



La Problemática de los Precios de los Combustibles

Documento de Trabajo N° 11

**José Gallardo Ku
Arturo Vásquez Cordano
Luis Bendezú Medina**

Oficina de Estudios Económicos

Lima, Junio del 2005

OSINERG

La Problemática de los Precios de los Combustibles

Documento de Trabajo N° 11, elaborado por la Oficina de Estudios Económicos.

Está permitida la reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio, siempre y cuando se cite la fuente.

Elaborado por José Gallardo Ku, Arturo Vásquez Cordano y Luis Bendezú Medina.

Primera Versión: Abril 2003

Esta Versión: Junio 2005

Para comentarios o sugerencias dirigirse a:

OSINERG

Bernardo Monteagudo 222, Magdalena del Mar

Lima, Perú

Tel. (511) 219-3400, anexo 1057

Fax (511) 219-3413

<http://www.osinerg.gob.pe/osinerg/investigacion>

Correo electrónico: avasquez@osinerg.gob.pe, lbendezu@osinerg.gob.pe

Clasificación JEL: C32, E65, L43, L71, Q43



Organismo Supervisor de la Inversión en Energía -OSINERG
Oficina de Estudios Económicos
Documento de Trabajo N° 11

La Problemática de los Precios de los Combustibles

Resumen¹

Este documento tiene como objetivo presentar y discutir de forma comprensiva cuáles son las principales repercusiones generadas por las fluctuaciones de las cotizaciones internacionales de los precios del petróleo en una pequeña economía abierta importadora neta de hidrocarburos como la peruana y qué mecanismos alternativos pueden emplearse para estabilizar o suavizar los efectos de los *shocks* de precios. Para cumplir con este propósito, en este trabajo se analizarán los principales hechos estilizados asociados a la evolución de los precios del petróleo y de los combustibles derivados los cuales, al igual que otros *commodities* como los minerales, el trigo y el azúcar, se transan en los mercados internacionales. Luego, se discutirá sobre cuáles son los efectos macroeconómicos y microeconómicos de la volatilidad de los precios de los combustibles a partir de una revisión de la literatura especializada. Una vez evaluados los efectos adversos de la volatilidad de los precios del petróleo sobre una economía, se discutirá a nivel teórico y práctico sobre los principales mecanismos alternativos de estabilización de precios para reducir la exposición de una economía a las fluctuaciones de los precios del crudo, con el objetivo de evaluar propuestas alternativas de implementación en países importadores netos de crudo en vías de desarrollo. Se tomará como referencia el caso peruano y se pondrá énfasis en los mecanismos de estabilización basados en las reglas de precios. Finalmente, se presentarán las conclusiones.

¹. Documento elaborado por la Oficina de Estudios Económicos del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG). Se agradece la valiosa colaboración de Guillermo Díaz Gamarra durante la fase inicial de elaboración de este documento. Los puntos de vista expresados por los autores no reflejan necesariamente la posición del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía. Los errores u omisiones son de responsabilidad de los autores. Remitir comentarios o sugerencias a la siguiente dirección: Bernardo Monteagudo 222, Magdalena Lima – Perú, al teléfono 051-1-2193400 anexo 1057, o a las siguientes direcciones electrónicas: avasquez@osinerg.gob.pe, vasquez.al@osinerg.gob.pe o lbendezu@osinerg.gob.pe.

TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción	5
2. Hechos Estilizados sobre la evolución de los precios del Petróleo	6
2.1. Modelos Estadísticos para modelar los Precios de los <i>Commodities</i>	7
2.2. Evolución de los precios de los principales <i>Commodities</i>	12
2.3. Evolución de los Precios del Petróleo	18
3. Determinantes Reales de la Volatilidad de los precios de los combustibles	27
3.1. Aumento Temporal en la Demanda.....	32
3.2. Aumento Sostenido en la Volatilidad.....	35
4. Efectos Económicos de la Volatilidad de los Precios.....	38
4.1. Efectos Microeconómicos	38
4.2. Efectos Macroeconómicos.....	46
5. Mecanismos de Estabilización de Precios: Esquemas Financieros y Reglas de Precios	55
5.1. Esquemas Financieros para reducir la volatilidad petrolera	56
5.2. Reglas de precios como mecanismo de reducción de la volatilidad.....	58
5.3. Precios del crudo no estacionarios y el diseño de mecanismos de estabilización.....	63
5.4. Elección de Reglas Óptimas para atenuar la Volatilidad de los Precios de los combustibles	68
5.5. Experiencia Internacional.....	73
6. Otros mecanismos de estabilización.....	86
6.1. Regulación administrativa de precios y política <i>antitrust</i>	86
6.2. Empresas Públicas como estabilizadores de precios	89
6.3. Anuncio de Precios Referenciales	92
7. Conclusiones.....	93
8. Referencias	98

La Problemática de los Precios de los Combustibles

José Gallardo, Arturo Vásquez y Luis Bendezú

1. Introducción

La complejidad de la problemática de los precios de los combustibles líquidos en países pequeños e importadores netos de petróleo como el Perú guarda relación con la coexistencia de dos aspectos de naturaleza muy distinta. En primer lugar, la presencia de volatilidad en los precios internacionales del crudo y sus derivados se transmite hacia los precios domésticos a través de las importaciones de combustibles o mediante algún tipo de mecanismo de indexación a los precios del crudo establecido en los contratos que utilizan empresas petroleras que operan dentro del territorio nacional. En segundo lugar, la existencia de barreras a la entrada en diferentes segmentos de la industria de hidrocarburos genera problemas de poder de mercado, especialmente en la producción e importación de productos refinados.

La transmisión de la volatilidad petrolera internacional hacia los precios domésticos de los combustibles genera efectos negativos sobre el bienestar de los individuos cuando aquellos no disponen de mecanismos que les permitan suavizar las fluctuaciones de corto plazo (frecuentemente de tipo temporal) que caracteriza a la evolución de los precios del petróleo. La existencia de poder de mercado en los distintos segmentos de la industria de hidrocarburos en los países en vías de desarrollo genera problemas de ineficiencia en la asignación, ineficiencia productiva y la generación de rentas monopólicas. En el caso concreto de la refinación en el Perú el análisis de la problemática es complejo



debido a la propiedad mixta de las empresas de este segmento (refinerías de propiedad estatal y privada).

En suma, los estados nacionales no han tenido capacidad de resolver estos dos problemas de manera óptima, lo cual plantea el reto de políticas sectoriales apropiadas que controlen sus efectos. En este documento se analiza esta problemática y se discute sobre las políticas de estabilización de precios. En la primera sección se presentan los principales hechos estilizados que caracterizan la evolución de los precios del petróleo. Luego, se hace una discusión sobre el problema de la volatilidad de los precios de los combustibles y la forma como se han abordado estos asuntos en la teoría económica, para luego presentar las experiencias internacionales sobre la utilización de mecanismos de estabilización. Posteriormente, se formulan algunos comentarios sobre el fondo de estabilización de los precios de los combustibles peruano, así como de los mecanismos alternativos para el control de la volatilidad. Finalmente se presentan las conclusiones y comentarios finales.

2. Hechos Estilizados sobre la evolución de los precios del Petróleo

En general, se puede definir a un *commodity* como un producto altamente estandarizado y que puede ser transado fluidamente en los mercados internacionales. Entre estos productos se encuentran ciertos alimentos, minerales preciosos, no preciosos y el petróleo². De acuerdo a lo señalado por

². “Un bien de este tipo es aquel que es susceptible de ser transado fluidamente en el mercado internacional, cuyas características están estandarizadas y cuyos precios se fijan conforme al movimiento de la oferta y la demanda de dicho mercado... [el Petróleo] puede ser almacenado y no cuenta con sustitutos cercanos en el corto y mediano plazo, aunque en el largo plazo existen combustibles alternativos que pueden constituirse en fuentes alternativas de acuerdo al progreso tecnológico (tales como el gas natural, la energía solar, la energía nuclear, la energía geotérmica, entre otros)” (Vásquez; 2005: 10).



Deaton y Laroque (1992), puede comprobarse que, por lo general, los precios de los *commodities* son sumamente volátiles. Este autor menciona que, por ejemplo, en el caso del azúcar la serie de precios no muestra una tendencia clara incluso si se analiza un período de tiempo lo suficientemente extenso, exhibiendo algunos saltos o quiebres (*spikes*) que luego desaparecen rápidamente. Entre otras de las características presentes en las series de precios de estos productos los autores mencionan la persistencia de los *shocks* exógenos, medida por la elevada autocorrelación que presentan dichas series.

Sin embargo, los autores señalan que los precios de los *commodities* presentan un proceso de reversión a su valor medio de largo plazo. Adicionalmente, y de modo similar a otros activos financieros, estas variables exhiben períodos de elevada volatilidad concentrados alrededor de ciertos acontecimientos (*volatility clustering*) y una marcada asimetría en su comportamiento frente a *shocks* de carácter exógeno (*leverage effect*).

Las dos secciones que se presentan a continuación buscan hacer un breve análisis del comportamiento de los precios del petróleo, a fin de poner en evidencia los patrones observados en el comportamiento de los precios para este producto³.

2.1. Modelos Estadísticos para modelar los Precios de los *Commodities*

Para representar el comportamiento del precio de un *commodity*, pueden emplearse modelos en tiempo continuo o en tiempo discreto, siendo estos últimos los más empleados. Sin embargo, la mayoría de modelos que describen la evolución del precio de materias primas como el petróleo se encuentran en

³. Para una revisión de los principales aspectos de esta literatura véase Deaton (1999).

tiempo continuo, por lo cual seguiremos este enfoque. Para ello, es necesario definir algunos conceptos previos que se detallan a continuación.

Se puede definir la variación del precio de un *commodity* (dP) como la suma de dos componentes. El primero posee deriva (dt) y el segundo se encuentra compuesto por *shocks* que siguen una distribución normal con media cero y varianza igual al intervalo de tiempo transcurrido (dW). W es un proceso de Wiener que viene a ser una función aleatoria⁴. Cuando ambos parámetros dependen del tiempo y del precio en determinado momento del tiempo, se tiene lo que se conoce como proceso de Ito:

$$dP = a(P,t)dt + \sigma(P,t)dW \quad (2.1)$$

Como puede observarse, es posible modelar la evolución de los precios de los *commodities* a través de un proceso estocástico. Sobre el particular, existen dos alternativas reconocidas en la literatura: a) especificar un modelo caracterizado por un movimiento browniano geométrico, o b) plantear un proceso Ornstein – Uhlenbeck (O-U).

La principal diferencia entre ambos modelos radica en los supuestos realizados respecto a la evolución de los precios. El primer proceso asume que el precio evoluciona siguiendo una tendencia, y los *shocks* tienen efectos permanentes. En contraste, el segundo proceso asume la existencia de un promedio constante

⁴ Este proceso cumple las siguientes propiedades:

- a) $E_t[W(t+1) - W(t)] = E_t[\varepsilon_{t+1}] = 0$ donde $\varepsilon_t \sim N(0,1)$.
- b) $\text{Var}_t[W(t+1) - W(t)] = \text{Var}_t[\varepsilon_{t+1}] = 1$.
- c) $E_t[\varepsilon_{t+1}\varepsilon_{t+j}] = 0 \quad \forall j > 1$.

de largo plazo al cual la serie retorna luego de ocurrido algún *shock*⁵. La especificación de estos modelos se realiza a continuación. El movimiento browniano geométrico es un caso especial de un proceso de Ito donde $a(P,t) = aP$ y $\sigma(P,t) = \sigma$, donde a y σ son constantes. Es decir:

$$dP = aPdt + \sigma dW \quad (2.2)$$

Sin embargo, si bien los precios del petróleo y otros *commodities* pueden ser modelados como un movimiento browniano geométrico, se puede sostener que la evolución de aquellos estará relacionada con su costo marginal de largo plazo. Mientras que en el corto plazo el precio puede fluctuar aleatoriamente, en el largo plazo el precio podría converger hacia su costo marginal de producción (Deaton; 1999). De estos procesos, el más sencillo es el proceso de Ornstein – Uhlenbeck (O-U), el cual se obtiene de modificar la ecuación (2.2):

$$dP = \kappa(\mu - P)dt + \sigma dW \quad (2.3)$$

Donde κ es el parámetro de velocidad de ajuste a la media y μ es el promedio de largo plazo de P . Nótese que el cambio esperado en P dependerá de la diferencia entre su promedio y el valor actual. Si el parámetro de ajuste tiende a infinito, el proceso convergerá a un movimiento browniano simple.

Los procesos de reversión a la media (como el proceso O-U) pueden resultar adecuados para algunos productos, mas no para otros. Sobre este particular, la evidencia empírica señala que, para ciertos productos, el supuesto de media o

⁵. Para un revisión de estos modelos puede consultarse Dixit y Pindick (1994) o Navarro y Nave (2001).

varianza constante no es plausible (Deaton; 1999). Ello hace necesario la formulación de modelos basados en factores adicionales que tratan de explicar el comportamiento de ambos parámetros. La generalización de estos procesos para este caso lleva a la siguiente especificación:

$$\begin{aligned} dP &= \kappa(P - \mu)dt + \sigma dW \\ d\mu &= a_1(\mu, t)dt + a_2(\mu, t)dZ_1 \\ d\sigma &= b_1(\mu, t)dt + b_2(\mu, t)dZ_2 \end{aligned} \quad (2.4)$$

La ecuación (2.4) permite que la media del proceso (μ), así como su varianza (σ) puedan variar con el transcurso del tiempo. Para el caso de una media constante y un proceso O-U para la varianza, el modelo anterior puede expresarse de acuerdo a los lineamientos planteados por Fong y Vasicek (1991):

$$\begin{aligned} dP &= \kappa(\mu - P)dt + \sigma^{1/2}dW \\ d\sigma &= \rho(\theta - \sigma)dt + \beta_2\sigma dZ \end{aligned} \quad (2.5)$$

donde W y Z son procesos de Wiener y $dZ = (W_{t-1} - W_{t-2})^2$

La estimación de este tipo de procesos suele hacerse mediante la “discretización” del proceso, a partir del cual se pueden recuperar los parámetros de la especificación en tiempo continuo. Este procedimiento permite estimar el modelo con la información disponible y evitar problemas derivados de la carga computacional de los mismos⁶. Para el caso del proceso O-U, la discretización puede hacerse de la siguiente forma:

⁶. La estimación de modelos econométricos en tiempo continuo implica métodos de máxima verosimilitud simulada, que permitan “llenar” los vacíos entre dos puntos discretos. Al respecto, véase Gourieroux y Jasiak (2001).

$$\begin{aligned}
 P_t - P_{t-1} &= -\kappa(P_t - \mu)(t - t + 1) + \sigma(W_t - W_{t-1}) \\
 P_t &= \frac{\kappa\mu}{1 + \kappa} + \frac{1}{1 + \kappa}P_{t-1} + \varepsilon_t \\
 P_t &= \rho_0 + \rho_1 P_{t-1} + \varepsilon_t
 \end{aligned} \tag{2.6}$$

Con lo cual llegamos a un proceso autorregresivo de orden uno AR(1). Finalmente, para el caso del proceso O-U con varianza no constante, el modelo se expresará como sigue:

$$\begin{cases} P_t - P_{t-1} = -\kappa(P_t - \mu)(t - t + 1) + \sigma^{1/2}(W_t - W_{t-1}) \\ \sigma_t - \sigma_{t-1} = -\rho(\sigma_t - \theta)(t - t + 1) + \beta_2\sigma(W_{t-1} - W_{t-2})^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_t = \frac{\kappa\mu}{1 + \kappa} + \frac{1}{1 + \kappa}P_{t-1} + \sigma^{1/2}v_t \\ \sigma_t = \frac{\rho\theta}{1 + \rho} + \frac{1}{1 + \rho}\sigma_{t-1} + \beta_2\sigma_t v_t^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_t = \alpha_0 + \alpha_1 P_{t-1} + \varepsilon_t \\ \sigma_t = \beta_0 + \beta_1 \sigma_{t-1} + \beta_2 \varepsilon_{t-1}^2 \end{cases} \tag{2.7}$$

con lo cual se obtiene un modelo GARCH(1,1)⁷.

En este modelo, la velocidad con la cual la serie retorna a su equilibrio de largo plazo viene dada por un parámetro de ajuste (κ). Específicamente, dicho parámetro debería tomar valores entre -1 y 0, donde -1 indica un ajuste instantáneo, mientras que si el parámetro tiende a cero, el ajuste será más lento. Sin embargo, existen características adicionales (mencionadas anteriormente)

⁷. Véase Enders (2004) para profundizar en mayores detalles sobre los modelos de volatilidad estocástica.

que pueden sesgar los valores estimados de los parámetros de ajuste y el promedio de largo plazo. En particular, la presencia de volatilidad en dichos precios podría hacer surgir la necesidad de introducir especificaciones de volatilidad condicional autoregresiva (GARCH)⁸ como la presentada anteriormente. En este caso, el modelamiento explícito de la ecuación de la varianza permite una estimación más eficiente de los parámetros y la solución de los problemas de heteroscedasticidad.

2.2. Evolución de los precios de los principales *Commodities*

De acuerdo con las características observadas en mercados de bienes estandarizados, los precios de las materias primas suelen presentar algunas características bastante comunes, entre las cuales destacan la extremada volatilidad de los precios (Deaton y Laroque; 1992), la concentración de la misma alrededor de ciertos momentos del tiempo, así como la existencia de efectos asimétricos dependiendo de la naturaleza de cada uno de los *shocks*. En particular, un *shock* positivo puede tener un efecto menor sobre la variación de los precios comparado con un *shock* negativo. Esta característica ha sido observada por distintos autores, a partir del trabajo de Mandelbrot (1963)⁹.

De otra parte, se ha observado la presencia de un proceso de reversión a la media bastante lento en los distintos precios (Cashin, Liang y McDermott; 1999), así como elevados coeficientes de autocorrelación (Deaton y Laroque;

⁸. Este tipo de modelos han sido estimados para el caso del precio *spot* de electricidad. Véase Escribano, Peña y Villaplana (2002). Una referencia seminal sobre el tema del control de la volatilidad condicional autorregresiva es Engle (1982).

⁹. La presencia de efectos asimétricos en los precios de *commodities* y, en general, de otros bienes, ha sido estudiada ampliamente. Para algunos ejemplos recientes véase Ramírez y Fadiga (2001) y Kellard y Wohar (2002).

