comparado con los impuestos vigentes en junio de 2000. Esto implica una reducción en los impuestos sobre el precio promedio de los combustibles, $P^{combust}$, de 9.2 colones por litro. Esta reducción se utiliza para realizar la simulación del cambio en los tributos propuestos para los combustibles.

Usando la propuesta para $P^{combust}$ contenida en el proyecto de ley #13.787, la Figura 7 presenta la simulación asumiendo que los cambios hubiesen sido implementados en junio de 2000. Al igual que en la sección anterior, la simulación base (línea sólida) contiene una serie de innovaciones tal que:

$$\begin{aligned} p_{2000}^* &= 0.09 = E_{1999}[p_{2000} | e_{p,2000} = v_p, e_{e,2000} = v_e, e_{Poi,2000} = v] \\ e_{2000}^* &= 0.07 = E_{1999}[e_{2000} | e_{p,2000} = v_p, e_{e,2000} = v_e, e_{Poi,2000} = v] \end{aligned}$$

A diferencia de la sección anterior, para calcular π^*_{2000} y e^*_{2000} sólo se utilizan seis innovaciones iguales ya que se toman los valores observados de la inflación y devaluación en los primeros seis meses de 2000. Cambiando la determinación de $P^{combust}$ se obtiene la simulación alternativa (línea discontinua), que se resta de la simulación base para obtener las respuestas impulso correspondientes. Los resultados de la simulación se describen a continuación.

La simulación del modelo sugiere que los precios de los combustibles domésticos caen en impacto 9.2 colones por litro en julio de 2000 (consistente con el Cuadro 1), y se observa una leve disminución en setiembre asociada a un menor ritmo de devaluación que lleva a que el

precio del petróleo mundial en colones con respecto a la última revisión en junio sobrepase (menos) cinco por ciento. En octubre (al cabo de tres meses) el precio sube levemente cuando el impuesto, i^{ESP} , se revisa con base en la inflación en el trimestre anterior. La leve reducción en noviembre también está asociada a una reducción en el precio de petróleo mundial en colones. La simulación sugiere que la caída en los combustibles domésticos no parece tener mayor impacto sobre la inflación durante los primeros cuatro o cinco meses, y tiende a aumentar levemente la inflación a partir de octubre cuando se revisa i^{ESP} . La simulación también sugiere que el crecimiento tiende a disminuir con el cambio en la tributación.

Los efectos simulados en la economía parecen ser perversos y no consistentes con los presentados en la sección anterior. En particular, si un aumento en los precios de los combustibles aumenta la inflación y disminuye el crecimiento, entonces una disminución en los precios de los combustibles debería tener el efecto contrario. Sin embargo, la simulación del cambio en la tributación es conceptualmente distinta a la simulación de un cambio en los precios mundiales presentados en la sección anterior. Esto se debe a que la disminución en los precios de los combustibles cuando se cambia la tributación no está asociada, como lo esta en la sección anterior, a una reducción en los precios mundiales. Esto hace que los efectos de la reducción en $P^{combust}$ en esta simulación no reflejen los efectos de una mayor actividad mundial que estaría asociada a la reducción en los precios mundiales.

Además, la información histórica puede no ser muy útil para simular los cambios en los impuestos, ya que los movimientos de $P^{combust}$ en la muestra, están precedidos por cambios en los precios mundiales debido a la regla que se utiliza para calcular $P^{combust}$ (ley #7593). A esto se suma el efecto potencialmente asimétrico en los ajustes de los otros precios, tales como las tarifas reguladas de buses, y taxis, que durante la muestra no bajaron cuando los precios mundiales del petróleo cayeron a mediados de la última década y tendieron a subir con los aumentos recientes. Esto hace que el efecto sobre la inflación de un aumento en $P^{combust}$ se prolongue por los aumentos subsiguientes en los precios regulados, pero una

disminución en P^{combust} no lleva a disminuciones subsiguientes en los precios regulados que contribuyan a la disminución en la inflación.