1992 y Deaton; 1998). Según esta característica, los efectos de un incremento repentino en los precios suele tener una duración bastante larga, especialmente en el caso de bienes usados como reserva de valor, tales como el petróleo y el oro, regresando a su promedio de largo plazo de forma paulatina¹⁰. Con el propósito de observar las tendencias presentes en algunas series de materias primas, se encontró información mensual obtenida del *International Financial Statistics* del Fondo Monetario Internacional para el período Enero de 1974 a Marzo del 2004, para un conjunto de 14 *commodities*. Los resultados, mostrados en el Cuadro N° 2.1 ponen en evidencia un elevado nivel de volatilidad para el conjunto de la muestra, especialmente para productos como el oro, la plata, el níquel, el azúcar y el café.

Cuadro N° 2. 1
Estadísticos Descriptivos de las Series

Producto	Media	Desv. Est.	Coef. Variación
Commodities (Metales)	79.13	15.69	0.1983
Oro	333.81	105.22	0.3152
Plata	637.44	374.45	0.5874
Carbón	40.18	7.14	0.1777
Cobre	1893.97	525.53	0.2775
Plomo	585.27	182.39	0.3116
Zinc	961.34	279.97	0.2912
Níquel	6601.19	2692.79	0.4079
Harina de Pescado	444.61	108.72	0.2445
Trigo	145.82	27.32	0.1873
Maíz	110.59	20.94	0.1894
Azúcar	10.94	6.78	0.6200
Algodón	70.09	14.81	0.2113
Café	124.62	59.71	0.4791

Fuente: International Financial Statistics. International Monetary Fund.
Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

¹⁰. De acuerdo con Deaton y Laroque (1992), parece difícil sostener la afirmación de que los precios de commodities se comportan como un paseo aleatorio, por cuanto los *shocks* de precios se encuentran determinados por factores estacionales, en unos casos, o decisiones de cárteles involucrados en la producción de dicho bien.

Adicionalmente, el Cuadro N° 2.2 muestra que esta variabilidad en las series de precios ha venido mostrando una tendencia decreciente: de un coeficiente de variación de 31% para el período inmediatamente posterior a la crisis del crudo de 1973, a un valor promedio de 17.1% para el período 2000 – 2004 , lo cual puede reflejar el mayor desarrollo de los mercados de estos productos a lo largo del tiempo (mejoras en los sistemas de información en tiempo real, mejoras en el transporte, mayor capacidad de pronóstico de las variaciones del clima, entre otros) y el mayor grado de integración comercial a nivel mundial que ha incrementado los flujos de comercio internacionales.

Cuadro N° 2.2
Coefficientes de Variación por Sub-Períodos

Producto	1974 - 1979	1980 - 1984	1985 - 1989	1990 - 1994	1995 - 1999	2000 - 2004
Commodities (Metales)	0.144	0.143	0.277	0.129	0.129	0.116
Oro	0.371	0.215	0.132	0.055	0.140	0.145
Plata	0.541	0.437	0.128	0.133	0.079	0.120
Carbón	0.217	0.106	0.087	0.064	0.115	0.077
Cobre	0.272	0.181	0.342	0.143	0.247	0.175
Plomo	0.418	0.316	0.243	0.259	0.172	0.204
Zinc	0.352	0.115	0.370	0.199	0.136	0.162
Níquel	0.159	0.164	0.601	0.215	0.219	0.302
Harina de Pescado	0.223	0.165	0.254	0.132	0.197	0.173
Trigo	0.203	0.072	0.174	0.121	0.252	0.155
Maíz	0.135	0.131	0.189	0.079	0.254	0.118
Azúcar	0.692	0.712	0.418	0.185	0.255	0.205
Algodón	0.168	0.115	0.197	0.173	0.218	0.189
Café	0.471	0.188	0.404	0.466	0.262	0.256
Promedio	0.312	0.219	0.273	0.168	0.191	0.171

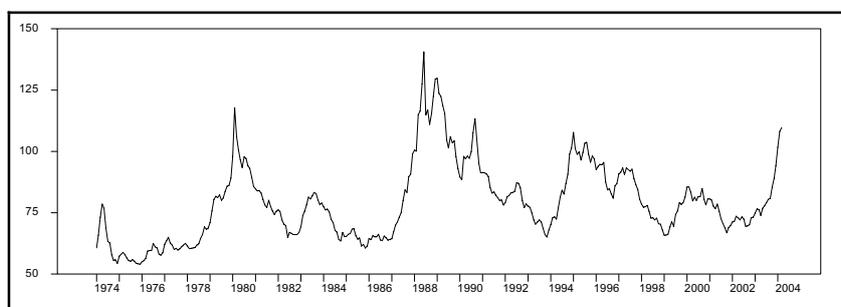
Fuente: Estimaciones Propias.

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

De otra parte, el análisis visual del Gráfico N° 2.1 permite observar las características mencionadas en la literatura para el caso de un agregado de minerales. En particular, pueden observarse aproximadamente tres ciclos en la evolución de estos precios. El primer ciclo va desde finales de la década de 1970 hasta 1983, donde los precios regresan a su nivel de largo plazo. De otro lado, el segundo ciclo se inicia en 1986 y finaliza en 1994. El penúltimo ciclo va desde 1995 a 1998 y, finalmente, el último ciclo se inicia en 1999 y dura

hasta el 2002. Estos ciclos en la evolución de los precios han estado asociados a *shocks* en ciertos precios importantes para toda la economía (como el petróleo en 1979-1980) o eventos recesivos en economías importantes (Estados Unidos en 2001-02, países del sudeste asiático en 1997-98), que redujeron la demanda mundial por materias primas y, por consiguiente, su precio.

Gráfico N° 2.1
Índice de Precios de Minerales (1995 = 100)



Fuente: International Financial Statistics.
Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Los cuadros N° 2.3 y 2.4 muestran los resultados de la estimación de los modelos O-U y GARCH(1,1) presentados en la sección anterior para la muestra de *commodities* presente en el Cuadros N° 2.1. En el caso de la discretización del proceso O-U, puede notarse en el Cuadro N° 2.3 que la velocidad de ajuste para cada uno de estos bienes es bastante reducida (el valor del coeficiente de ajuste es de -0.042), siendo la vida media de 3.6 años. Dentro de este conjunto destaca la plata, con una velocidad de ajuste de -0.073 y vida media de 1.64 años, mientras que el producto con una menor velocidad de ajuste frente a un *shock* es el níquel (-0.0234 con vida media de 5 años), seguido por el oro (-0.0247, con una vida media de 4.7 años).

Cuadro N° 2.3
Velocidad de Ajuste de Parámetros

Producto	Proceso OU			Unidad
	Coefficiente Ajuste	Vida Media del Shock (Años) /1	Precio de Largo Plazo (1974 - 2004)	
Commodities (Metales)	-0.0236	5.0	85.01	Índice (1995=100)
Oro	-0.0247	4.7	365.60	Dólares por Onza Troy
Plata	-0.0729	1.6	652.31	Dólares por Onza Troy
Carbón	-0.0625	1.9	41.01	Dólares por Tonelada Métrica
Cobre	-0.0266	4.4	1997.38	Dólares por Tonelada Métrica
Plomo	-0.0272	4.3	618.02	Dólares por Tonelada Métrica
Zinc	-0.0314	3.7	941.06	Dólares por Tonelada Métrica
Níquel	-0.0234	5.0	7836.53	Dólares por Tonelada Métrica
Harina de Pescado	-0.0229	5.1	451.68	Dólares por Tonelada Métrica
Trigo	-0.0526	2.3	143.21	Dólares por Tonelada Métrica
Maíz	-0.0452	2.6	110.97	Dólares por Tonelada Métrica
Azúcar	-0.0409	2.9	10.32	Centavos de Dólar por Libra
Algodón	-0.0299	3.9	68.49	Centavos de Dólar por Libra
Café	-0.0313	3.7	124.19	Centavos de Dólar por Libra

/1 La vida media del *shock* indica el número de años en el que se ha disipado el 75 por ciento del efecto inicial del mismo. Fuente: Estimaciones Propias. Elaboración: OEE – OSINERG.

Como veremos posteriormente, los coeficientes de ajuste de los tres precios de referencia del petróleo a nivel internacional presentan coeficientes de ajuste bastante similares a estos dos últimos *commodities*. De otra parte, los resultados de la especificación O-U combinada con un GARCH (1,1) presentados en el Cuadro N° 2.4 muestran velocidades de ajuste que son, en promedio, mayores a las observadas en el caso de la primera especificación (-0.042, con una vida media de 3.29 años).

Por lo general, los coeficientes de ajuste indican una convergencia más rápida en comparación con el proceso O-U simple, siendo la excepción el caso de la plata, el carbón, el trigo y el café. Sin embargo, para el caso del oro, la velocidad de ajuste se hace sumamente reducida, al punto que la vida media del *shock* se incrementa a ocho años y dos meses, mientras que, para el caso de la plata, la velocidad de ajuste se hace más rápida, obteniendo una vida media de poco más de un año.

Cuadro N° 2.4
Velocidad de Ajuste de Parámetros

Producto	Proceso OU + GARCH (1,1)			Unidad
	Coefficiente Ajuste	Vida Media del Shock (Años) /1	Precio de Largo Plazo (1974 - 2004)	
Commodities (Metales)	-0.0407	2.9	67.88	Índice (1995=100)
Oro	-0.0142	8.2	308.59	Dólares por Onza Troy
Plata	-0.1150	1.1	470.74	Dólares por Onza Troy
Carbón	-0.0278	4.2	36.39	Dólares por Tonelada Métrica
Cobre	-0.0420	2.8	1491.94	Dólares por Tonelada Métrica
Plomo	-0.0401	2.9	418.77	Dólares por Tonelada Métrica
Zinc	-0.0586	2.0	845.65	Dólares por Tonelada Métrica
Níquel	-0.0409	2.9	4928.68	Dólares por Tonelada Métrica
Harina de Pescado	-0.0210	5.6	410.65	Dólares por Tonelada Métrica
Trigo	-0.0472	2.5	139.51	Dólares por Tonelada Métrica
Maíz	-0.0674	1.8	107.09	Dólares por Tonelada Métrica
Azúcar	-0.0468	2.5	7.06	Centavos de Dólar por Libra
Algodón	-0.0485	2.4	64.65	Centavos de Dólar por Libra
Café	-0.0278	4.2	67.48	Centavos de Dólar por Libra

/1 La vida media del *shock* indica el número de años en el que se ha disipado el 75 por ciento del efecto inicial del mismo.

Fuente: Estimaciones Propias. Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Del análisis mostrado anteriormente, puede notarse que los precios de los *commodities* presentan un comportamiento bastante volátil en el corto plazo, debido a una serie de *shocks* derivados de noticias desfavorables que afectan tanto a la oferta como a la demanda. Estos incrementos repentinos en los precios poseen una elevada persistencia; sin embargo, regresan a un promedio de largo plazo.

La velocidad de ajuste depende del tipo de mercado donde se tranza la materia prima específica, representando un ajuste más lento aquellos bienes considerados como más valiosos (metales preciosos, por ejemplo). Este resultado es independiente del proceso estocástico asumido para la evolución del precio del *commodity*.

2.3. Evolución de los Precios del Petróleo

Existe una amplia literatura económica que ha buscado explicar el comportamiento de los *commodities*, dentro de la cual el estudio de las cotizaciones del petróleo posee un rol central. El interés originado por este bien en particular radica en su importancia como insumo para múltiples procesos de producción, así como por ser la principal fuente de energía a nivel mundial, lo cual hace necesario explicar e intentar predecir la enorme volatilidad de los precios del crudo, y evaluar las perspectivas de su evolución de largo plazo. Como se verá más adelante, la evolución de los precios del crudo comparte diversas características ya identificadas en otros *commodities*.

Los trabajos que han intentado modelar estadísticamente dicha serie han analizado el problema en términos de tendencias de largo plazo y de volatilidad a corto plazo. Esta distinción es asimismo necesaria debido a que se encuentra que la naturaleza de las series de precios es diferente en ambos aspectos. Las aproximaciones teóricas al tema también sustentan esta diferencia en base al análisis de variables reales tales como los costos marginales de producción, innovaciones tecnológicas, manejo de inventarios, etc.

De otro lado, la especulación financiera es también reconocida como una causa potencial de la alta volatilidad de los precios debido a que el petróleo crudo es un bien altamente transado en los mercados mundiales de productos y que sirve de colateral para diversos tipos de instrumentos financieros (futuros, opciones, etc).

Por último, los conflictos políticos a nivel mundial (principalmente en Medio Oriente) han jugado un rol preponderante en la demarcación de la trayectoria de

los precios del petróleo a lo largo de la historia reciente. A continuación se describen las particularidades de las series de manera más detallada, separando sus características de corto y de largo plazo.

En general, el análisis se concentra en la serie de precios *spot* del petróleo crudo, en particular el *West Texas Intermediate (WTI)*¹¹ debido a que este precio es el principal componente referencial del costo de los productos derivados para la zona latinoamericana¹².

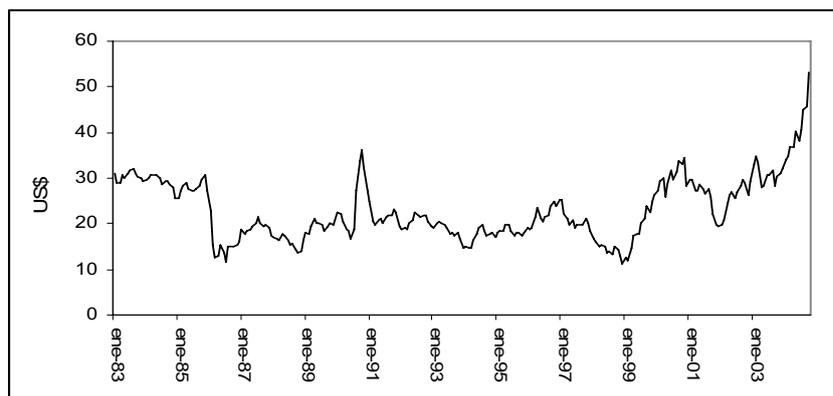
2.3.1. Tendencia de Largo Plazo de los precios

La serie de precios del petróleo crudo ha seguido a lo largo de los años una senda errática lo que parece indicar la ausencia de una tendencia determinística estable. Esta serie se caracteriza por ser afectada por *shocks* muy frecuentes, muchos de los cuales son de gran magnitud y tienen efectos duraderos. Al respecto, en el Gráfico N° 2.2 puede verse la evolución del precio del crudo con frecuencia mensual para el período 1983 – 2004. Puede notarse que la serie ha mostrado un comportamiento bastante volátil con períodos en los que el precio se incrementa notablemente, combinado con otros en los que el mismo presenta una caída sostenida.

¹¹. Pindyck (2001) y Borenstein, Cameron y Gilbert (1997) señalan que no es completamente correcto considerar el WTI como el precio *spot* del petróleo crudo. Esto se debe a que no existe un gran mercado del petróleo crudo, en el cual interactúen ofertantes y demandantes bien informados. El WTI, en cambio, se trata de un precio promedio reportado a través de una encuesta realizada diariamente a diferentes agentes en transacciones que difieren en el lugar de entrega, especificación del bien y/o características del contrato de venta (por ejemplo, algunos pueden incluir descuentos por cantidad). En este sentido, Pindyck (2001) considera más correcto tomar como precio *spot* el contrato de futuros más cercano (para entrega dentro del mismo mes), que no posee estos defectos. Sin embargo, Borenstein, Cameron et al. (1997) muestran que existe una alta correlación entre ambos precios (0.95) por lo que la diferencia entre ambas series tampoco es muy significativa.

¹². De hecho, en Pindyck (2001) se muestra que existe una fuerte correlación entre la volatilidad del precio del petróleo crudo, del *heating oil* y de la gasolina debido probablemente a esa causa.

Gráfico N° 2.2
Evolución del Marcador WTI: 1983-2004



Fuente: US. Energy Information Agency.
Elaboración: Oficina de Estudios Económicos - OSINERG.

Como se puede apreciar, durante el período bajo análisis la serie no parece presentar una tendencia clara. Se puede observar la frecuente ocurrencia de *shocks* cuyos efectos persisten por varios períodos y que implican cambios violentos en los precios¹³. Sin embargo, a pesar de la larga duración de algunos de los mismos, en gran parte de la muestra éstos no parecen tener efectos permanentes¹⁴ aunque suelen tener una duración bastante larga.

Por otro lado, se pueden observar períodos relativamente cortos durante los cuales la volatilidad se exagera, los cuales están relacionados generalmente a la ocurrencia de *shocks*. Resalta notablemente los períodos comprendidos entre

¹³. Un ejemplo de un *shock* grande y persistente es el que ocurre entre 1999-2001, debido a cortes en la producción de la OPEP y *shocks* climáticos negativos en el hemisferio norte.

¹⁴. Si bien los precios varían fuertemente, en general tienen a estar alrededor de entre US\$17 a US\$20 por barril durante gran parte del período de la muestra, en particular durante el primer tramo hasta más o menos el año 1998. Esta situación parece haber cambiado para la segunda parte de la muestra a partir de ese año.

los años de 1990-1991 y 2003-2004 durante los cuales se desarrollaron las guerras en el Golfo Pérsico entre EEUU e Irak, cuando el precio del petróleo llegó a superar casi los US\$40 por barril y se mantuvo fluctuando entre ese nivel y los US\$30 por barril durante algunos meses.

Efectuando un ejercicio de estimación del modelo presentado en la Sección 2.1, puede verse que el coeficiente de ajuste para la serie WTI toma un valor promedio de -0.0223 (véase el Cuadro N° 2.5). Los precios del petróleo para los mercados de referencia WTI, Brent y Dubai han presentado un comportamiento bastante volátil en el corto plazo debido a una serie de *shocks* derivados de noticias desfavorables que afectan tanto a la oferta como a la demanda. Estos incrementos repentinos en los precios poseen una elevada persistencia. No obstante, se observa que las series regresan a su promedio de largo plazo¹⁵.

Cuadro N° 2.5
Precio del Crudo: West Texas Intermediate (1983 – 2004)

Producto	Proceso OU		
	Coeficiente Ajuste	Vida Media del Shock (Años) /1	Precio de Largo Plazo (1974 - 2004)
West Texas Intermediate	-0.0208	5.6	25.76
Brent	-0.0233	5.0	23.88
Dubai	-0.0228	5.1	22.12

¹⁵. El valor de la velocidad de ajuste dependerá del tipo de mercado donde se tranza la materia prima específica, representando un ajuste más lento aquellos bienes considerados como más valiosos (por ejemplo, metales preciosos o el petróleo). Este resultado es independiente del proceso estocástico asumido para la evolución del precio del *commodity*.