Referencias

- Bernanke, Ben S., Mark Gertler, and Mark Watson, "Systematic Monetary Policy and the Effects of Oil Price Shocks," *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. 1, 1997, pp. 91-142
- Dhymes, Phoebus, *Introductory Econometrics*, Spinger-Verlag, New York, New York, 1978.
- The Economist, "Oil's Pleasant Surprise," November 27, 1999, página 16.
- Hamilton, James D., "Oil and the Macroeconomy since World War II," *Journal of Political Economy*, 1983, Vol. 91, pp. 424-38.
- _____, "Historical Causes of Postwar Oil Shocks and Recessions," *Energy Journal*, 1985, Vol. 6, pp. 97-116.
- _____, *Time Series Analysis*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1994.
- Hoffmaister, Alexander W., and Jorge E. Roldós, Brazil and Korea, *Journal of Macroeconomics*, por salir en 2001.
- Keating, John W., "Structural Information in Recursive VAR Orderings," *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 20, 1996, pp. 1557-80.
- Koop, Gary, M. Hashem Pesaran, and Simon N. Potter, "Impulse Response Analysis in Nonlinear Multivariate Models," *Journal of Econometrics*, Vol.74, 1996, pp. 119-47.
- OECD, *Economic Outlook*, 1999.

Figura 1. Respuestas Impulso para Variante 1

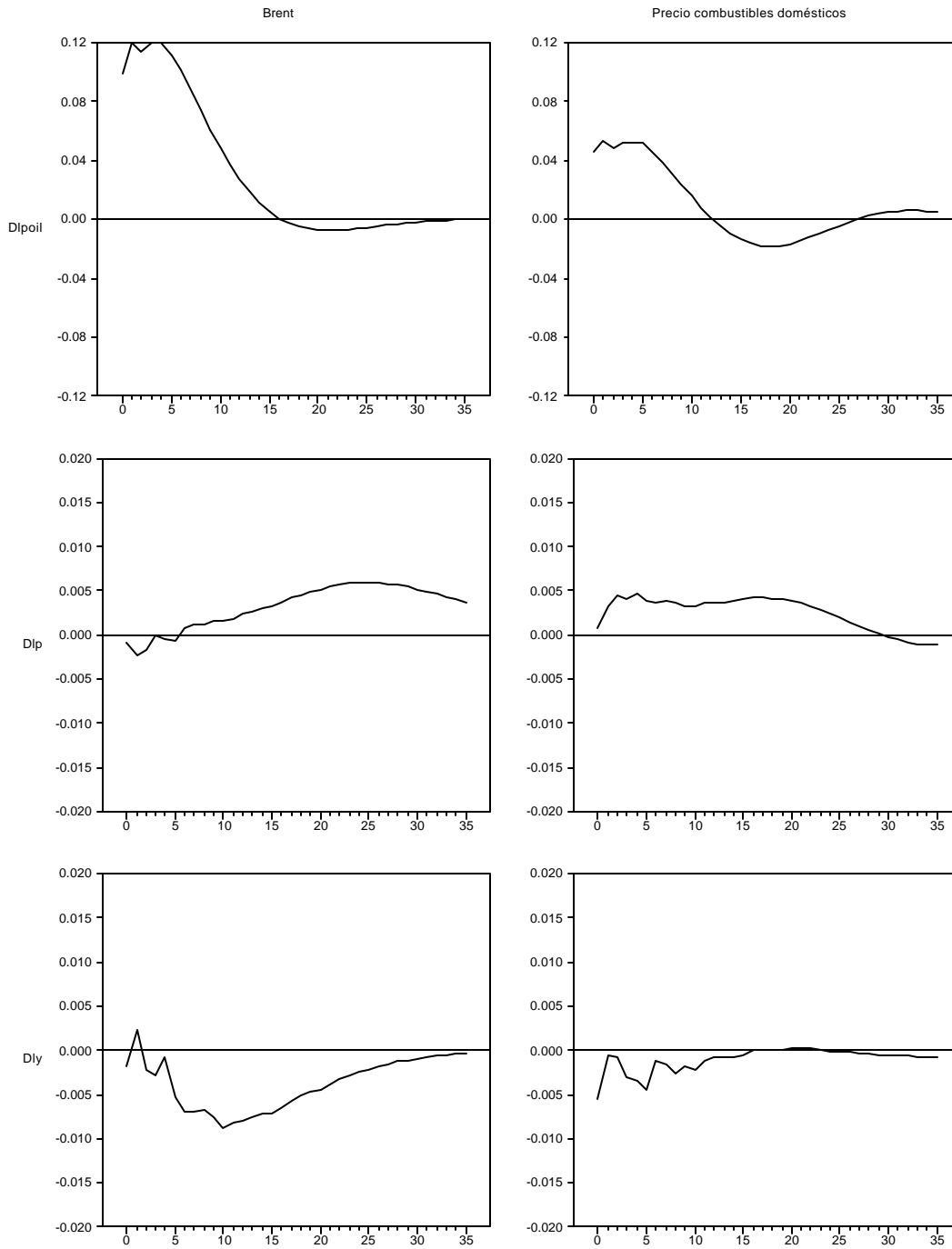


Figura 3. Respuestas Impulso para Variante 3

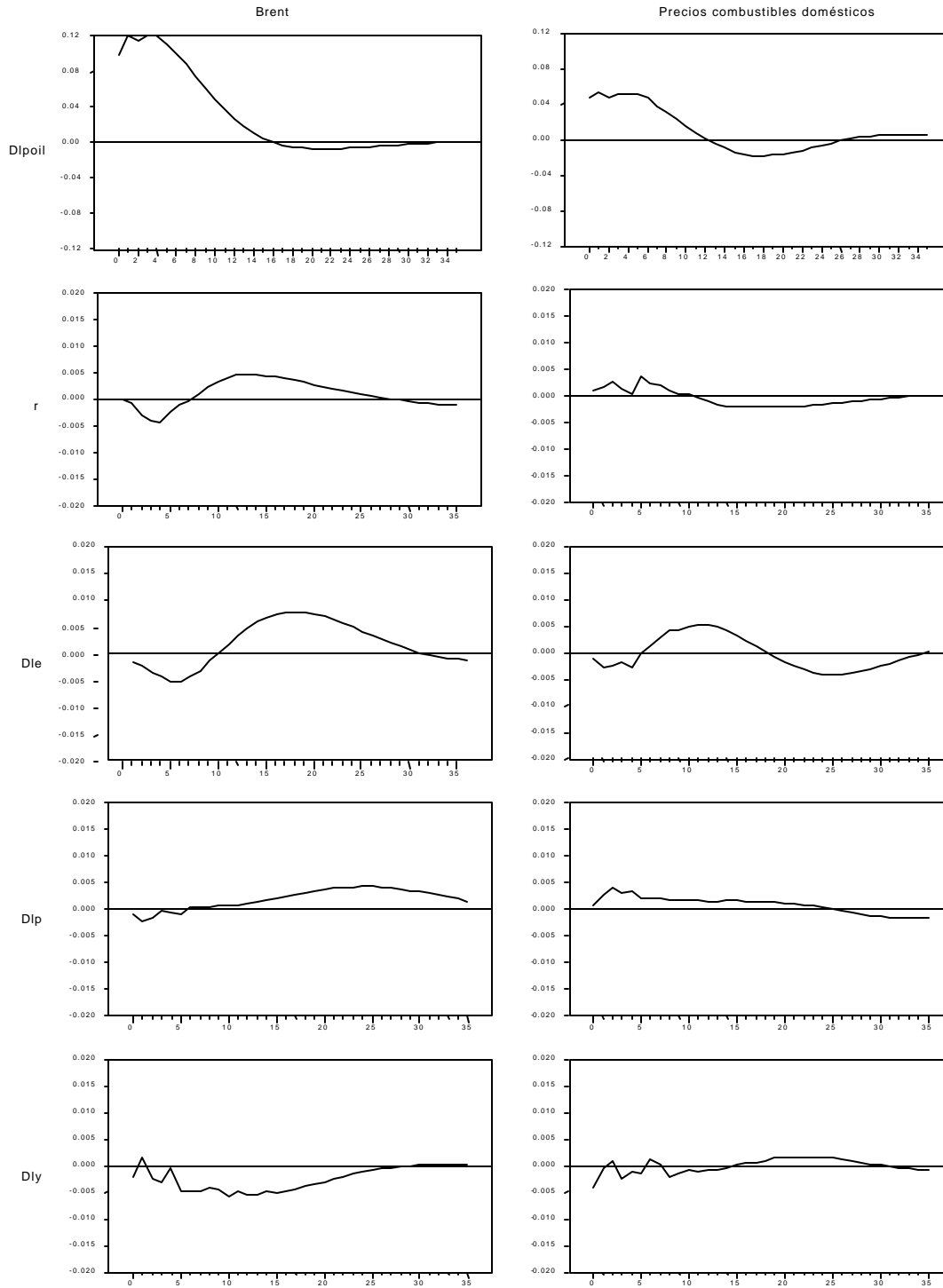


Figura 4. Respuestas Impulso para Variante 1