Producto	Proceso OU + GARCH (1,1)		
	Coefficiente Ajuste	Vida Media del Shock (Años) /1	Precio de Largo Plazo (1974 - 2004)
West Texas Intermediate	-0.0173	6.7	20.00
Brent	-0.0248	4.7	16.01
Dubai	-0.0406	2.9	13.88

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Las características antes descritas son reconocidas en la literatura especializada sobre el particular. En efecto, la modelación de las series de precios del petróleo crudo en dicha literatura considera procesos estadísticos que exhiben reversión a la media. Estos procesos se caracterizan porque la serie siempre revierte hacia un promedio de largo plazo, a pesar de la existencia de *shocks* que la desvían de dicha tendencia, y de que éstos puedan tener efectos altamente persistentes.

Adicionalmente, también se plantea en los modelos de las series de precios del petróleo crudo que el valor de la tendencia puede fluctuar de manera aleatoria en el tiempo o, en otras palabras, que la serie sigue una tendencia estocástica en el largo plazo¹⁶. Estas dos propiedades, reversión a la media y tendencia estocástica, se justifican teóricamente debido a que se espera que los precios converjan hacia el valor del costo marginal de largo plazo¹⁷. Al mismo tiempo éste valor límite puede fluctuar de manera aleatoria debido a *shocks* exógenos, como cambios tecnológicos, cambios en las expectativas sobre el monto de reservas de petróleo, o cambios regulatorios y/o políticos.

¹⁶. Ejemplos modelos con las características descritas son los de Schwartz (1997), Schwartz y Smith (2000) y Pindyck (1999).

¹⁷. Véase Dixit y Pindyck (1994) o Pindyck (2001).

Pindyck (1999) ofrece una explicación en esta línea al demostrar que un modelo multivariado con fluctuaciones continuas en la pendiente y en la media de la tendencia es consistente con modelos básicos de producción de recursos sujetos a la posibilidad de agotamiento. En este modelo, la línea de tendencia de los precios refleja el costo marginal total de largo plazo. Los resultados empíricos de la aplicación de este modelo a los precios del petróleo son satisfactorios en términos de proyecciones en dicho trabajo. No obstante, el modelo no da tan buenos resultados para el caso de la proyección de precios del carbón y del gas natural.

En general en los diferentes estudios realizados con series de precios del petróleo crudo (Pindyck; 2001, Engel y Valdés; 2000, Cashin et al; 1999) existe el consenso de que los *shocks* son altamente persistentes.¹⁸ Establecer definitivamente la hipótesis correcta es un tema muy complicado de determinar en la práctica con métodos puramente estadísticos¹⁹ para series con un alto grado de persistencia, como es el caso de los precios del petróleo. En todo caso, el modelo teórico de Deaton y Laroque (2002) que plantea que los *commodities* tienden a revertir (aunque lentamente) a una media de largo plazo debido a condiciones de la oferta, brindaría apoyo desde la teoría económica a los resultados empíricos que plantean la estacionariedad de la serie de precios del petróleo (aunque sujeta a quiebres estructurales).

Por otro lado, las implicancias prácticas de ambas caracterizaciones estadísticas son más bien similares como veremos posteriormente. Lo importante es que en

¹⁸. La diferencia, ya mencionada, estriba en que algunos estudios sostienen que tienen los *shocks* efectos permanentes, mientras que otros sostienen que existe una eventual reversión a la media, aunque muy lenta.

¹⁹. Ver por ejemplo Hamilton (1994).

ambos casos el comportamiento de la serie tanto a corto como mediano plazo resulta muy difícil de predecir, debido a la alta persistencia de los *shocks*, a la frecuencia con que ocurren estos y las características de la volatilidad a corto plazo descritas en la sección anterior²⁰.

2.3.2. Volatilidad de Corto Plazo

Las series de precios del petróleo crudo se caracterizan también por ser altamente volátil en el corto plazo. En el Gráfico N° 2.3 se presenta la serie diaria de precios del petróleo crudo para el período Enero 1997 – Octubre 2004. Este gráfico permite apreciar la alta variabilidad que puede presentar a corto plazo el precio del crudo.

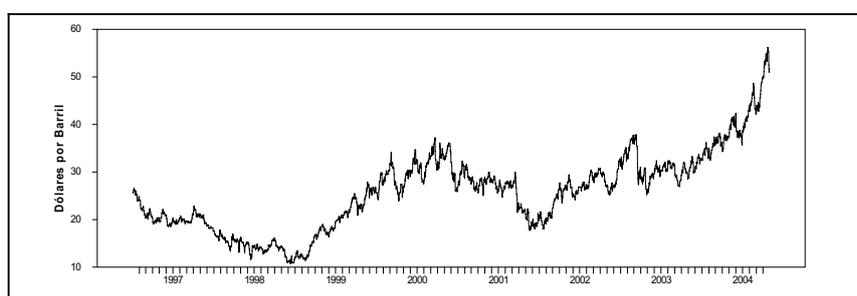
En este período de tiempo, la serie fluctúa en un rango situado entre US\$ 20 y 30 sin un patrón o tendencia evidente durante casi dos años. La volatilidad de corto plazo es una característica marcada de la serie, aunque dista de ser constante debido a que fluctúa de manera importante. En particular se concentra en ciertos períodos durante los cuales los precios varían violentamente para posteriormente revertir hacia valores más comunes. El patrón de la volatilidad de esta serie se puede observar de manera más precisa en el Gráfico N° 2.4 donde se presenta la serie de la volatilidad del marcador WTI estimada mediante un modelo TARARCH (1,1,1)²¹ que modela la

²⁰. La evaluación de esta particularidad de la serie de precios puede ayudar a determinar si implementar una regla de fondo de estabilización con bandas fijas para la estabilización de los precios de los combustibles es factible en el largo plazo. Sin embargo, dada la alta persistencia de los *shocks* petroleros, implementar un sistema de bandas fijas puede ser excesivamente costoso de modo que en general se analizará el caso de bandas flexibles cuya factibilidad a largo plazo no depende necesariamente de la naturaleza última de los *shocks* (altamente persistentes vs. permanentes).

²¹. Véase Zankoian (1994).

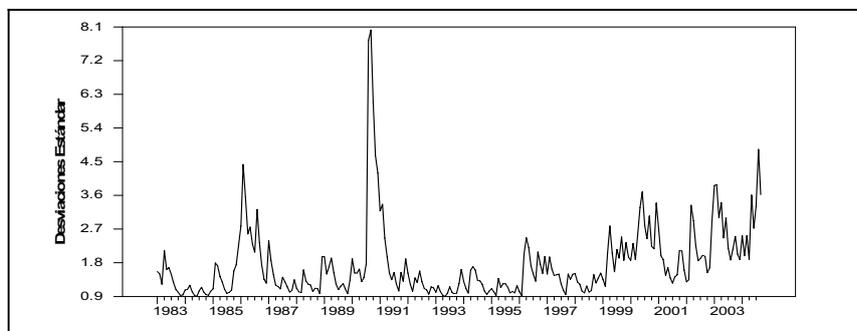
variabilidad de forma asimétrica. El modelo estima la variabilidad diaria aproximada de los precios a través de las desviaciones estándar²².

Gráfico N° 2.3
Precio del Petróleo: Marcador WTI (Enero 1997 – Octubre 2004)



Fuente: US. Energy Information Agency.
Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Gráfico N° 2.4
Volatilidad Estimada del Precio del Crudo (1983 – 2004)



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

²² La estimación es un refinamiento del trabajo de Wickham (1996), que usa un modelo GARCH para estimar la volatilidad. El modelo TARCH utilizado en este trabajo permite controlar la presencia de asimetría en la variabilidad, a diferencia del modelo GARCH usado por Wickham.

El gráfico anterior muestra claramente las principales características de la volatilidad del precio del petróleo crudo, tal como se señala en Pindyck (2001)²³:

- *La volatilidad fluctúa fuertemente a través del tiempo.* Las estimaciones de Pindyck indican que aunque la desviación estándar de los cambios porcentuales mensuales en los precios usualmente se encuentran debajo del 10%, existen muchas ocasiones en las que ésta excede el 20% y algunas en las que llega al 40%. Los resultados de la estimación del modelo TARARCH muestran también esta evidencia: si bien en gran parte del periodo de análisis la variabilidad es equivalente a media desviación estándar, en muchos casos se excede este umbral (se sobrepasa una desviación estándar) e incluso se llega hasta tres.
- *Las fluctuaciones de la volatilidad son en su mayor parte transitorias.* Según Pindyck, los incrementos en la volatilidad no persisten por más de uno o dos meses, por lo que se trata claramente de un fenómeno de corto plazo. Esto se puede comprobar en el Gráfico N° 2.4, con excepción del período entre el año 2000 y 2001.
- *La volatilidad está altamente correlacionada entre los diferentes productos derivados del petróleo.* Este resultado es bastante intuitivo debido a que el crudo es el principal componente del costo marginal de producción de los derivados. Como se ha señalado anteriormente, Pindyck muestra que la correlación entre el precio del crudo y del *heating oil* es de

²³. Como se mencionó anteriormente, este autor considera como precio *spot* el precio del contrato de futuros más cercano para entrega dentro del mes. Sin embargo, el análisis es congruente con el realizado en este trabajo debido a la alta correlación entre dicha serie de precios y el WTI que ha sido tomado en este documento.

0.733, entre el precio del crudo y la gasolina de 0.732 y entre el precio del *heating oil* y la gasolina de 0.767.

Una característica adicional señalada por Deaton (1999) respecto a los precios de los *commodities* es que su distribución suele presentar una asimetría positiva, es decir, se suceden grandes picos hacia arriba y pocos valles que no siempre compensan dichos picos. En el caso de precios de productos petroleros esta afirmación no es validada en la literatura revisada, mientras que la serie de precios del crudo no da una evidencia clara al respecto (Hamilton; 2000)²⁴. La presencia de volatilidad y asimetría frente a *shocks* exógenos en las series de precios del petróleo motiva el análisis desde un punto de vista teórico de estos hechos estilizados, con el propósito de comprender los determinantes reales que los generan. Ello permitirá entender de mejor manera la problemática de los precios de los combustibles y del diseño de los mecanismos de estabilización de los precios en un contexto de alta volatilidad.

3. Determinantes Reales de la Volatilidad de los precios de los combustibles

Pindyck (2001) plantea un modelo teórico para explicar la alta volatilidad de los precios de *commodities* a corto plazo con base en *shocks* reales del mercado (p.e. cambios climáticos, cambios en la demanda, *shocks* de oferta, etc). El autor plantea que los *shocks* sobre las variables reales tienen influencia sobre la rentabilidad esperada de mantener inventarios (*convenience yield*). Además, dado que también se muestra que el equilibrio del mercado *spot* es afectado a corto plazo de manera directa por las decisiones de mantenimiento de

²⁴. Esta característica se observa en general para distintos precios en la economía. Véase Peltzman (2000).



inventarios, la volatilidad de corto plazo de los precios petroleros puede ser explicada al menos en parte por *shocks* en variables reales.

La idea fundamental de ese modelo teórico es que el precio de equilibrio de un *commodity* se alcanza por medio del equilibrio en dos mercados directamente relacionados: el mercado *cash*, de compra y venta inmediata, y el mercado de almacenamiento de inventarios mantenido por productores y consumidores. De esta forma, los *shocks* que ocurren en un mercado pueden afectar el equilibrio en el otro. La base de esta interrelación radica en que en la decisión de oferta de un *commodity* almacenable, no sólo se debe tomar en cuenta el precio *spot* del bien sino que se deben considerar también los beneficios potenciales de mantener inventarios²⁵.



De esta manera, la producción total se distribuye entre ventas actuales y la acumulación de inventarios, de modo que la decisión de mantenimiento de inventarios puede afectar también el equilibrio en el mercado *spot* (en precios y cantidades) al afectar la cantidad ofertada corrientemente. En el mercado *cash*, las compras y ventas son para entrega inmediata y se realizan al precio *spot* del mercado. Dado que el precio *spot* no necesariamente iguala la producción y el consumo en todos los períodos (se pueden almacenar o gastar inventarios), se plantea que el mercado *cash* se caracteriza por la relación entre el precio *spot* y la “demanda neta de producción” que se define como la diferencia entre la producción y el consumo en cada período. En particular, si N_t representa el nivel de inventarios en el período t , el cambio en inventarios en dicho período es:



²⁵. Los inventarios brindan servicios a las firmas o consumidores que los mantienen. En el caso de las firmas los inventarios permiten evitar costos de ajuste de la producción o del esfuerzo de ventas. Los consumidores (industriales) también mantienen inventarios para evitar costos de ajuste, en este caso de demanda de factores.



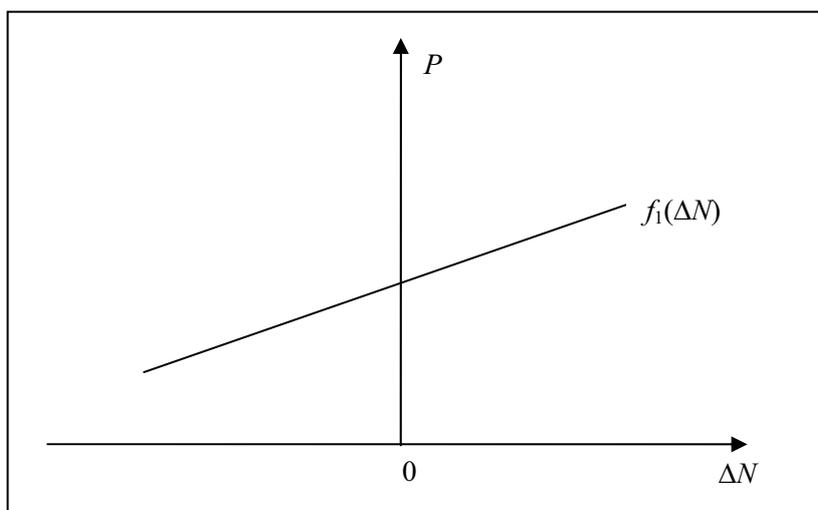
$$\Delta N_t = X(P_t; z_{2t}, \varepsilon_{2t}) - Q(P_t; z_{1t}, \varepsilon_{1t}) \quad (3.1)$$

donde $Q(\cdot)$ es la función de demanda del mercado *cash*, $X(\cdot)$ es la función de oferta, P_t es el precio *spot* en el período t , z_{1t} es un vector de variables que influyen en la demanda en el período t (p. e. clima, ingreso agregado y ciertos *stocks* de capital como automóviles), z_{2t} es un vector de variables que influyen en la oferta en el período t (p. e. variables que afectan el costo de producción como precios de energía y otras materias primas, salarios y varios *stocks* de capital como pozos petroleros, ductos y refinerías), y ε_{1t} y ε_{2t} son *shocks* aleatorios que afectan a la demanda (cambios en gustos o tecnologías) y oferta (p.e. cambios impredecibles en eficiencia, cortes en la producción, huelgas, etc.) respectivamente en el mismo período.

Dado que tanto la oferta como la demanda *cash* dependen directamente de variables aleatorias (los *shocks* aleatorios ε , y las variables z que influyen en ambas), la demanda neta fluctúa aleatoriamente. Asimismo, debido a que la demanda depende negativamente del precio *spot*, y la oferta positivamente, la demanda neta responde positivamente al precio *spot*. En este sentido, si se invierte la ecuación se obtiene la función de demanda neta inversa $f(\Delta N)$, lo que puede apreciarse con mayor claridad en el Gráfico N° 3.1. El equilibrio en este mercado se da porque la demanda neta de inventarios (ΔN) se iguala a la oferta, $X(\cdot) - Q(\cdot)$. Para completar la descripción del equilibrio de mercado del bien se requiere analizar también el mercado de almacenamiento que determina el monto óptimo de inventarios. Antes, es necesario tener presente los beneficios que brinda el mantenimiento de inventarios. Básicamente, los inventarios permiten a los productores reducir sus costos de ajuste de la producción sobre

el tiempo, y los costos de mercadeo al facilitar la programación de entregas lo que les evita quedarse sin *stocks*²⁶.

Gráfico N° 3.1
Equilibrio en el Mercado Cash



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

En el mercado de almacenamiento la oferta está constituida por la cantidad total de inventarios mantenida por productores y consumidores (o el Estado), es decir, es igual a N_t . La demanda es una función que depende del “precio” del almacenamiento, el cual será igual al valor marginal del mismo dado que el precio se encuentra sobre la función de la demanda. El valor marginal del almacenamiento del *commodity* será igual al valor del flujo de servicios derivados de mantener una unidad marginal de inventarios (*marginal convenience yield*). El precio del almacenamiento se denota por ψ , de modo

²⁶. Sobre todo si los costos marginales son crecientes con el nivel de producción o si existen límites a la capacidad productiva. Las firmas demandantes mantienen inventarios por las mismas razones.

que la demanda por almacenamiento se denota por $N(\psi)^{27}$. Esta demanda depende negativamente del precio del almacenamiento, de modo que $N'(\psi) < 0$ aunque el valor marginal de los inventarios decrece si se mantiene una gran cantidad de inventarios, de modo que $N''(\psi) > 0$.

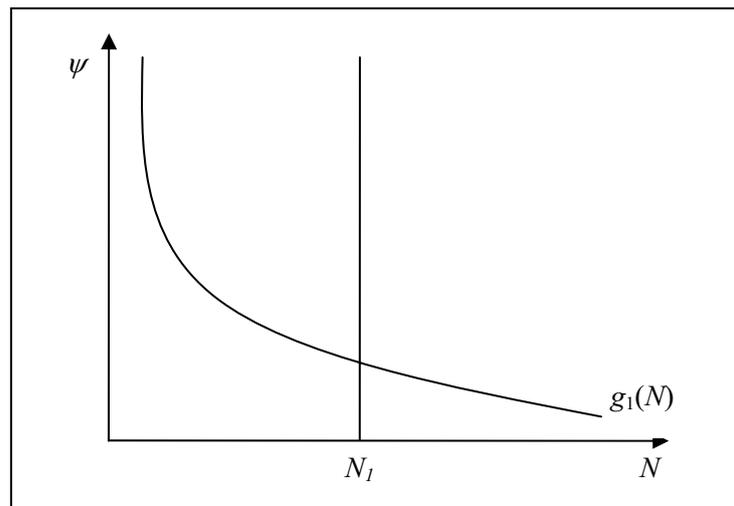
Por otro lado, la demanda de almacenamiento depende también de otras variables como las tasas actuales y futuras esperadas de consumo o producción del bien (si se espera un aumento en la demanda – p. e. por factores estacionales – la demanda por almacenamiento aumentará para evitar futuras necesidades de incrementar fuertemente la producción, con sus consiguientes costos de ajuste). También dependerá del precio *spot* (a mayor precio *spot*, mayor costo de almacenamiento), y de la volatilidad (debido a que el mantenimiento de inventarios es una forma de asegurarse contra la volatilidad). De esta forma se plantea de manera más completa la función de demanda de inventarios como:

$$N(\psi; \sigma, z_3, \varepsilon_3) \tag{2.3}$$

donde z_3 son las variables descritas que afectan la demanda a diferencia del precio del almacenamiento y de la volatilidad (σ), mientras que ε_3 son *shocks* aleatorios que pueden afectar la demanda. Como función inversa se obtiene, $\psi_t = g(N_t; \sigma, z_3, \varepsilon_3)$. Al respecto, el Gráfico N° 3.2 muestra la relación entre esta función y un nivel dado de inventarios.

²⁷. En términos prácticos, el precio de mantener una unidad de inventario se materializa de tres formas: a) los costos directos de almacenamiento, b) los costo de oportunidad de los intereses perdidos al invertir en una unidad de inventario al costo de P_t , c) los costos de oportunidad del capital dado que el precio *spot* puede esperarse que caiga luego del período en que los inventarios se mantienen.

Gráfico N° 3.2
Equilibrio en el Mercado de Almacenamiento



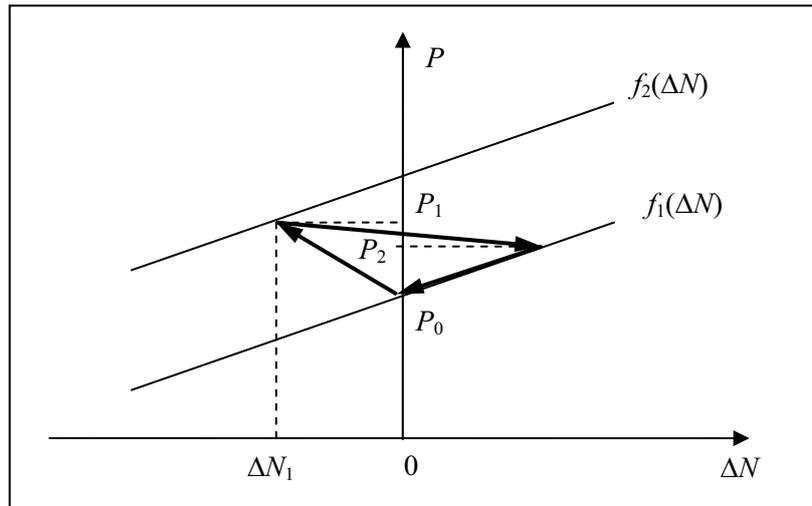
Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Con las ecuaciones descritas, se puede analizar el equilibrio simultáneo en los mercados de *cash* y de almacenamiento. Para analizar mejor el ajuste en los mercados, Pindyck (2001) analiza dos tipos de variaciones: un *shock* temporal en la demanda y un incremento sostenido en la volatilidad.

3.1. Aumento Temporal en la Demanda

En el caso de un aumento temporal en la demanda (por ejemplo, un invierno muy frío, que eleva la demanda del *heating oil*), la función de demanda neta se desplaza hacia arriba. Esto ocurre intuitivamente debido a que al mismo precio *spot*, la demanda neta aumenta por lo que la acumulación de inventarios se reduce. Esto se puede apreciar en el Gráfico N° 3.3, donde la curva de demanda neta original (f_1) se desplaza hacia arriba (f_2).

Gráfico N° 3.3
Shock Temporal en la Demanda en el Mercado Cash



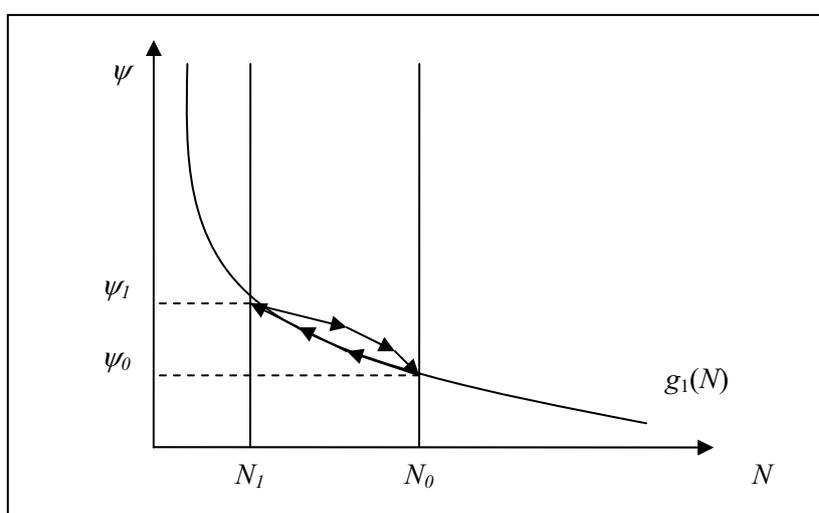
Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

En el mismo gráfico se observa la situación original ($\Delta N = 0, P = P_0$), que se asume de equilibrio (cambio en inventarios nulo). Dado que se trata de un *shock* de demanda sólo temporal, los precios se ajustan hacia arriba pero también se induce un cambio en inventarios negativo ($\Delta N_1 < 0$), con lo que el precio salta sólo hasta P_1 . En el mercado del almacenamiento, mientras dura el *shock*, los inventarios caen (hacia N_1) y el *convenience yield* se incrementa (hacia ψ_1), debido a los cambios en el mercado *cash* (véase Gráfico N° 3.4).

Una vez que el *shock* se revierte, la curva de demanda neta vuelve a su posición original (f_1). Sin embargo, el precio *spot* no vuelve inmediatamente a su valor original debido a que se requiere acumular inventarios para volver al equilibrio original. Esto lleva al precio *spot* hacia P_2 , con lo cual la acumulación de

inventarios es positiva, y se retorna gradualmente hacia el nivel original de inventarios N_0 y su consiguiente *convenience yield* ψ_0 .

Gráfico N° 3.4
Shock Temporal en el Mercado de Almacenamiento



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Como consecuencia de esta trayectoria dinámica hacia el equilibrio, lo que se debería observar es que ante un *shock* temporal en la demanda el precio *spot* saltase fuertemente, pero sólo de manera temporal, sin tener una contrapartida en una variación de costos (por ejemplo, del precio del petróleo crudo). Asimismo, debe observarse un incremento en el *marginal convenience yield*.

En este sentido, los precios de los combustibles derivados del petróleo deberían mostrar un comportamiento de reversión lento a sus promedios de largo plazo derivado de la interacción entre el mercado cash y el mercado de

almacenamiento. Las estimaciones de Pindyck (2001) concuerdan con estas predicciones cualitativas del modelo.

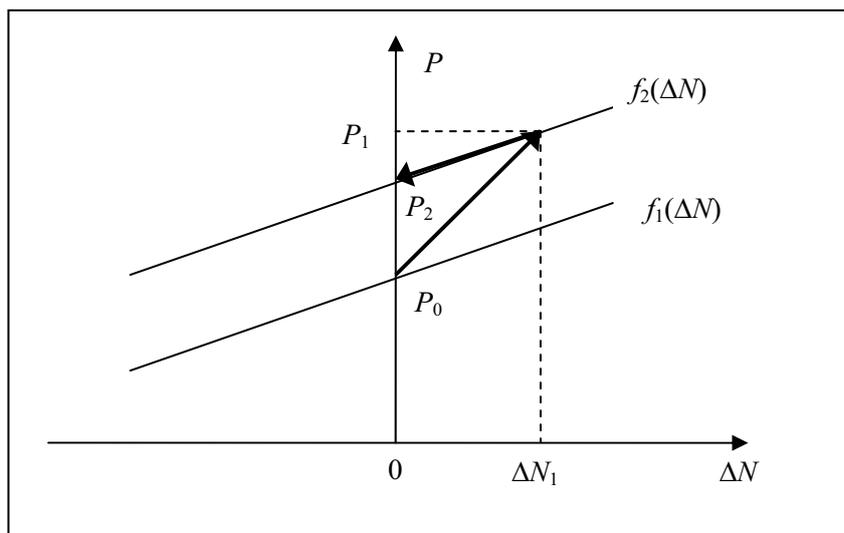
3.2. Aumento Sostenido en la Volatilidad

La volatilidad del precio *spot* tiene origen en las fluctuaciones en la demanda y/o producción, las cuales afectan la demanda neta tal como se ha definido anteriormente. Asimismo, la volatilidad aumenta la variabilidad del consumo y la producción, de modo que se aumenta la demanda de almacenamiento. Esto ocurre debido a que los agentes desean asegurarse contra fluctuaciones en la producción o demanda.

La mayor volatilidad aumenta también la curva de demanda neta, debido a que aumenta el valor de las opciones operativas de los productores. Esto ocurre debido a que al producir al precio *spot* se deja de tener la opción de producir en el futuro a un precio posiblemente mayor, con lo cual se aumenta el costo de oportunidad de la producción actual (en términos financieros, producir y vender en el presente es como ejecutar una opción financiera).

En los Gráficos N° 3.5. y 3.6 se muestran el aumento en la curva de demanda neta (de f_1 a f_2) y de la curva de demanda de almacenamiento (de g_1 a g_2) respectivamente. Debido al aumento en la volatilidad, los precios *spot* aumentan fuertemente hasta P_1 , debido a que se empiezan a acumular inventarios. Como se observa en el Gráfico N° 3.6, esto ocurre porque los inventarios están fijos en el momento del *shock*, de modo que el ajuste se da por medio del precio del almacenamiento (sube el *convenience yield* de ψ_0 a ψ_1) que eleva la rentabilidad de tener inventarios.

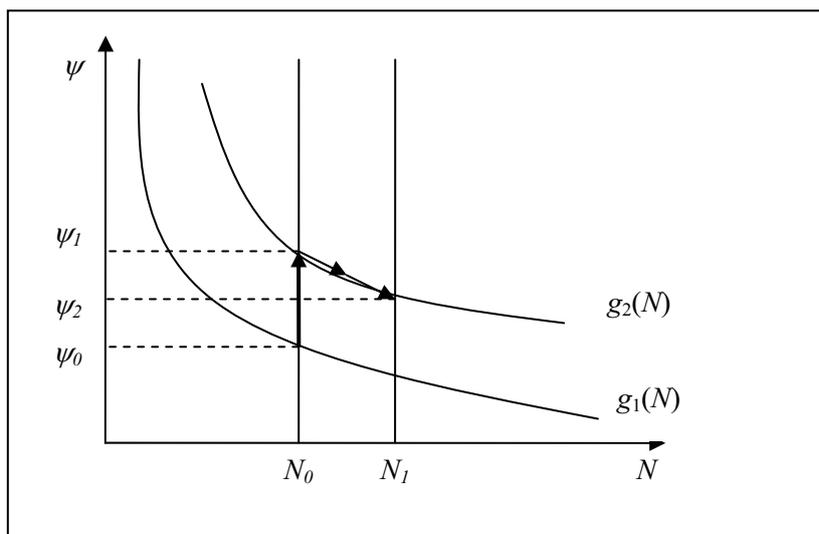
Gráfico N° 3.5
Aumento en la Volatilidad en el Mercado Cash



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

La acumulación de inventarios lleva gradualmente el nivel total de inventarios desde N_0 hasta N_1 , con la consiguiente caída en el precio del mismo. Una vez que se alcanza el nivel de inventarios deseado cesan los ajustes y el precio *spot* cae hasta P_2 . Si el aumento de volatilidad es indefinido, el nuevo equilibrio implica un mayor precio *spot* de equilibrio y un nivel mayor de inventarios. Asimismo, durante el proceso de ajuste se observa una especie de sobre-reacción (*overshooting*) del precio *spot*, que sube fuertemente mientras dura el aumento de inventarios.

Gráfico N° 3.6
Aumento en la Volatilidad en el Mercado de Almacenamiento



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Pindyck (2001) prueba estas predicciones analizando la evolución del marcador WTI en el segundo semestre de 1990, en el cual la volatilidad se incrementó aunque sólo por un período de 6 meses (no obstante, este período es largo para un análisis de la volatilidad). El comportamiento de las series de precios del crudo en ese período es consistente también con las predicciones cualitativas del modelo. Los hechos estilizados mencionados se aprecian también en el caso de los productos derivados (gasolinas, diesel, petróleos industriales, etc.), debido a que el crudo es el principal componente del costo de los mismos. Asimismo, cada producto derivado está sujeto a los *shocks* particulares que pueden afectar la demanda que enfrenta cada producto.

4. Efectos Económicos de la Volatilidad de los Precios

Los productos petroleros representan una fuente importante de energía a nivel mundial. En el caso particular del Perú estos productos (petróleo crudo y derivados) fueron la fuente del 45% de la energía generada a nivel nacional en el año 2001²⁸. Asimismo, la importancia de estos productos resalta por el hecho que su consumo no puede ser reemplazado a corto plazo sin incurrir en grandes costos, tanto por las familias como por las empresas²⁹. Así, las grandes variaciones de los precios de estos productos pueden influir fuertemente y de manera directa sobre el bienestar de los consumidores y los costos de producción de las firmas.

Teniendo en consideración lo anteriormente señalado, es necesario analizar cuál es el impacto tanto microeconómico como macroeconómico de la volatilidad internacional de los precios de los combustibles sobre una economía doméstica, con el objeto de evaluar la conveniencia de la intervención estatal a través de la utilización de mecanismos de estabilización de los precios de los combustibles.

4.1. Efectos Microeconómicos

En este apartado se analizan los efectos de la volatilidad de los precios de los combustibles sobre los agentes económicos considerados individualmente. El marco conceptual para analizar el efecto de la volatilidad de precios sobre el

²⁸. Balance Energético Nacional 2001. Dirección General de Hidrocarburos, MEM.

²⁹. Se caracterizan por tener pocos sustitutos debido a que su consumo está ligado al consumo de bienes durables costosos de reemplazar o transformar (por ejemplo, el costo de convertir autos que utilizan gasolina para que utilicen gas natural). Por el lado de las firmas, el fenómeno se repite debido a que en general, a corto plazo, la tecnología suele ser muy costosa de cambiar (por ejemplo, reemplazar la generación de energía por medio del uso de otras fuentes como energía hidráulica, gas natural, entre otras.)

bienestar de un consumidor representativo esta basado en Turnovsky, Shalit y Schmitz (1980). En dicho trabajo se comparan los efectos de la existencia de incertidumbre en uno o varios precios de la economía sobre la función de utilidad indirecta de un consumidor.

Para evaluar el impacto de los precios del petróleo sobre el bienestar, partimos del análisis de la teoría neoclásica del consumidor. En este marco, el bienestar del consumidor se representa a través de una función de utilidad. Si la función de utilidad nos indica cuánto bienestar obtiene un consumidor al consumir diferentes canastas (o combinaciones) de bienes, la función de utilidad indirecta se define como el máximo nivel de utilidad que un consumidor puede alcanzar dados los precios de cada bien en la economía. De esta manera, si los precios se representan por el vector \mathbf{P} , y el ingreso del consumidor es I , la función de utilidad indirecta $V(\bullet)$ del consumidor es:

$$V(\mathbf{P}, I) = U(X^*(\mathbf{P}, I)) \quad (4.1)$$

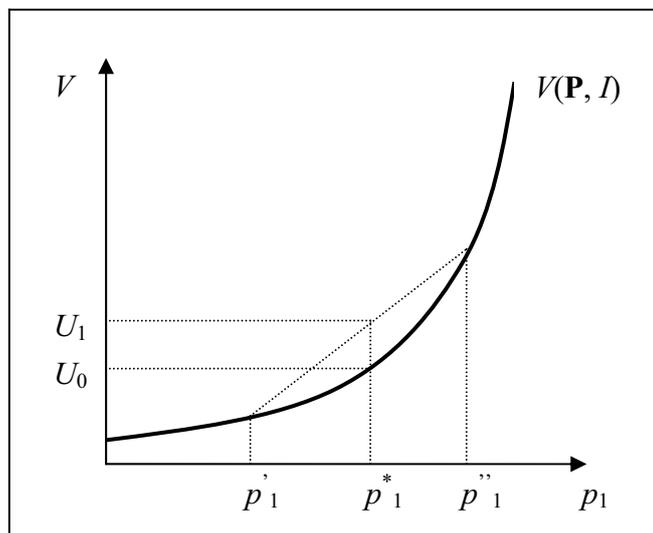
donde $X^*(\mathbf{P}, I)$ es la canasta de bienes elegida por el consumidor si su ingreso es I y los precios son \mathbf{P} , y $U(\cdot)$ es su función de utilidad. Un consumidor perdería en términos de bienestar al estabilizarse el precio de los combustibles en la economía, digamos p_1 , si:

$$\frac{\partial^2 V}{\partial p_1^2} > 0 \quad (4.2)$$

En contraste, obtendría ganancias si el signo fuese el contrario. Este resultado se puede apreciar intuitivamente en el Gráfico N° 4.1. Si la función de utilidad

indirecta es convexa respecto del precio de los combustibles, se preferirá un precio que varíe a uno que permanezca fijo. En este caso, tener un precio fijo en p_1^* da una utilidad de U_0 , mientras que permitir que varíe entre p_1' y p_1'' da una utilidad (esperada) de U_1 .

Gráfico N° 4.1
Efectos en el Bienestar por cambios en los Precios



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos - OSINERG.

Los autores encuentran que el beneficio o pérdida en términos de bienestar del consumidor se determina según el signo de la expresión:

$$s_i(\eta_i - \rho) - e_i \quad (4.3)$$

donde s_i es la proporción que representa el combustible "i" en el gasto familiar, η_i es la elasticidad ingreso de la demanda del combustible "i", e_i la elasticidad - precio respecto al combustible "i" y ρ el índice de aversión al riesgo del



consumidor. Si la expresión es negativa, existirán ganancias por estabilizar los precios y viceversa. De esta forma, si el bien representa una gran proporción del gasto, si éste tiene una alta elasticidad ingreso y una baja elasticidad precio, y si el consumidor tiene una gran aversión al riesgo, entonces aumenta la probabilidad de que la estabilización de precios sea preferida para el consumidor.

Respecto a la aplicación de estos criterios en el caso peruano, existen estimaciones de elasticidades para el mercado de combustibles peruano realizadas por Vásquez (2005), pero no sobre los parámetros de aversión al riesgo, por lo cual no es directa la evaluación de los efectos de la estabilización de precios sobre el bienestar de los consumidores.