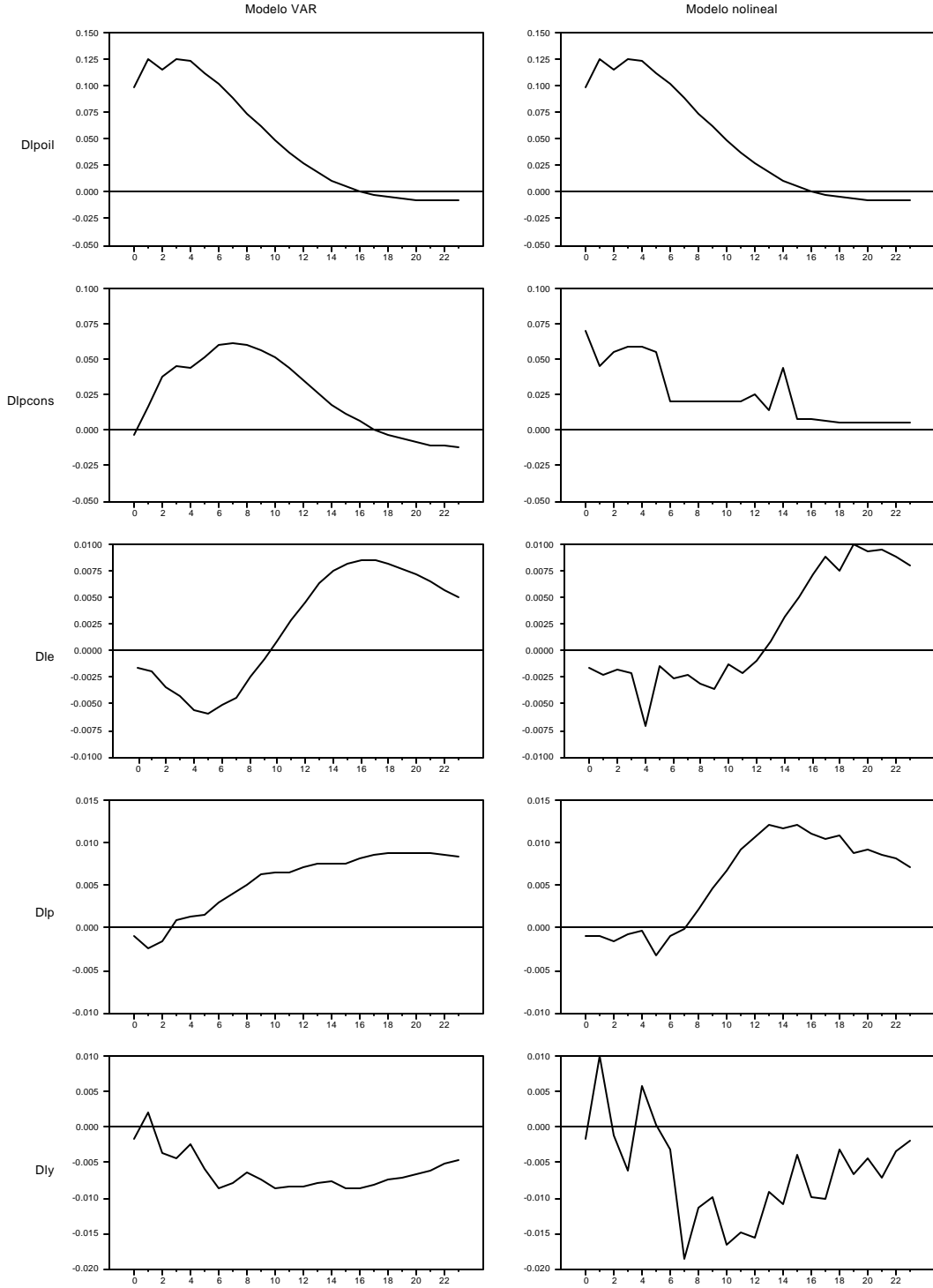


Figura 5. Respuestas Impulso para Variante 2

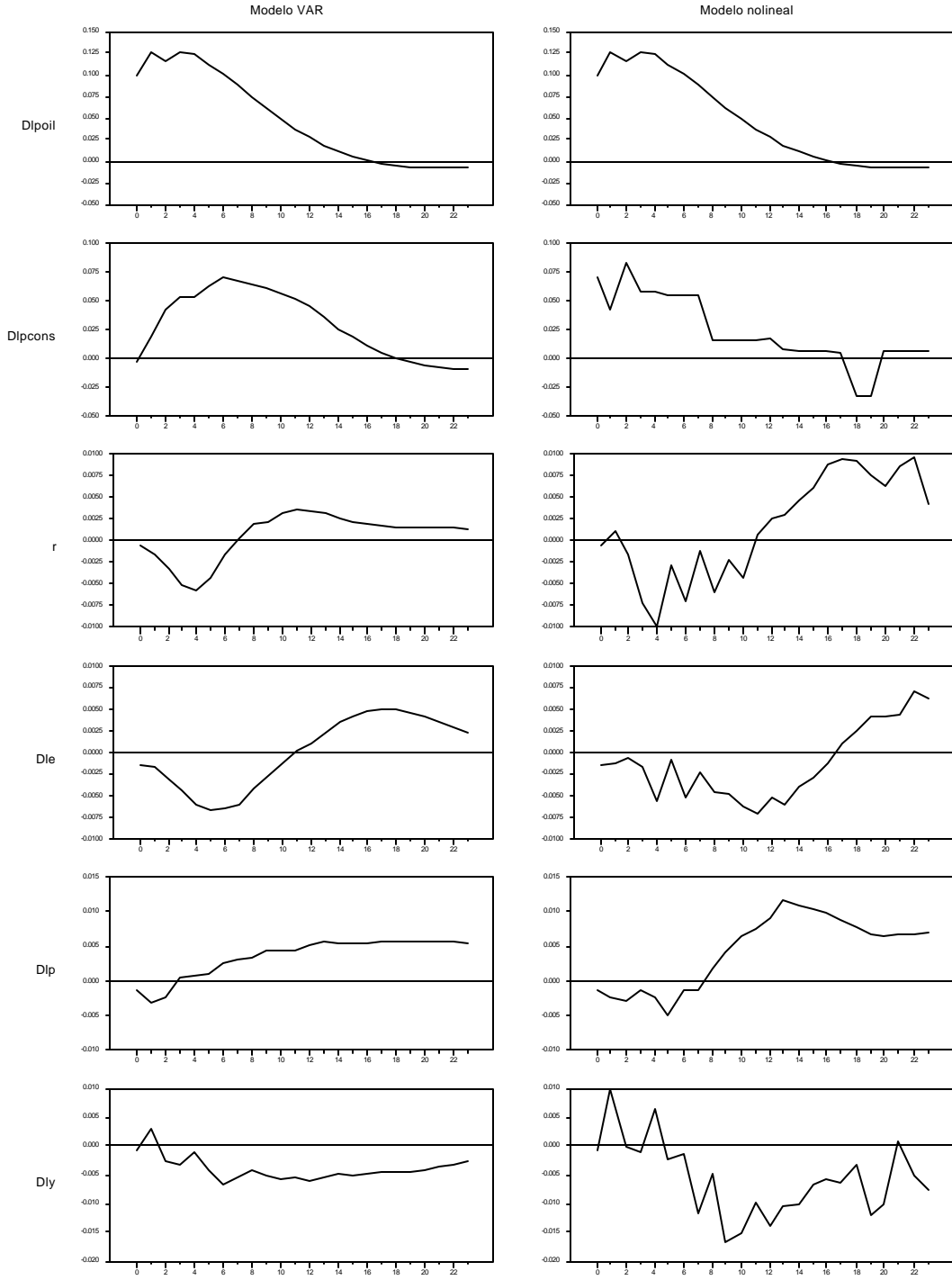


Figura 6: Efecto de Incrementos en el Precio del Petróleo

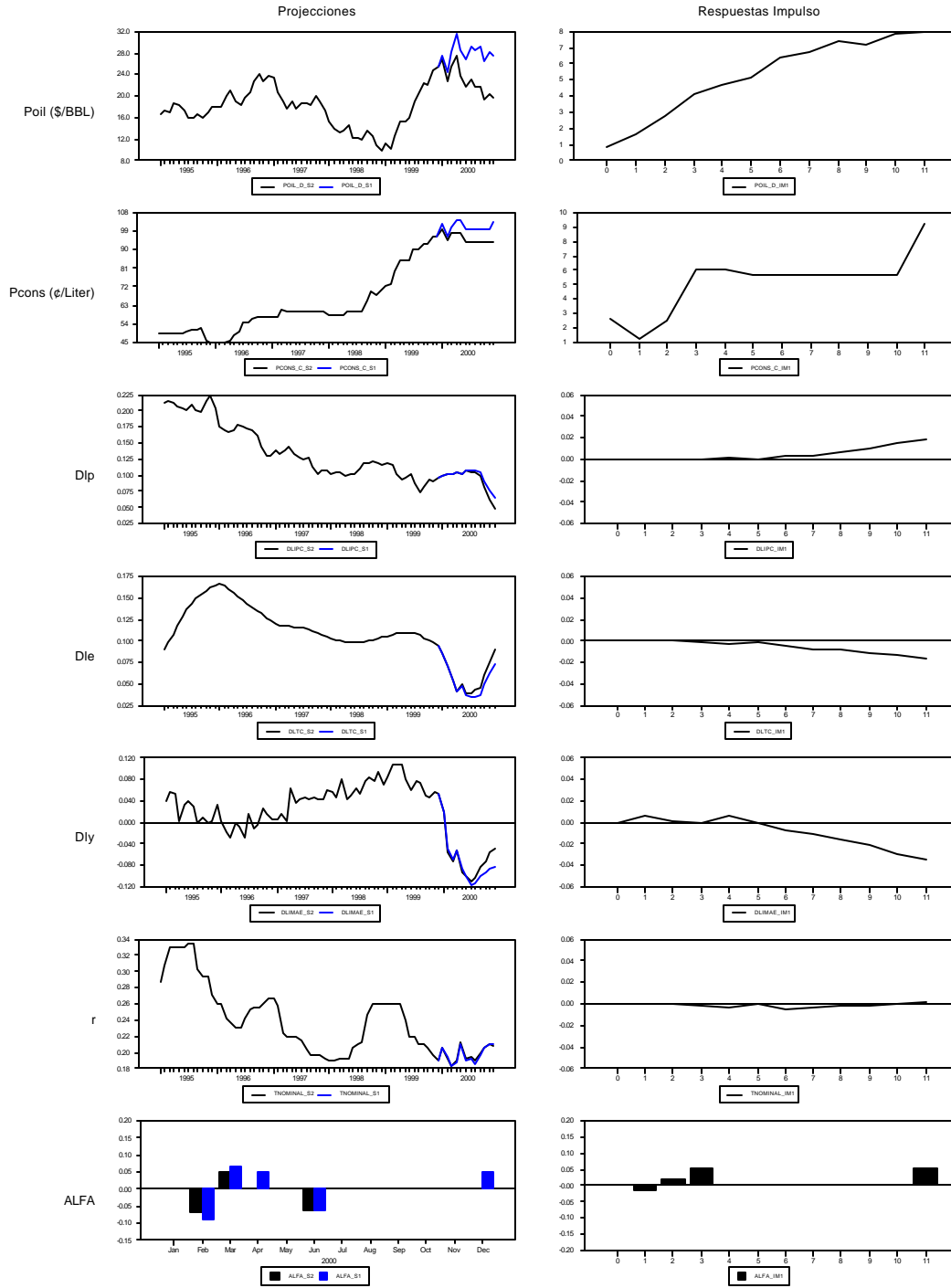
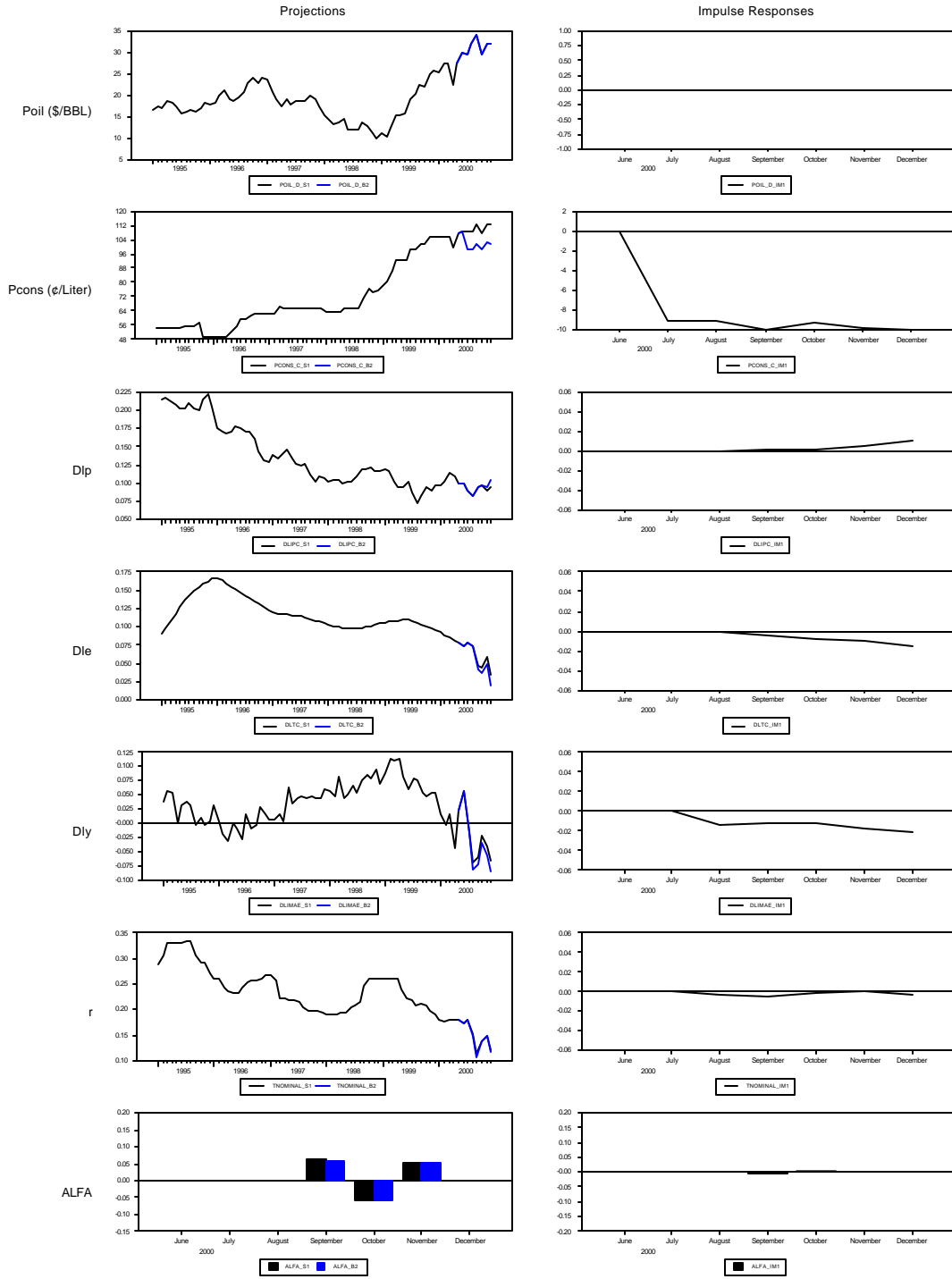