En el Cuadro N° 4.1, tomado de Vásquez (2005), se presentan diferentes estimaciones de elasticidades precio para varios tipos de combustibles en el caso peruano. A partir del análisis de las elasticidades precio se ha podido constatar que la gasolina de 97 octanos presenta la mayor sensibilidad ante variaciones en su precio, lo cual puede deberse al hecho de tratarse del combustible con mayor precio al consumidor en el mercado, motivo por el cual sería sustituible por otro tipo de gasolinas de menor octanaje (como la de 90 y 84 octanos) ante un eventual incremento en su precio. Los combustibles menos sensibles a variaciones porcentuales en el precio son el kerosene y el GLP (fuentes de calor y alumbrado en un gran número de hogares de la población peruana), hecho que se explicaría por la ausencia de sustitutos adecuados a estos productos. La demanda de diesel 2 presenta una elasticidad precio que constituye un caso intermedio entre las gasolinas y el GLP - kerosene.



Cuadro N° 4.1
Estimación de Elasticidades Precio de los
Combustibles en el Perú

Elasticidades Precio		
Combustibles	Largo plazo	
Gasolina 84	-0.648	(16.43) ***
Gasolina 90	-0.849	(10.67) ***
Gasolina 97	-1.693	(15.19) ***
Diesel 2	-0.430	(5.22) ***
Kerosene	-0.274	(2.13) **
GLP	-0.247	(1.80) *

Elasticidades Ingreso		
Combustibles	Largo plazo	
Gasolina 84	0.251	(1.570)
Gasolina 90	0.440	(2.297) **
Gasolina 97	0.636	(8.411) ***
Diesel 2	0.696	(3.577) ***
Kerosene	0.412	(2.874) ***
GLP	0.498	(3.182) ***

z-estadístico entre paréntesis. * significativa al 10%,
 ** significativa al 5%, ***significativa al 1%
 Fuente: Vásquez (2005).

De otro lado, el análisis de la elasticidad ingreso permite evaluar el carácter superior o inferior de los combustibles en el mercado. En el caso de las gasolinas, la de 97 octanos sería un bien superior respecto a la gasolina de 90 y 84 octanos.

Esto quiere decir que ante incrementos en los ingresos de los consumidores, la demanda de gasolina de 97 octanos se incrementaría en mayor proporción respecto a otros tipos de gasolinas. En el caso del diesel 2, incrementos en el ingreso generarían aumentos en el consumo de este combustible de manera



significativa, hecho que puede explicarse debido a la presencia de una gran cantidad de vehículos impulsados por diesel 2 (sobre todo taxis, camiones y camionetas) dentro del parque automotor en el Perú

Por otro lado, en el Cuadro N° 4.2 se presentan los porcentajes que representa el consumo de combustibles (o de servicios que requieren su uso directamente) en el gasto total familiar. En la encuesta considerada (Encuesta Nacional de Niveles de Vida, ENNIV) y para los tres años analizados (1994, 1997 y 2000) estos rubros son el gasto de las familias en transporte, gas y kerosene.

El cálculo de las proporciones del gasto incluye solo a aquellas familias que gastan en cada uno de estos rubros, de modo que las familias consideradas para calcular la proporción del gasto en transporte puede ser diferente al calculado para el gasto en kerosene o en gas³⁰.

De los resultados presentados en el Cuadro N° 4.2, puede deducirse que las familias gastan entre un 2 a 4 % aproximadamente de sus gastos totales en combustibles de manera directa (sea gas o kerosene). Adicionalmente, si se incluye el rubro de transporte, en el cual el gasto en gasolinas y diesel 2 se encuentra incluido, el porcentaje se incrementaría a un rango de 4 % a 7%.

³⁰. En general, para calcular la proporción promedio que representan los rubros de gasto relacionados con combustible en total, se requeriría agregar estos posibles gastos. Sin embargo, dado que los tres rubros no involucran necesariamente al mismo universo de familias (no todas las familias consumen los tres bienes y servicios considerados), agregar directamente las proporciones estimadas es incorrecto. Más aún en el caso del kerosene y el gas (que suelen ser sustitutos) las familias que consumen kerosene muy probablemente no consumen gas y viceversa (puede que sea más correcto agregar el gasto en transporte con el de gas, o el de transporte con kerosene).



Cuadro N° 4.2
Proporción del Gasto Familiar en Transporte, GLP y Kerosene

	1994	1997	2000
Lima Metropolitana			
Gasto en Transporte / Gasto Total	4.2%	4.0%	3.1%
Gasto en Gas / Gasto Total	1.9%	2.0%	2.5%
Gasto en Kerosene / Gasto Total	3.5%	3.4%	4.4%
Costa Urbana			
Gasto en Transporte / Gasto Total	4.2%	4.0%	3.1%
Gasto en Gas / Gasto Total	1.9%	2.0%	2.5%
Gasto en Kerosene / Gasto Total	3.5%	3.4%	4.4%
Costa Rural			
Gasto en Transporte / Gasto Total	4.4%	4.3%	3.7%
Gasto en Gas / Gasto Total	3.0%	2.8%	3.5%
Gasto en Kerosene / Gasto Total	3.6%	3.6%	4.8%
Sierra Urbana			
Gasto en Transporte / Gasto Total	3.8%	4.0%	4.1%
Gasto en Gas / Gasto Total	2.7%	2.1%	2.4%
Gasto en Kerosene / Gasto Total	3.3%	3.2%	3.9%
Sierra Rural			
Gasto en Transporte / Gasto Total	2.1%	3.5%	2.8%
Gasto en Gas / Gasto Total	2.1%	3.0%	3.1%
Gasto en Kerosene / Gasto Total	3.9%	3.1%	4.5%
Selva Urbana			
Gasto en Transporte / Gasto Total	3.5%	4.4%	2.8%
Gasto en Gas / Gasto Total	2.4%	2.3%	2.7%
Gasto en Kerosene / Gasto Total	3.0%	3.1%	3.3%
Selva Rural			
Gasto en Transporte / Gasto Total	3.1%	5.3%	3.3%
Gasto en Gas / Gasto Total	12.1%	3.7%	3.8%
Gasto en Kerosene / Gasto Total	3.1%	3.1%	3.6%

Fuente: ENNIV 1994, 1997 y 2000.

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Estos datos deben complementarse con la información sobre el número total de hogares que incurren en los rubros de gastos antes mencionados. Los resultados de estos cálculos se presentan en el Cuadro N° 4.3, en donde se puede apreciar que, en el año 2000, un 40% de las familias gastaban en gas y un 20.4% en kerosene a nivel nacional. Asimismo, un 71% del total de familias encuestadas en la ENNIV reportaron gastos en el rubro de transportes.

Cuadro N° 4.3
Porcentaje de Familias que gastan en Transporte
GLP o kerosene

	1994	1997	2000
Lima Metropolitana			
Transporte	87.6%	90.7%	87.8%
Gas	42.0%	35.3%	67.6%
Kerosene	52.8%	59.3%	25.5%
Costa Urbana			
Transporte	75.1%	77.8%	68.0%
Gas	48.0%	39.5%	61.8%
Kerosene	43.7%	51.3%	25.1%
Costa Rural			
Transporte	68.4%	72.4%	71.0%
Gas	30.7%	18.4%	19.8%
Kerosene	7.0%	16.3%	14.8%
Sierra Urbana			
Transporte	64.7%	71.6%	66.8%
Gas	64.1%	52.6%	44.5%
Kerosene	13.6%	30.8%	35.1%
Sierra Rural			
Transporte	36.9%	48.2%	57.5%
Gas	6.7%	8.3%	5.2%
Kerosene	1.4%	1.6%	6.9%
Selva Urbana			
Transporte	62.9%	62.1%	68.0%
Gas	45.6%	34.7%	47.6%
Kerosene	13.1%	25.9%	22.8%
Selva Rural			
Transporte	43.4%	51.2%	63.5%
Gas	2.9%	4.6%	6.2%
Kerosene	0.9%	3.9%	4.7%
Total Nacional			
Transporte	64.2%	69.8%	71.0%
Gas	34.8%	28.1%	40.8%
Kerosene	23.2%	30.7%	20.4%

Fuente: ENNIV 1994, 1997 y 2000.

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

De las estadísticas presentadas no se puede concluir claramente que la estabilización de los precios de los combustibles mejore el bienestar de los consumidores de manera directa. Si bien una proporción importante de las familias consumen directamente combustibles como gas, kerosene y gasolina, estos bienes no representan una gran parte del gasto total de las mismas. De



esta manera, siguiendo el marco teórico de Turnovsky et al. (1980), no es claro si la estabilidad de precios beneficia directamente al consumidor en el Perú³¹.

Una crítica al análisis teórico anterior es que no considera un elemento importante del problema en estudio. Este se refiere al aspecto dinámico del consumo. Como sugieren Federico, Daniel y Bingham (2001) tanto las familias como las firmas que demandan productos petroleros pueden tener sobrecostos importantes de ajustar sus cestas de consumo y sus costos de producción respectivamente ante cambios transitorios en los precios. Para el caso de las familias, puede ser costoso cambiar el patrón de consumo de fuentes de energía para su uso en la cocina, transportes, etc. En el caso de las empresas los costos de ajuste son más claros, debido a que el patrón de uso de los productos petroleros puede estar condicionado por la elección tecnológica previa, cuyo costo de recambio puede ser muy elevado.

4.2. Efectos Macroeconómicos³²

Los precios internacionales pueden también tener efectos agregados sobre la economía, dado que afectan los costos de producción de las firmas y a la demanda agregada a través del impacto sobre los precios al consumidor. Un *shock* negativo fuerte del precio del petróleo puede ser potencialmente el origen de un ciclo recesivo en la economía doméstica, como veremos en la evidencia recopilada por diferentes estudios.

³¹. Específicamente, si consideramos de manera conservadora una elasticidad precio de -0.4, una elasticidad ingreso de 0.8, y una proporción de gasto en combustibles de 6%, se requeriría de un coeficiente de aversión al riesgo de alrededor de 7.5 para que la estabilización de precios sea beneficiosa para este consumidor.

³². Esta sección es un extracto de la investigación de Vásquez (2004), la cual analiza el impacto que tiene la volatilidad de los precios del petróleo sobre la inflación en Guatemala.





Dadas las particularidades de la evolución de los precios del petróleo, se ha registrado un interés creciente de diversos investigadores por los temas relacionados al impacto que tiene la volatilidad de los precios del petróleo sobre la economía de un país, asunto que cobró importancia a raíz de la inflación y la recesión generalizada (fenómeno conocido como *estanflación*) que se observó tras el primer gran *shock* petrolero registrado a inicios de la década de 1970³³. La preocupación inicial de los investigadores monetarios radicó en determinar si los *shocks* de oferta repentinamente registrados se trataban de fenómenos de carácter permanente y cómo los gobiernos podían ajustar sus políticas (en especial la monetaria) a tales circunstancias para atenuar las consecuencias adversas derivadas de los mismos (Jones, Leiby y Paik, 2003).

Dado que los *shocks* petroleros comenzaron a presentarse con relativa frecuencia³⁴, y por tanto los estados subsecuentes de recesión, la preocupación de los investigadores se orientó a analizar si las causas de dichos eventos se

³³. En 1973 se produjo lo que se conoce en la historia como el “Primer Gran *Shock* Petrolero” durante el cual los precios del petróleo casi se cuadruplicaron, ocasionando serios efectos sobre los distintos agentes que operaban en ese mercado. El alza de precios a comienzos de los años 70 fue decretada por la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), la cual estaba dirigida a recuperar parte de la renta petrolera que hasta ese momento pasaba a las arcas de las empresas transnacionales y de los gobiernos de los países industrializados. Este *shock* estremeció las estructuras productivas y económicas de la mayoría de países, especialmente en el Tercer Mundo. La guerra entre Egipto e Israel en octubre de 1973 precipitó la subida del precio internacional del crudo. Los países árabes impusieron, al comienzo de la guerra, un embargo petrolero a los Estados Unidos y a Holanda con el propósito de ejercer presión sobre los gobiernos de los países occidentales por su apoyo logístico a Israel. Véase Hanneson (1998) para ver mayores detalles.

³⁴. Son cuatro los *shocks* de precios del petróleo considerados como los más importantes dentro de la historia de la industria petrolera. Durante el primer *shock*, petrolero (1973: III – 1974: III), el precio relativo del crudo, medido a precios de 1990, se duplicó, creciendo desde US\$ 10.67 por barril en 1973, hasta US\$ 21.28 en 1974. Durante el segundo *shock* (1979: I – 1980: II), el precio relativo del crudo se incrementó desde US\$ 22.35 por barril, hasta US\$ 41.82 por barril. Durante el tercer *shock* (1986) se registró más bien una depresión en los precios del crudo. Finalmente, durante el *shock* registrado a principios de los 90s (1990: II – 1990: IV) el precio del crudo se incrementó desde US\$ 16.10 por barril, hasta US\$ 30.00 por barril. Véase Adelman (1993).





hallaban en la propia industria petrolera o en los manejos económicos y políticos de los gobiernos. A ello se sumó el interés por identificar el verdadero origen de las recesiones posteriores a un incremento en los precios del petróleo. Es decir, se quería determinar si éste se hallaba en los *shocks* de precios del crudo o en las políticas macroeconómicas ejecutadas como respuesta a los mismos.

Investigaciones posteriores relacionadas con al tema se orientaron a estimar la magnitud del efecto de tales fenómenos, así como la relación de causalidad y la existencia de asimetrías en la relación entre un *shock* petrolero y el crecimiento de la economía³⁵. En general, las investigaciones que han estudiado los efectos de los *shocks* petroleros coinciden en señalar que un incremento del precio internacional del petróleo se asocia con niveles más bajos de crecimiento, así como con un incremento en el nivel general de precios (Goodfriend y King, 1997). Dadas las rigideces de los precios nominales en el corto plazo, y los retrasos con que se producen los ajustes que realizan los consumidores y firmas como respuesta a cambios significativos en dichos precios, los estudios coinciden en señalar como otros posibles efectos la aceleración posterior de la inflación y el declive del nivel de empleo, efectos que sin embargo se producen con un mayor rezago.

³⁵. A comienzos de la década de 1980 surgieron numerosos artículos que buscaron medir los impactos de los *shocks* externos basados en los modelos de Ciclos Económicos Reales. Dichos modelos tratan de explicar las expansiones y recesiones de una economía como respuestas a *shocks* externos aleatorios. Por ejemplo, Hamilton (1983) introdujo en esta literatura los *shocks* de precios del petróleo asumiendo que eran *shocks* de oferta y no de demanda, como generalmente se hacía. Con el uso de pruebas de causalidad en el sentido de Granger, relacionó los cambios en el PNB a las fluctuaciones en los indicadores de política monetaria y fiscal, en los precios del petróleo (consideradas en equilibrio, como un factor exógeno sujeto a una correlación serial positiva), y en otras variables macroeconómicas de control derivadas de este modelo (Jones y Leiby, 1996: 10).



Existen diversas investigaciones (por ejemplo, Hamilton, 1983; Mork, 1989) que evalúan el impacto de los *shocks* petroleros registrados desde 1970 hasta 1990. Los resultados de estos estudios guardan similitudes y, en general, predicen que el incremento de un punto porcentual en el precio del petróleo provoca que la actividad económica se vea reducida en un rango aproximado de 0.04% y 0.07%³⁶.

Con el objeto de explicar esta relación negativa entre el alza en los precios del petróleo y el crecimiento de una economía, diversas hipótesis han sido esbozadas a lo largo de los últimos 22 años. Mory (1993) las reúne y clasifica en tres grupos. Un primer grupo de explicaciones (ofrecidas durante la década de 1970) se concentraron en las funciones de producción y en la importancia que el crudo tenía como insumo en los procesos productivos. Un segundo conjunto de hipótesis fueron presentadas en el marco de la Teoría Keynesiana, dentro de un modelo IS/LM extendido que incluía la determinación de precios. En este marco, las interrupciones en la oferta de petróleo no sólo reducían las posibilidades de producción, sino también, exacerbaban las presiones inflacionarias, disminuyendo la oferta real de dinero y reduciendo el nivel agregado de demanda.

El tercer tipo de explicaciones ofrecidas a la existencia de una relación negativa entre las fluctuaciones del precio del crudo y la actividad económica, tiene que ver con el desempleo originado por las alteraciones en la composición de la demanda, a causa de la poca flexibilidad que tienen los factores de capital y trabajo para ser reasignados al variar los precios relativos. Dado que se requiere un tiempo para que estos factores productivos se reacomoden a sus usos más

³⁶. A este tipo coeficiente se le conoce “PNB/ Elasticidad Precio del Petróleo” o “Multiplicador Precio-Ingreso”.

eficientes, el impacto negativo toma lugar causando muchas veces la recesión de una economía.

Las alteraciones en la composición de la demanda tienen que ver con los cambios en el precio relativo del petróleo y con las transferencias de ingreso que se generan, tanto a nivel de los consumidores individuales como de las empresas. En el primer caso, ante un incremento en el precio relativo del petróleo, la demanda se inclina hacia bienes y servicios que no requieren considerables volúmenes de petróleo en su producción. Ante un decrecimiento del precio del petróleo, la composición de la demanda se dirige en la dirección contraria, pero conduciría de igual manera, a la existencia de desempleo³⁷.

Los estudios en esta línea se siguieron desarrollando, cobrando mayor interés entre los investigadores al observarse que tras el *shock* de 1986 (durante el cual se registró una gran depresión del precio del petróleo) no se produjo una etapa de estabilidad o crecimiento de las economías, tal como se esperaba. Por este motivo se comenzó a considerar la hipótesis de que el impacto de los *shocks* petroleros sobre una economía era del tipo asimétrico. Siguiendo el trabajo iniciado por Mork (1989), diversos estudios como el de Mory (1993), comenzaron a evaluar de manera separada, los impactos de las fluctuaciones del precio del crudo para la economía norteamericana.

Bajo esta metodología, el autor observó que efectivamente, los efectos sobre la economía eran de tipo no lineal, es decir, que la subida de precios del petróleo afectaba negativamente y de manera significativa a la economía (tanto al

³⁷. Jones, Leiby y Paik (2003) hacen un recuento y síntesis de las principales consecuencias macroeconómicas de los *shocks* petroleros. Mencionan, en base a la recopilación de una serie de estudios empíricos que la reasignación intersectorial de recursos en respuesta de *shocks* externos puede generar una relación asimétrica entre las variaciones del precio internacional del crudo y las variables macroeconómicas.

producto, como a otras variables económicas como el gasto del gobierno y la oferta del dinero), mientras que la caída de precios del petróleo no guardaba una vinculación importante con la actividad económica. Ante este resultado, el autor señala que lo recomendable sería tratar de suavizar o estabilizar la volatilidad del precio del petróleo mediante el uso de instrumentos de política económica.

Otro tipo de enfoques surgieron al evaluar la inexistencia de expansiones económicas a raíz de una caída de precios como la registrada en el año 1986. Tal es el caso del trabajo realizado por Lee, Ni y Ratti (1995), quienes observaron al realizar estimaciones con datos trimestrales correspondientes al período 1949 - 1986 para el caso de la economía norteamericana, que el impacto del precio del petróleo sobre la tasa de crecimiento del PIB era significativo³⁸. Sin embargo, cuando se amplió la muestra más allá de 1986 (1949-1992), los resultados fueron no significativos.

La volatilidad de los precios internacionales puede también tener efectos agregados sobre la economía, a través de su impacto en los costos de producción de las firmas y en la demanda agregada, a través del impacto sobre los precios al consumidor. Un *shock* negativo fuerte del precio del petróleo puede ser potencialmente el origen de un ciclo recesivo en la economía doméstica³⁹. En particular, existe una amplia evidencia de una correlación

³⁸. Los autores analizan el impacto de un *shock* normalizado del precio del petróleo sobre el crecimiento del PBI real, la inflación medida a través de los cambios en el deflactor del PBI, la tasa de interés de los bonos del tesoro norteamericano, el ratio de desempleo y la inflación de los salarios.

³⁹. La volatilidad de los precios del petróleo también tienen otros efectos macroeconómicos importantes: inciden sobre la inflación (efecto que se discutirá más adelante), al afectar el consumo pueden generar recesiones, afectan la balanza de pagos, pueden tener efectos sobre la política monetaria, entre otros.

negativa entre los precios del petróleo y medidas agregadas de producción y empleo.⁴⁰ Teóricamente, la transmisión de los *shocks* petroleros que afectan a la economía doméstica se da a través de su influencia sobre la oferta y/o demanda agregadas. En primer lugar, el precio del petróleo afectaría la oferta debido a que simplemente hace más cara la producción de bienes. Por otro lado, un *shock* petrolero, al afectar el nivel agregado de precios y, debido a la rigidez de los salarios a la baja, crearía desempleo y afectaría de este modo también a la demanda agregada.

No obstante, Hamilton (2000) argumenta que la importancia de los *shocks* petroleros sobre el desempeño económico de corto plazo radica en que su ocurrencia paraliza temporalmente las compras de bienes durables de los consumidores y la inversión de las firmas. Esta paralización ocurre debido a que el *shock* crea incertidumbre sobre las perspectivas de corto plazo de las variables económicas de interés, por lo que se generan incentivos para que tanto los consumidores como las firmas pospongan sus decisiones de compra o inversión en activos durables.

Este comportamiento puede ocasionar que la relación entre el precio internacional del crudo y el nivel de actividad económica doméstica sea no lineal: cuando el precio sube se pueden originar recesiones, mientras que cuando el precio baja no necesariamente se originan expansiones. El autor encuentra que la relación entre el crecimiento del PBI estadounidense y los precios internacionales del petróleo sigue este patrón, de modo que la evidencia apuntaría a que el mecanismo descrito anteriormente es importante en la transmisión de los efectos de las variaciones de precios petroleros internacionales sobre el nivel de actividad económica doméstica.

⁴⁰. Véase Hamilton (1983).

Otro mecanismo por medio del cual los *shocks* del precio del petróleo internacional pueden afectar la economía doméstica es a través de la respuesta de los bancos centrales ante un aumento en la inflación. Dado que un incremento importante en el precio del crudo puede implicar un aumento importante en la inflación doméstica (a través de alguno de los mecanismos descritos líneas arriba), la autoridad monetaria puede responder con un endurecimiento de la política monetaria, lo cual puede reducir la actividad económica.

Un estudio en esta línea es el de Bernanke, Gertler y Watson (1997) que sugiere que la respuesta de la política monetaria habría amplificado sustancialmente los efectos de los *shocks* monetarios (en algunos casos los efectos se explicarían casi en su totalidad por la respuesta de la política monetaria, a decir de los autores)⁴¹.

Asimismo, Hunt, Isard y Laxton (2001) analizan el impacto de los *shocks* de precios internacionales del petróleo sobre algunas economías industrializadas, para diferentes tipos de reacción de las autoridades monetarias. En este estudio se concluye que los *shocks* petroleros tienen un efecto importante sobre la inflación doméstica (un incremento de 50% en el precio internacional del crudo, lleva a un incremento de la inflación de 0.6% a 1.3%), y al mismo tiempo que, nuevamente, la reacción de las autoridades monetarias es sumamente importante para determinar el efecto total de los *shocks* petroleros sobre la marcha de la economía doméstica.

⁴¹. Para mayores detalles sobre el impacto de los precios del petróleo sobre la inflación puede revisarse Hooker (1999) y Vásquez (2004).

Finalmente consideramos el trabajo de Márquez (2001), que utiliza un modelo de equilibrio general computable (MEGC) para estimar los beneficios potenciales de la estabilización de precios lograda por el Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo (FEPP), implementado en Chile a partir de 1991. El autor estima que si existe un incremento de un 30% en el precio internacional del crudo, y éste se traspaşa íntegramente a la economía doméstica (a través de los precios de los derivados) el PIB chileno disminuiría en 0.82%.⁴²

En síntesis, las fluctuaciones de los precios del petróleo alteran la estabilidad económica de un país a través de diversos canales: a) los consumidores pueden ven afectado su bienestar al exponerse a una gran volatilidad de precios si son adversos al riesgo y si sus fuentes de ingresos no son estables a lo largo del tiempo, b) a nivel macroeconómico la volatilidad petrolera puede afectar la oferta y demanda agregada generando ciclos recesivos y aumentos en la inflación. Estos efectos adversos justifican que de alguna manera el Estado intervenga en la economía para suavizar el impacto de los *shocks* petroleros mediante diferentes mecanismos alternativos de estabilización de los precios de los combustibles. Por ello, a continuación se pasa a presentar los mecanismos que han sido utilizados a nivel internacional para luego proceder a evaluar su aplicabilidad en el caso peruano a través de la realización de simulaciones.

⁴² Adicionalmente, la inversión se reduciría en 0.34%, y el ingreso real disponible presentaría una disminución en un rango de 1.31% a 1.66%. Este cálculo no considera otros efectos macroeconómicos negativos debido al aumento en los precios domésticos o por el deterioro en los términos de intercambio, que son particularmente importantes en el caso de un país dependiente del petróleo (en el caso de Chile esto es crucial dado que depende en un 95% de petróleo importado). Backus y Crucini (1998) plantean a través de un modelo teórico que la fuerte volatilidad en los precios internacionales del crudo sería la principal explicación de la alta volatilidad de los términos de intercambio de una economía, comparada con la volatilidad de la producción real.

5. Mecanismos de Estabilización de Precios: Esquemas Financieros y Reglas de Precios

El enfoque teórico y la revisión de la literatura realizada en las secciones anteriores demuestran que las exacerbadas fluctuaciones en los precios de los combustibles pueden estar asociadas a factores reales en los mercados de abastecimiento y almacenamiento de combustibles. Asimismo, las fluctuaciones de los precios en estos mercados tiene una marcada influencia de orden microeconómica y macroeconómica sobre las economías domésticas pequeñas y abiertas al mercado internacional que son dependientes de las importaciones de productos derivados del petróleo. Ello ha motivado a diversos gobiernos a nivel mundial a establecer mecanismos de estabilización de los precios, con el objetivo de atenuar la transmisión de la volatilidad petrolera para reducir su impacto sobre el bienestar de los consumidores, la inflación y la estructura de costos de las empresas domésticas. Por ello, en la siguiente sección se pasa a discutir sobre las diversas alternativas para estabilizar los precios de los combustibles.

Para ello, en primer lugar se describirán los mecanismos para financiar la estabilización del consumo. En segundo lugar, se revisarán las reglas de fijación de precios domésticos que disminuyen el traspaso de la volatilidad de los precios internacionales analizando cada una de ellas. Su desempeño será evaluado en términos de la disminución de la volatilidad y de demanda de recursos fiscales para la estabilización de precios. Posteriormente, se realizarán simulaciones sobre la evolución del fondo de estabilización en el caso peruano. Finalmente, se presentará una discusión sobre mecanismos de estabilización alternativos.

5.1. Esquemas Financieros para reducir la volatilidad petrolera

Frente a las variaciones de los precios del petróleo y los combustibles líquidos, los consumidores domésticos (sean las familias o las empresas) tienen incentivos para protegerse mediante algún mecanismo de cobertura de riesgos o demandar la participación del Estado para que proteja a los consumidores nacionales si los efectos de la volatilidad son muy dañinos para la economía en su conjunto. En esta sección se describen los mecanismos que pueden servir para la estabilización del consumo en caso ocurran *shocks* negativos transitorios en el precio del petróleo. Estos mecanismos pueden, a priori, ser utilizados por los propios agentes privados o por organismos gubernamentales, por lo que el análisis se realiza de manera general comentándose posteriormente la viabilidad de que sea implementado por cada tipo de agente.

5.1.1. Créditos

Una alternativa para suavizar la senda de consumo es recurrir al mercado de créditos. En el caso de un *shock* negativo grande, el consumidor puede pedir un crédito para compensar el alza en los precios y mantener su consumo estable. El principal problema de esta alternativa son las restricciones de crédito que pueden enfrentar los agentes. En el caso de una economía recesada como consecuencia de un *shock* petrolero adverso, dicha disponibilidad será posiblemente aún menor. En el caso que el Estado asuma la labor de suavizar el consumo de los agentes, también estará sujeto a posibles restricciones de crédito, los cuales son más frecuentes cuando se producen *shocks* adversos.

5.1.2. Auto-aseguramiento

Se puede lograr una senda de consumo estable ahorrando en períodos de precios favorables para asegurarse contra posibles *shocks* negativos futuros. El gran tamaño y la alta persistencia de los efectos de los *shocks* petroleros pueden llevar a sobre-acumular o agotar los recursos ahorrados. Un fondo de estabilización de precios del petróleo manejado por el Estado es una forma de auto-aseguramiento, y está sujeta a los mismos potenciales problemas como se verá más adelante.

5.1.3. Hedging

Los mercados de futuros u opciones pueden asegurar una serie de precios por medio de contratos de entrega a futuro. En el caso de los consumidores pequeños (familias), aquellos no tienen acceso a mercados de instrumentos financieros (*missing markets*) debido a los elevados costos de acceso, por lo que su utilización no se justifican para transacciones menores. Aunque el Estado puede acceder a estos instrumentos con mayor probabilidad, aquellos pueden resultar muy costosos, más aún en países con elevado riesgo soberano y donde los mercados de capitales son poco desarrollados

Debido a las características descritas, es muy difícil que los consumidores individuales pequeños (familias) sean capaces de implementar estos mecanismos. Por lo tanto, de no existir ninguna otra protección contra la volatilidad, los consumidores tendrían que ajustarse completamente ante cada cambio en los precios, con los consecuentes perjuicios de tener un perfil de consumo inestable. Este resultado también afecta a las firmas, las cuales si bien tienen mayor capacidad de financiarse ante *shocks* negativos, difícilmente



puedan cubrirse ante variaciones grandes y duraderas de los precios. En este sentido, dada la incapacidad de los agentes para cubrirse individualmente de la volatilidad de los mercados internacionales, y las consecuencias macroeconómicas de éstas sobre el mercado nacional, la intervención gubernamental puede justificarse para cubrir a la economía de esos riesgos⁴³.

En el caso que sea el Estado el encargado de disminuir el traspaso de la volatilidad a la economía doméstica, la política que ha sido implementada en la práctica por diversos países consiste en regular los precios nacionales de acuerdo con una regla que permite cumplir dicho objetivo. En la siguiente sección se detallan las reglas más usadas para definir la senda de precios a seguir.

5.2. Reglas de precios como mecanismo de reducción de la volatilidad

Siguiendo la clasificación de Federico, Daniel y Bingham (2001), podemos distinguir tres tipos de reglas utilizadas para fijar precios domésticos que sean menos volátiles que los precios internacionales: promedios móviles, reglas tipo gatillo y bandas de precios. Cada regla de fijación de precios implica diferentes características respecto al grado de traspaso de la volatilidad de los precios internacionales, y de requerimiento de recursos para lograrlo. A continuación se describen las características de cada regla en este sentido, y se analizan sus potenciales problemas. En la sección siguiente se realiza el análisis de optimalidad de cada una de ellas para el caso particular de los precios de los productos petroleros.

⁴³. Incluso la intervención gubernamental puede verse superada por la volatilidad, si es que la implementación de la suavización de precios no es la adecuada.

5.2.1. Promedios Móviles

Las principales características de este esquema son las siguientes:

- El cálculo de los precios se basa en un promedio móvil de precios *spot* pasados. Es decir, se interviene ante cualquier tipo de cambio de precios, si es que el valor corriente del precio no coincide con el promedio de los valores pasados.
- Todas las variaciones en precios internacionales, sean grandes o pequeñas, son atenuadas por esta regla. Esto no implica aislar completamente a los consumidores dado que las variaciones se transmiten aunque de manera gradual.
- Requiere una constante intervención estatal.
- Es de ajuste lento, tanto a subidas como a caídas de los precios internacionales. Mientras más largo sea el período utilizado para el cálculo del promedio, el ajuste será más lento, logrando una mayor “suavización” de la serie de precios (los *shocks* se incorporan de manera rezagada al precio, y sólo en parte, debido a que se promedian con valores anteriores a él). En este sentido, durante largos períodos de incrementos de precios se debe financiar un precio doméstico constantemente por debajo del precio internacional (la situación se revierte ante una caída sostenida del precio internacional). Por lo tanto, en períodos de alta volatilidad la intervención estabilizadora se intensifica.

- La discrecionalidad se reduce al escoger el número de períodos que se deben incluir en el cálculo del promedio.

5.2.2. Reglas tipo “gatillo”

En contraste, los sistemas tipo “gatillo” presentan las siguientes peculiaridades:

- Los precios internos se ajustan al precio *spot* sólo cuando se sobrepasa cierta banda fijada previamente. Dentro de la banda, el precio permanece fijo al nivel central de la misma, para lo cual se utilizan recursos para la estabilización.
- Evita fluctuaciones menores en el precio y transmite las variaciones importantes (que salen de la banda) de los precios internacionales. Transmite únicamente *shocks* grandes, mientras que el resto es asumido por el programa de estabilización de precios.
- La intervención estatal se reduce a variaciones pequeñas (no obstante, la suavización de fluctuaciones pequeñas suele ser realizada en forma independiente por los propios agentes).
- Durante períodos de alta volatilidad, el Estado no asume un rol estabilizador si es que los cambios son suficientemente grandes. Dado que no se financian grandes desvíos respecto de los precios internacionales, las intervenciones estatales nunca llegan a ser demasiado grandes.

- La discrecionalidad del gobierno se manifiesta en la elección del tamaño de la banda, y/o en la actualización del valor central de la misma.

5.2.3. Bandas de precios

Los principales rasgos de este esquema son los siguientes:

- Los precios internos sólo pueden variar libremente dentro de una banda de precios fijada previamente. Fuera de ella, se interviene para mantener los precios al nivel del límite (superior o inferior) de la banda. A veces se combina con alguna regla para actualizar el valor del centro de la banda, en caso existan variaciones grandes o prolongadas.
- Evita grandes fluctuaciones en los precios domésticos. Se transmiten íntegramente las variaciones pequeñas de precios internacionales. Si existe un mecanismo de actualización de la banda, los *shocks* persistentes (no necesariamente permanentes) son transmitidos a los precios domésticos. Requiere de la intervención estatal en períodos de alta volatilidad de precios internacionales.
- En este sentido, durante períodos de alta volatilidad de precios es probable que la carga de estabilización de precios sea altamente intensiva en recursos. Dada la naturaleza de las series de precios (alta persistencia de los *shocks* y volatilidad), es probable que un sistema de bandas rígido, que no incluye un mecanismo de actualización del

centro de la banda, tenga que incurrir en fuertes gastos fiscales para financiar largos desvíos de los márgenes de la banda.

- Al igual que en el caso de las reglas tipo gatillo, la discrecionalidad del gobierno se manifiesta en la elección del tamaño de la banda, y/o en la actualización del valor central de la misma.

5.2.4 Características de las Reglas de Transferencia de Volatilidad

Dado que los *shocks* petroleros son grandes y persistentes, sería poco conveniente la aplicación de un esquema de banda con ajuste tipo gatillo debido a que esta suaviza únicamente *shocks* pequeños. Por otra parte, los promedios móviles suavizan todo tipo de *shocks* incluyendo los pequeños, que suelen ser afrontados por las empresas (por ejemplo las refinerías). Cada regla tiene diferentes propiedades para suavizar *shocks* como se muestra en el Cuadro N° 5.1.

Cuadro N° 5.1
Propiedades de las Reglas de Transferencia de Volatilidad

Tipo de Mecanismo	Propiedades de Suavizamiento		Resultados de Simulación	
	<i>Shocks</i> temporales	<i>Shocks</i> persistentes	Reducción de la Desviación del nivel promedio	<i>Shock</i> fiscal promedio (en porcentajes del PIB de 1991)
Promedios Móviles	Suaviza todos los <i>shocks</i>	Traslado pleno con rezago	30% a 70%	0.04 a 0.3%
Gatillo	Suaviza solo los <i>shocks</i> pequeños	Traslado pleno solo con <i>shocks</i> grandes	2 a 8%	0.05 a 0.26%
Bandas de Precios	Suaviza solo los <i>shocks</i> grandes	No traslada hasta que se renueve la regla	27% a 45%	0.08 a 0.17%

Fuente: Federico, Daniel y Bingham (2001).
Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.



De acuerdo al Cuadro N° 5.1, existe una relación directa entre la reducción en la volatilidad de precios nacionales y la necesidad de financiamiento. Mientras más se atenúa la volatilidad, se requieren de más recursos, por lo que se requiere tomar una decisión sobre el nivel de volatilidad a reducir dada la restricción de recursos. En este sentido, la regla con ajuste de tipo gatillo requiere de menos recursos, mientras la de promedio móvil es aquella que demanda más recursos.