Figura 7: Efectos de cambios en los tributos



Cuadro 1: Propuesta de cambios en la tributación de los combustibles
(colones por litro)

	junio, 2000	simplificación tributaria	cambio
Precio de:			
<i>gasolina regular</i>			
consumidor	186.1	172.4	-13.7
precio plantel	85.5	85.5	
impuesto	85.7	72.0	
margen	14.9	14.9	
<i>diesel</i>			
consumidor	133.9	125.7	-8.2
precio plantel	67.8	67.8	
impuesto	51.2	43.0	
margen	14.9	14.9	
<i>búnker</i>			
consumidor	51.8	47.4	-4.4
precio plantel	39.9	39.9	
impuesto	11.9	7.5	
margen	0.0	0.0	
<i>promedio</i>			
consumidor */	149.5	140.3	-9.2
precio plantel	82.2	82.2	
impuesto	54.6	45.4	
margen	12.7	12.7	

*/: Se refiere al precio promedio de gasolina regular, diesel y búnker ponderado por su participación en el volumen de ventas y corresponde al $P^{\text{combustible}}$ en el texto.

Apéndice

Tabla A1. Definición de datos y fuentes.

Variable	Definición	Periodo	Fuente
P	Índice de precios al Consumidor (Enero 1995=100)	1990-1999	Instituto Nacional de Estadísticas y Censo.
Y	Índice mensual de actividad económica (IMAE)	1990-1999	Departamento de Contabilidad Social, BCCR.
E	Tipo de cambio (precio de un dólar de US) promedio mensual de compra-venta	1990-1999	Departamento de Monetario, BCCR.
r	Tasa de interés de bonos de estabilización monetaria (tasa anual a seis meses)	1990-1999	Departamento de Monetario, BCCR
p ^{oil}	Precio de un barril de crudo del petróleo (FOB, promedio mensual)	1990-1999	Departamento de Programación Internacional, RECOPE
p ^{planta}	Precio mensual en colones por litro en plantel de distribución de RECOPE de la gasolina regular, diesel y búnker. La serie original corresponde a la fecha en la cual se publica en “La Gaceta” la variación en el precio de los combustibles. Esta serie es transformada en serie de tiempo, ponderada por los días de vigencia.	1990-1999	Base de datos SIEN, Dirección Sectorial de Energía, Ministerio del Ambiente y Energía y Departamento de Relaciones Comerciales, Servicio al Cliente (Cuadro H), RECOPE.
p ^{combus}	Precio mensual en colones por litro al consumidor en estación de servicio, de la gasolina regular, diesel y búnker (incluye márgenes e impuestos). La serie original corresponde a la fecha en la cual se publica en “La Gaceta” la variación en el precio de los combustibles. Esta serie es transformada en serie de tiempo, ponderada por los días de vigencia.	1990-1999	Base de datos SIEN, Dirección Sectorial de Energía, Ministerio del Ambiente y Energía y Departamento de Relaciones Comerciales, Servicio al Cliente (Cuadro H), RECOPE.
Ponderaciones	Ventas mensuales (metros	1990-1999	Departamento de Relaciones

Variable	Definición	Periodo	Fuente
de consumo	cúbicos) como una participación de las ventas mensuales (metros cúbicos) de gasolina regular, diesel y búnker..		Comerciales, Servicio al Cliente, RECOPE
Coctel	Precio promedio en US\$/Barril de un conjunto de crudos, derivados y otras materias primas necesarias para la producción y mezcla de combustibles que expende RECOPE, ponderado por el volumen de importaciones. El precio del coctel se utiliza como parámetro en la fórmula de ajuste automático del precio de los combustibles.	1990-1999	Gacetas y alcances
margen	Margen de transporte y estación de servicio. Dado que para el periodo 1990-1995 sólo se disponía del margen correspondiente a estación de servicio, se aplicó como margen de transporte para dicho periodo, una estructura similar a la presentada en los años 1996-1999.	1990-1999	Departamento de Relaciones Comerciales, Servicio al Cliente, RECOPE.
i ^v	Impuesto de ventas.	1991-1999	Gacetas y alcances
i ^{sc}	Impuesto selectivo de consumo. Corresponde a un promedio de la gasolina regular, diesel y búnker, según tasa de impuesto vigente. Se ponderó por el volumen de ventas mensuales en metros cúbicos de esos combustibles. Este impuesto entró a regir a partir de noviembre de 1995.	Noviembre de 1995 - 1999	Gacetas y alcances
i ^{conavi}	Impuesto para la Comisión Nacional de Vialidad. Este impuesto entró a regir a partir de	Julio de 1998 - 1999	Gacetas y alcances

Variable	Definición	Periodo	Fuente
γ	<p>julio de 1998. Es el porcentaje que representa el valor total de las importaciones de petróleo crudo, derivados y otras materias primas necesarias para la producción y mezcla de combustibles, más los respectivos derechos arancelarios, con respecto al gasto total de la Refinadora deducidos los impuestos sobre ventas y selectivo de consumo, según su presupuesto anual vigente. La serie original esta según fecha de vigencia del cambio en el precio de los combustibles originados en la fórmula de ajuste automática y luego se transforma en serie de tiempo.</p>	1990-1999	Gacetas y alcances