Las tres categorías descritas no son enteramente excluyentes, sino que es posible obtener reglas que sean combinaciones de éstas. Por ejemplo, puede obtenerse una regla de bandas de precios que actualice el valor central de la banda cada cierto tiempo hacia un promedio móvil de las semanas anteriores⁴⁴. Naturalmente, hay que considerar que en este caso, las ventajas y desventajas de la nueva regla pueden diferir de las descritas para cada regla particular, por lo que se requiere de una evaluación específica de cada sistema.

5.3. Precios del crudo no estacionarios y el diseño de mecanismos de estabilización

De la discusión realizada en las secciones anteriores, surgen algunas interrogantes: ¿Cómo puede la utilización de series con alta volatilidad, con múltiples quiebres o con comportamientos de reversión lenta a la media afectar el diseño de esquemas de estabilización de precios? Un fenómeno que puede afectar el análisis de las series de precios de combustibles es la presencia de un comportamiento no estacionario⁴⁵ en los datos a lo largo del tiempo. Para este

⁴⁴. Este tipo de esquema ha sido implementado en el Perú como se verá más adelante.

⁴⁵ Se entiende por estacionariedad aquella situación por la cual una serie de datos revierte a su promedio histórico (media invariante en el tiempo) y su variabilidad es constante a lo largo del tiempo. Este tipo de estacionalidad es conocida en la literatura como de tipo débil. La



tipo de series, los *shocks* que afectan su evolución tienen efectos permanentes lo cual impide realizar predicciones sobre el desenvolvimiento de la serie en el corto plazo. Dado que los esquemas de estabilización de precios (a través de bandas fijas, medias móviles, etc.) requieren la utilización de series bien comportadas cuyos valores tiendan a revertir a su promedio histórico, es necesario identificar este comportamiento antes de utilizarlas para el diseño de los mecanismos de estabilización.

Un problema adicional identificado en la literatura sobre series de tiempo es el hecho que pueda existir una situación por la cual una serie estacionaria que ha sufrido un *shock* severo en algún momento del tiempo sea identificada como una de tipo no estacionario por las pruebas estadísticas convencionales⁴⁶. Un ejemplo de este tipo de situación puede ser el caso de la serie de precios del petróleo crudo WTI (véase el Gráfico N° 5.1).

El precio del crudo estuvo sujeto a fuertes regulaciones y bajo a la influencia del cartel de las “siete hermanas”⁴⁷. luego de la segunda guerra mundial manteniendo por ello valores bajos y casi constantes entre 1946 y 1972. Sin embargo, se observa un cambio importante por la crisis petrolera de los años 1973 a 1975 que origina un fuerte quiebre en la evolución de la serie originando un incremento permanente en el precio cercano al 300%.

estacionalidad en el sentido fuerte implica además que el proceso generador de los datos que conforman una serie sea invariante ante *shocks* exógenos.

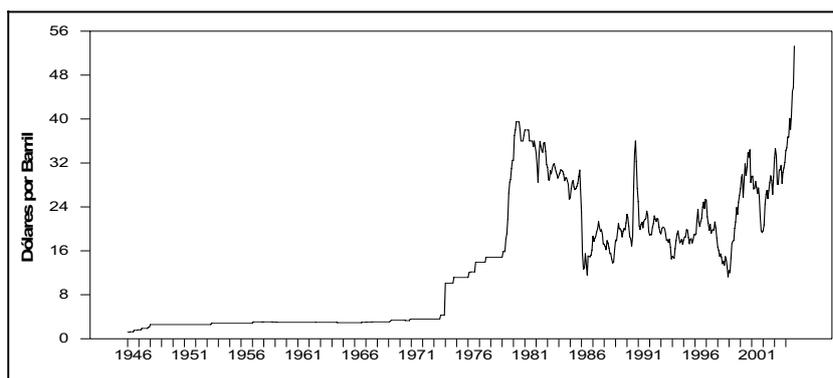
⁴⁶. Deben citarse como ejemplos las pruebas de Dickey – Fuller y Phillips – Perron.

⁴⁷. Este cartel estuvo conformado por las empresas Mobil, Exxon, Chevron, Texaco, Shell, British Petroleum, Gulf y Socal. Para mayores referencias sobre la formación de este cartel y su evaluación durante la primera mitad del siglo XX, consúltese Sampson (1984).



Otro *shock* importante está asociado al conflicto ocurrido entre Irak y Estados Unidos desde año 2003, el cual desató una escalada de precios promovida por el incremento de la demanda mundial especialmente de las zonas de Europa y China, la cual se ha mantenido hasta la fecha. Gráficamente puede ilustrarse entonces que la serie de precios internacionales del petróleo ha sufrido un cambio drástico en su evolución, lo cual requiere analizar si éste ha provocado una variación en su comportamiento (estacionario o no estacionario).

Gráfico N° 5.1
Evolución de los precios mensuales del barril del petróleo WTI
(Dólares Corrientes)



Fuente: Energy Information Agency.
Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Si la serie es no estacionaria, no puede utilizarse para diseñar mecanismos de estabilización. A través de la aplicación de la prueba de Phillips - Perron, se ha determinado que la serie WTI es no estacionaria dentro de todo el período de análisis (1946:01 – 2005:1). Dicha prueba podría estar viciada por la presencia de los quiebres de la década de 1970 y del año 2003.



Para superar este problema, Zivot y Andrews (1992) propusieron una prueba mediante la cual es posible contrastar la hipótesis de la presencia de comportamiento no estacionario en una serie contra la hipótesis nula que sostiene que la serie es estacionaria sujeta a quiebres estructurales⁴⁸. Lo interesante de esta propuesta metodológica es que la prueba determina de manera endógena la localización temporal del quiebre estructural dentro del período de análisis.

Aplicando esta prueba a la serie de precios del petróleo (marcador WTI en logaritmos) se ha podido identificar que la serie es estacionaria pero sujeta a un quiebre estructural en el año 1973⁴⁹. Es por esta razón que las pruebas convencionales señalan la presencia de comportamiento no estacionario cuando lo que sucede es que la existencia de quiebres estructurales en la serie genera distorsiones en el comportamiento de la serie haciéndola parecer como si fuera no estacionaria (véase el Gráfico N° 5.2)⁵⁰.

Frente a esta evidencia, es necesario que los estudios concernientes a mecanismos de estabilización de precios de combustibles, en especial aquellos basados en fondos de estabilización a través bandas de precios, analicen el

⁴⁸. La prueba consiste en realizar regresiones consecutivas para calcular los t-estadísticos de Dickey-Fuller de manera secuencial utilizando variables ficticias de cambio estructural para todos los posibles quiebres en media y tendencia. La verificación de la hipótesis nula de la presencia de raíz unitaria en la serie de interés se lleva a cabo comparando el mínimo t-estadístico contra el valor crítico propuesto por Zivot y Andrews (1992) para cada tipo de quiebre supuesto (sea en tendencia, media o en ambos). La prueba pierde potencia si es que la serie que se analiza esta sujeta a múltiples quiebres estructurales por lo que tenderá a aceptar la hipótesis de no estacionariedad cuando ésta es falsa (error estadístico tipo II).

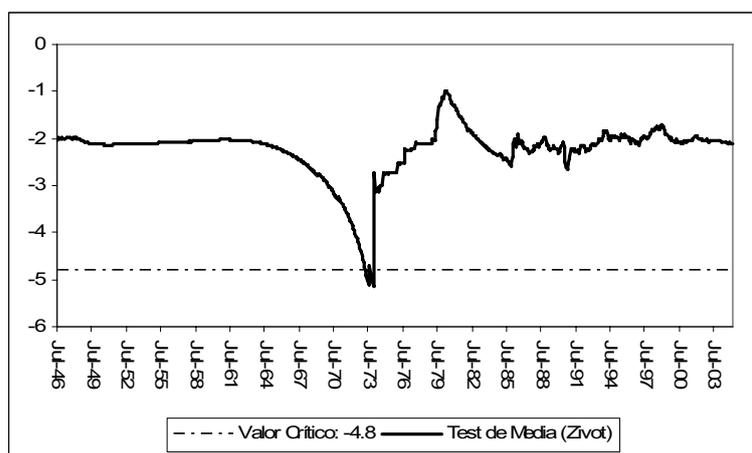
⁴⁹. En este año se produjo el conflicto árabe – israelí de *Yom Kippur* que generó el embargo petrolero a Estados Unidos y Holanda.

⁵⁰. El valor crítico al 95% de confianza de la prueba de quiebre estructural de la media es de -4.80. Dado que el valor que minimiza la serie de los t-estadísticos recursivos para la prueba de quiebre en media es -5.18 en el período 1973:12, se acepta la hipótesis de que la serie WTI es estacionaria con quiebre estructural en la media en el período mencionado.



comportamiento de las series que utilizan puesto que, si se comete el error de construir precios de referencia en base a precios no estacionarios, no habrá garantía que estos precios converjan al valor medio de una franja de precios, lo cual puede provocar problemas de sostenibilidad fiscal y, por lo tanto generar mayor inestabilidad y/o incertidumbre en la economía.

Gráfico N° 5.2
Prueba de Zivot para evaluar la existencia de quiebres en la serie de precios del petróleo



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

La utilización de series de precios con múltiples quiebres puede provocar que los *shocks* exógenos que las afectan sean muy persistentes, lo cual puede retrasar la convergencia de los precios a su media. Con series que no reversion a su media rápidamente los mecanismos de estabilización padecerán de problemas similares a aquellos que surgen cuando se utilizan series no estacionarias. De esta manera, la no estacionariedad de las series y la presencia

de múltiples quiebres constituyen problemas serios para la implementación de esquemas de estabilización de los precios de combustibles.

Por otro lado, la utilización de tamaños de muestra pequeños puede causar similares problemas de identificación a los mencionados anteriormente puesto que la información de muestras reducidas es insuficiente para la identificación de comportamiento no estacionario. Los resultados obtenidos mediante las distintas pruebas ponen en evidencia el problema de utilizar series pequeñas para diseñar esquemas de estabilización o similares dada la dificultad para identificar el comportamiento de las series.

5.4. Elección de Reglas Óptimas para atenuar la Volatilidad de los Precios de los combustibles

La elección de una regla óptima dependerá de las características del mercado a analizar y específicamente, como se ha mencionado en la Sección 5.3, del comportamiento de la serie de precios cuya volatilidad se quiere atenuar. Como se ha reseñado en secciones anteriores, los precios del petróleo presentan una alta volatilidad concentrada en determinados períodos de tiempo coincidentes con la ocurrencia de *shocks* los cuales se producen recurrentemente y son altamente persistentes, hechos que pueden dificultar el diseño de sistemas óptimos de estabilización.

El objetivo de esta sección es analizar la conveniencia de la aplicación de cada regla particular para atenuar la volatilidad de los precios de los combustibles. Esta evaluación cualitativa se complementa posteriormente con una revisión de experiencias internacionales y con simulaciones numéricas de cada regla para el caso peruano que dan estimaciones respecto del grado de atenuación de la volatilidad que cada regla logra y el desfase con respecto a los precios



internacionales (que aumenta el requerimiento de recursos para la estabilización).

5.4.1. Reglas Tipo “Gatillo”

Dado que los *shocks* de precios del petróleo son frecuentes y de gran tamaño, una regla de bandas tipo gatillo, que traspasa al mercado doméstico sólo aquellos *shocks* de magnitud suficientemente grande, da como resultado la transmisión de la mayor parte de la volatilidad de los mercados internacionales. Con esta regla, para evitar un cambio frecuente de bandas, y por ende un traspaso de la volatilidad, se requiere de un ancho de banda relativamente amplio.

No obstante, esto también implica una mayor intervención del Estado para asegurar que el precio no se mueva dentro de la banda, lo que aumenta la necesidad de recursos para la estabilización. Por otro lado, los *shocks* más pequeños que son usualmente suavizados por las mismas empresas productoras (dado que no se pueden cambiar los precios de manera muy frecuente) serían suavizados por el Estado en caso de ser éste el encargado de la estabilización de precios⁵¹.

⁵¹. Existen razones para pensar que los agentes privados pueden enfrentar las variaciones constantes pero menores de los precios internacionales, y que además tienen incentivos para hacerlo. Un primer motivo consiste en la existencia de costos de menú (costos de cambiar precios) que hacen muy difícil que los refinadores sean capaces de fijar precios diferentes por hora, o incluso por día. Otro motivo son los costos de ajuste de la producción y ventas. Constantes cambios de precios pueden inducir a constantes cambios en los patrones de demanda, lo que puede llevar a excesos de demanda, al no poder las refinerías satisfacer inmediatamente el grueso de la demanda durante una caída abrupta pero a corto plazo del precio. Por otro lado, la suavización de las variaciones pequeñas no requiere del uso de una cantidad muy grande de recursos, por lo que puede ser afrontada por las empresas privadas.



5.4.2. Promedios Móviles

Una regla de promedio móvil simple, contrariamente, suaviza todos los *shocks* externos de modo que atenúa todas las variaciones de precios internacionales sean grandes o pequeñas. Como ya se ha mencionado, el grado de suavización depende del número de rezagos que se utilicen para calcular el promedio y, al mismo tiempo, un mayor grado de suavización requiere de un mayor uso de recursos para la estabilización. Esta regla también implica una transmisión de todos los *shocks*, aunque de manera gradual a través del tiempo. Esto es importante pues implica que teóricamente siempre es posible mantener el fondo equilibrado a largo plazo ya que se incorporan tanto los *shocks* negativos como los positivos.

El problema ocurre a corto plazo, debido a que un *shock* transitorio pero de larga duración puede llevar a un importante requerimiento de uso de recursos para la estabilización. Otro inconveniente de esta regla para el caso de productos petroleros es que la suavización de todos los *shocks* implica el uso de recursos para atenuar las variaciones aunque estas sean pequeñas. No es claro si esto implica un beneficio social importante debido a que esos pequeños cambios podrían ser asumidos por los agentes del mercado nacional (p.e. refinadores), tal como se mencionó anteriormente.

5.4.3. Bandas de Precios

Las bandas de precios, por otra parte, suavizan principalmente los *shocks* grandes, que son los más importantes en el caso del petróleo. De manera opuesta al caso de las bandas con mecanismos de gatillo, en este caso un mayor ancho de banda disminuye el grado de suavización y por ende la necesidad de

recursos para la estabilización, dado que no se interviene para suavizar los precios mientras que estos se muevan dentro de la banda. No obstante, si la banda tiene un centro fijo, un *shock* muy grande y duradero puede llevar al uso intensivo de recursos para la estabilización⁵². Este requerimiento será de todas maneras mayor que en el caso de la regla de promedios móviles debido a que una banda con centro fijo no se ajusta hacia arriba ante un *shock* positivo en los precios.

Otra característica potencialmente negativa de los precios es la posibilidad de que existan asimetrías en los *shocks*. Si los *shocks* negativos del precio son de menor magnitud que los positivos, y por tanto caen dentro de la banda, no significarán un aporte de recursos para un posible fondo de estabilización. Contrariamente, un *shock* positivo grande y persistente sí puede agotar rápidamente dichos recursos.

Dada la alta persistencia de los *shocks* de precios petroleros, se hace inviable financieramente un esquema de bandas fijas, por lo que el caso importante a analizar es el de una regla de bandas flexibles, sobre el cual además se tienen referencias de su uso en la práctica (por ejemplo, el caso chileno y peruano). En resumen, estos esquemas consisten en una regla de bandas cuyo centro se actualiza con cierta frecuencia para seguir las fluctuaciones grandes y duraderas de los precios internacionales. La frecuencia y la regla de actualización pueden estar predeterminadas o ser discrecionales. Asimismo, como se discutió en la sección anterior, la actualización puede incorporar elementos de predicción para intentar discernir si el *shock* enfrentado es uno permanente o si tienen más bien efectos puramente transitorios.

⁵². En un caso extremo, un cambio permanente en la tendencia de los precios puede hacer inviable una banda de centro fijo.



Mientras más frecuente sea la actualización del centro de la banda, menor será la suavización de precios y la necesidad de recursos fiscales para la estabilización si es que la actualización sigue la tendencia de los precios. En contraste, tener una banda fija (es decir, que no actualiza el centro de la banda) no es factible si el proceso de la serie de precios implica que los *shocks* tienen efectos permanentes (proceso no estacionario).

En este sentido, dada la alta persistencia de los *shocks* petroleros (que algunos autores interpretan como no estacionariedad), una mejor regla sería una de bandas flexible, cuyo centro se actualice para incorporar cambios permanentes en los precios, que no puedan atribuirse a la volatilidad de corto plazo.

En resumen, todas las reglas poseen ventajas y desventajas. Sin embargo, siempre está presente la disyuntiva entre la necesidad de recursos para la estabilización y la suavización de los precios. Entonces, para poder definir una regla potencialmente óptima de estabilización se debe especificar el tipo de *shocks* que se quieren suavizar, en qué medida se quiere hacerlo y con qué cantidad de recursos se cuenta para financiar la estabilización.

Con relación al primer criterio, la regla de bandas con ajuste de tipo gatillo no parece ser la más adecuada. Una posible intervención debe buscar proteger al mercado doméstico al menos de las fluctuaciones fuertes en los precios internacionales (dado que los propios privados tendrían la capacidad para hacerlo con las fluctuaciones menores). Asimismo, debido a que la frecuencia de *shocks* grandes es alta, una regla de bandas con ajuste de tipo gatillo no cumpliría el objetivo de aislar al mercado nacional de la volatilidad internacional que se requiere atenuar.





En contraste, una regla de promedios móviles suaviza todos los tipos de *shocks* internacionales, sean estos grandes o pequeños. De esta manera, esta regla cumple con el objetivo de aislar al mercado nacional de la volatilidad internacional, aunque la intervención en la eventualidad de *shocks* pequeños puede ser injustificada. De esta manera, una regla de bandas puede ser la más apropiada para el caso de productos petroleros, en la medida que dicta una intervención para atenuar sólo aquellos *shocks* que serían más adecuados suavizar. Asimismo, esta intervención puede verse complementada por la acción misma de las empresas productoras nacionales por los argumentos mencionados anteriormente.

5.5. Experiencia Internacional

En muchos países el traslado de la volatilidad de los precios del petróleo es mediatizado mediante la regulación de precios finales, mecanismos de transmisión y fondos de estabilización. En el Cuadro N° 4.2 se presenta una síntesis de los diferentes mecanismos implementados en diversos países para enfrentar este problema.

Como puede observarse, algunos gobiernos han buscado evitar el traspaso directo de la volatilidad de los precios internacionales del petróleo a su economía doméstica utilizando diferentes mecanismos como los fondos de estabilización de precios que financian desviaciones temporales de los precios internacionales. Asimismo, la regulación directa (o la propiedad estatal en muchos casos) puede también tener su origen, al menos en parte, en el interés de controlar las consecuencias negativas de dicha volatilidad. En Latinoamérica, la experiencia relevante en cuanto al uso de mecanismos de



estabilización ha sido el caso chileno y recientemente el peruano, los cuales se pasan a reseñar a continuación.

Cuadro N° 5.2
Experiencia Internacional respecto al uso de Sistemas de Estabilización

Área	Número países muestra	Número de países importadores	Regulan precios finales	Mecanismo de transmisión automático	Transmisión completa	Fondo de Estabilización
África	11	10	8	3	2	1
Asia – Pacífico	7	5	4	1	1	1
Europa	7	5	3	0	0	2
Medio Oriente	11	6	11	4	3	1
América Latina	9	5	7	3	2	3
Total	45	31	33	11	8	8
% del Total	100	69	73	24	18	18
% c/precios regulados			100	33	24	24

Fuente: Federico, Daniel y Bingham (2001).
Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

5.5.1. El Caso Chileno

En Chile se estableció el Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo (FEPP) para financiar la estabilización de precios de productos derivados del petróleo. El fondo fue creado en Enero de 1991, con un aporte inicial del gobierno de Chile de US\$ 200 millones. El FEPP es un sistema de auto-aseguramiento estatal, que utiliza un mecanismo de bandas para atenuar la transmisión de los precios internacionales a precios domésticos. El centro de la banda es un precio de referencia fijado por la autoridad del sector de energía (Comisión Nacional de Energía, CNE), originalmente de manera discrecional, para reflejar tendencias de mediano y largo plazo del mercado. Sin embargo, éste fue modificado por una ley del año 2000 en la cual se determinó que este

precio de referencia se actualizará semanalmente sobre la base de una fórmula predefinida que incluye datos de precios históricos (promedio ponderado de los últimos dos años), y proyecciones de corto y largo plazo. Alrededor del centro de la banda, los precios pueden variar en un rango de 12.5% del precio de referencia.

Con respecto a la cantidad a subsidiar o a gravar con impuestos, hasta el año 2000 el mecanismo del FEPP consistía en subsidiar a la empresa refinadora estatal (ENAP) si es que el precio de importación superaba el límite superior alrededor del precio de referencia, por un monto igual a la diferencia entre estas magnitudes por cada unidad vendida. En el caso contrario, el FEPP recaudaba un impuesto igual al 60% de la diferencia entre el límite inferior de la banda y el precio de importación. En la nueva ley del año 2000, esta asimetría se anuló de modo que el FEPP recauda el 100% de la diferencia entre el precio de referencia y el precio de importación cuando este se encuentra por debajo.

Hasta 1999, el FEPP acumuló recursos dado que los precios de paridad estuvieron bajo el precio de referencia frecuentemente. Sin embargo, luego de los grandes incrementos de precios entre ese año y el 2000, el FEPP requirió la inyección de un total de US\$ 263 millones, y de un rediseño que se plasmó en la mencionada ley del año 2000.

En conjunto, el fondo perdió poco más de US\$ 250 millones desde 1991 hasta junio del 2000. Aparte de las innovaciones previamente mencionadas, se estableció que los precios podrían salirse de las bandas para evitar que el fondo pierda (o acumule) recursos de manera excesiva. Asimismo, a diferencia del FEPP original, se establecieron diferentes fondos para cuatro categorías de

combustibles: gasolinas, kerosenes domésticos, diesel 2 y combustibles residuales.

En el caso particular de Chile que ha implementado un esquema de bandas flexible, la intervención estabilizadora del gobierno (que ocurre si el precio de paridad sale de los límites de las bandas alrededor del precio de referencia) es complementada con la suavización de precios dentro de las bandas, que es realizada por la empresa estatal de petróleo ENAP.

De esta forma, los precios de referencia, que constituyen los centros de la bandas para cada producto, son también los precios a los cuales se transan los productos a nivel nacional. Estos precios de referencia son calculados como un promedio ponderado de tres componentes⁵³ intentando seguir las tendencias futuras y pasadas de las series de precios, pero evitando las variaciones de corto plazo. Con este mecanismo, los costos de la disminución de la volatilidad son repartidos entre el gobierno central y la empresa estatal de petróleos.

Márquez (2000) utilizó un modelo de equilibrio general computable para intentar hacer un análisis costo – beneficio de la existencia del FEPP para la economía chilena. El autor encuentra un impacto positivo sobre distintas variables. En particular se estima que la volatilidad habría causado una caída de 0.8% del PIB. No obstante, el autor afirma que el FEPP habría cumplido sus objetivos “sólo parcialmente”. Los episodios de alta volatilidad de los años 1999 y 2000 jugaron un papel altamente negativo, generando pérdidas

⁵³. En particular, los precios de referencia se calculan como un promedio ponderado de: (a) un promedio móvil ponderado de los precios de paridad promedio de los últimos cuatro semestres, (b) una proyección estadística de corto plazo para las siguientes doce semanas de los precios de paridad, y (c) una proyección de largo plazo para los siguientes diez años de los precios de paridad.

irrecuperables al fondo, llegando incluso al punto en que ENAP tuvo que asumir pérdidas por sí misma ante la falta de recursos del FEPP.

5.5.2. El Caso Peruano

En el año 2004, el Gobierno del Perú creó mediante el Decreto de Urgencia N° 010 el “Fondo de Estabilización de Precios de los Combustibles Derivados del Petróleo”, el cual otorgó funciones a la Dirección General de Hidrocarburos (DGH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM) para poder estabilizar los precios de los combustibles. El Ministerio es el Administrador del Fondo, y en calidad de fideicomitente ha conedido a un ente fiduciario la co-administración del Fondo con el fin de manejarlo de manera conjunta a favor de los fideicomisarios (los productores o importadores).

La naturaleza del Fondo es intangible, inembargable e intransferible, salvo para los fines regulados en la norma. Este ascendió inicialmente a sesenta millones de soles, los cuales fueron transferidos por el Estado (MEF) hacia el Fondo a fin de hacer operativas sus actividades. La estrategia a utilizar con el Fondo es la de bandas móviles.

La DGH determina un precio máximo y un precio mínimo dentro de los cuales puede flotar libremente los precios de los combustibles. Estos precios están vinculados al precio de referencia PPI (precio de paridad de importación) publicado por el OSINERG. La regla de estabilización implica la intervención en el mercado cuando el PPI sale de dichas bandas.

Cuando el PPI se sitúe debajo de la banda (precio mínimo), la zona se denomina “Franja de Aportación” en la cual el productor, en su primera venta,

cobra una prima que debe ser incluida de manera separada en el respectivo comprobante de pago y la traslada como aporte al Fondo. Es decir, la diferencia entre el precio mínimo de la banda y el precio actual (inferior al mínimo), se cobra a favor del Fondo de tal manera que el precio mínimo es el de la banda. Este mecanismo descrito se llamará “Factor de Aportación”.

En caso inverso, cuando el PPI se sitúe sobre la banda (precio máximo), la zona se llama “Franja de Compensación” en la cual el productor, en su primera venta, incluye un descuento que debe ser consignado en forma separada en el respectivo comprobante de pago y se deduce del Fondo como un subsidio. Es decir, la diferencia entre el precio máximo de la banda y el precio vigente a la fecha (superior al máximo) se descuenta del Fondo de tal manera que el precio máximo es el de la banda. Este mecanismo descrito se llama “Factor de Compensación”.

Los montos señalados son cobrados y transferidos al Fondo por la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT), la cual no cobra por sus servicios más del 0.2% de lo que se recauda. El ajuste de saldos de los factores es semanal, y se realizan en el mismo periodo de cálculo del ISC (Impuesto Selectivo al Consumo). El Administrador del Fondo calcula para cada productor la Posición Neta Positiva (cuando el Factor de Aportación cobrado es superior al Factor de Compensación deducido) o la Posición Neta Negativa (cuando el Factor de Compensación deducido sea superior al Factor de Aportación cobrado). En el caso de las importaciones, la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT) debe hacer los ajustes de acuerdo al saldo neto que éstas tengan y el Administrador efectúa los cobros (o pagos) respectivos.

Cuando el saldo neto es negativo, los importadores y los productores tienen derecho a cobrar del Fondo dicho saldo salvo que el Fondo no cuente con recursos en cuyo caso la deuda será cobrada ni bien exista la primera oportunidad de pago. El plazo inicial de la vigencia del Fondo fue de 180 días calendario después de los cuales se decidió la extensión del mismo por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y el Ministerio de Energía y Minas (MEM) por un plazo de 180 días adicionales desde Febrero del 2005.

5.5.3. Simulaciones del Fondo de Estabilización de Precios en el Perú

Con el propósito de evaluar las distintas ventajas y desventajas de los mecanismos de estabilización basados en fondos fiduciarios, conviene realizar un ejercicio de simulación de los esquemas existentes, específicamente los mecanismos de bandas fijas, medias móviles de cuatro meses y el mecanismo propuesto por el Ministerio de Energía y Minas del Perú. Para ello, se utilizará la información de precios y ventas de combustibles líquidos para el período comprendido entre Enero de 1995 a Enero del 2005.

Para el caso del esquema de bandas fijas, se asume que el precio promedio de todo el período es el que servirá para implementar el esquema. Alrededor de este precio, se fijan bandas superiores e inferiores del 2.5%. Los precios que se encuentren fuera del intervalo se mantendrán en los límites superior e inferior de la banda, según sea el caso, mientras que los precios que se encuentren dentro de la banda serán transferidos al consumidor en su totalidad.

De otro lado, el esquema de medias móviles empleará el promedio de las cuatro últimas cotizaciones mensuales. Finalmente, el mecanismo de estabilización del Ministerio asume la existencia de una fijada en 5% alrededor del promedio de

las cotizaciones de los últimos tres meses. Si el precio excede esa banda, se situará en el límite superior de la misma, mientras que si el precio se encuentra por debajo de la banda, el mismo será igual al límite inferior. En el caso en el que el precio se encuentre dentro de las bandas, la volatilidad del mismo se transferirá completamente a los consumidores. Este mecanismo puede verse como un intermedio entre los mecanismos de bandas fijas y medias móviles, donde la banda se fija en base a una media móvil.

Las simulaciones para todos los mecanismos de estabilización se hicieron para tres subperíodos. El primero asume que el fondo se inició en Enero de 1995 hasta el final de la muestra. Los otros dos escenarios comprenden los períodos de Enero del 2004 a Enero del 2005 y Julio del 2004 a Enero del 2005.

Los resultados mostrados a continuación se basan en el supuesto de la existencia de un fondo de estabilización para los siguientes combustibles: GLP, gasolinas de 97, 95, 90 y 84 octanos, kerosene y diesel 2. Para construir los indicadores de reducción de volatilidad mostrados en los gráficos, se tomó un promedio simple de las mismas. El Cuadro N° 5.3 muestra un resumen de los resultados obtenidos.

Cuadro N° 5.3
Comparación de los Mecanismos de Estabilización

		Ene 1994 - Ene 2005	Ene 2004 - Ene 2005	Jul 2004 - Ene 2005
MEM	Costo	225,461,091	8,424,481	1,131,241
	Reducción en Volatilidad	-0.33%	-0.27%	-0.49%
Media Móvil (4 Meses)	Costo	1,986,756,674	575,209,758	265,593,964
	Reducción en Volatilidad	-3.7%	-3.0%	-8.9%
Bandas Fijas	Costo	(345,582,903)	4,938,119,689	2,615,795,976
	Reducción en Volatilidad	-91.0%	-100.0%	-100.0%

Fuente: Estimaciones propias.

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

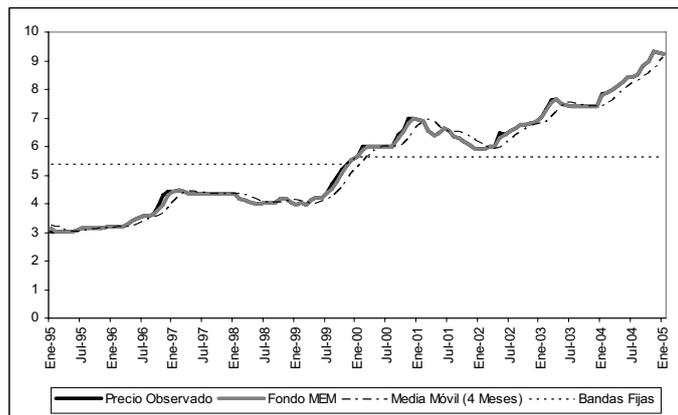
Período Enero 1995 – Enero 2005

Las simulaciones para el total de la muestra evidencian la prevalencia del método de bandas fijas tanto en lo relacionado con el costo del fondo como con la reducción en volatilidad. Esto se debería al precio fijado como centro de la banda, el que era sustancialmente más alto en comparación con el vigente al inicio de la simulación.

Efectuando un análisis más detallado, puede comprobarse que el costo de un mecanismo de estabilización basado en bandas fijas hubiera llevado a un nivel de ingresos para el fondo de 345 millones de soles, mientras que un mecanismo basado en medias móviles generaría un costo de 1,986 millones de soles. Sin embargo, se observan resultados opuestos en lo concerniente a la reducción en la volatilidad de los precios. Para el caso del mecanismo de medias móviles, la reducción en volatilidad es de 3.7%. Por otro lado, el mecanismo de bandas fijas reduce la volatilidad casi en su totalidad, observándose una reducción en volatilidad igual al 91%.

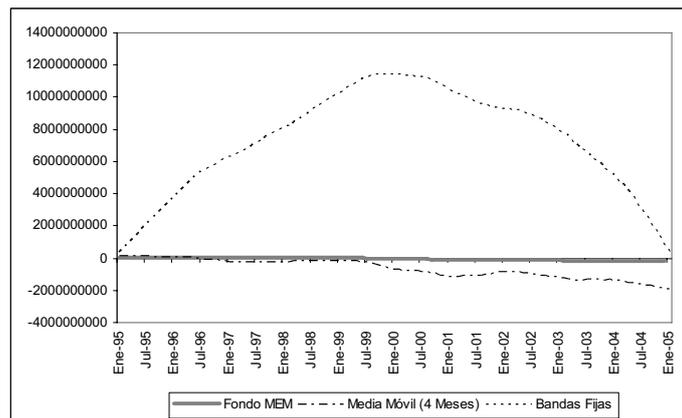
Observando los Gráficos N° 5.3 y 5.4, puede verse que el precio promedio observado tiene una tendencia creciente, lo cual implica que el precio tendrá que mantenerse en la banda superior por un período bastante prolongado de tiempo, al menos hasta que el precio llegue a revertir a su promedio de largo plazo. En nuestro caso particular, esto no ocurre para todo el período de estudio, traduciéndose en un costo fiscal que es bastante reducido al inicio de la vigencia del fondo, apreciándose una ganancia en el mismo (llegando a un tope de 11,272 millones de soles) para luego disminuir hasta llegar a 405 millones de soles.

Gráfico N° 5.3
Comparación de Precios de los distintos mecanismos
(Combustible: Diesel 2)
Enero 1995 – Enero 2005



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos - OSINERG.

Gráfico N° 5.4
Evolución del Fondo de Estabilización
Enero 1995 – Enero 2005



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos - OSINERG.

En contraste, los mecanismos de medias móviles y el del Ministerio de Energía y Minas comienzan a incurrir en pérdidas a partir del mes de Junio de 1996 y Agosto de 1999, respectivamente, incluso a costa de una reducción mucho menor en volatilidad: 3.7% en el caso del método de medias móviles y 0.33% en el mecanismo del Ministerio.

Los resultados obtenidos llaman la atención, por cuanto son inconsistentes con lo mencionado en la literatura. Sin embargo, el mejor desempeño del fondo de bandas fijas se debe al elevado precio de referencia con el que se inició el fondo. Específicamente, el precio estabilizado resulta ser mayor al precio real por casi cuatro años.

Sin embargo, de haber puesto como precio inicial los vigentes en Enero de 1995, el costo del fondo sería mucho mayor. Este resultado extremo lleva a resultados que, si bien reducen la volatilidad a casi cero, lo vuelven políticamente inestable, dado que los consumidores no se encontrarían dispuestos a pagar un precio mayor durante períodos prolongados.

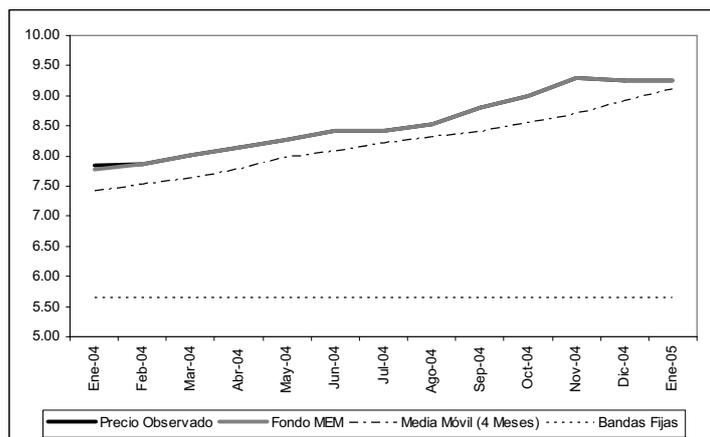
En este contexto, quedarían únicamente las opciones de un mecanismo de medias móviles o el propuesto por el Ministerio. En términos de costos y reducción de volatilidad, el mecanismo del Ministerio resulta en una modesta reducción en la volatilidad promedio de los precios, resultando en un costo fiscal moderado. En cambio, el mecanismo de medias móviles implica un costo mucho mayor al Estado (700% mayor) a costa de una reducción en volatilidad solamente mayor en tres puntos porcentuales.

Período Enero 2004 – Enero 2005

Con el propósito de comprobar si los fondos basados en bandas fijas presentan una ventaja respecto del fondo basado en medias móviles para períodos cortos, se realizó una simulación para ver cuál sería el efecto sobre las cuentas fiscales y reducción en volatilidad. Al respecto, el Cuadro N° 5.3 indicaba que un fondo de bandas fijas tendría un costo bastante elevado (4,900 millones de soles), aunque generando una reducción de volatilidad total. De otro lado, el mecanismo de medias móviles contribuye a una mayor reducción en la volatilidad de los precios, llevando a un 3% de reducción en volatilidad, pero a un costo todavía elevado (575 millones de soles). Por último, el mecanismo del Ministerio lleva a una reducción de volatilidad de 0.27% y un costo de 8 millones de soles.

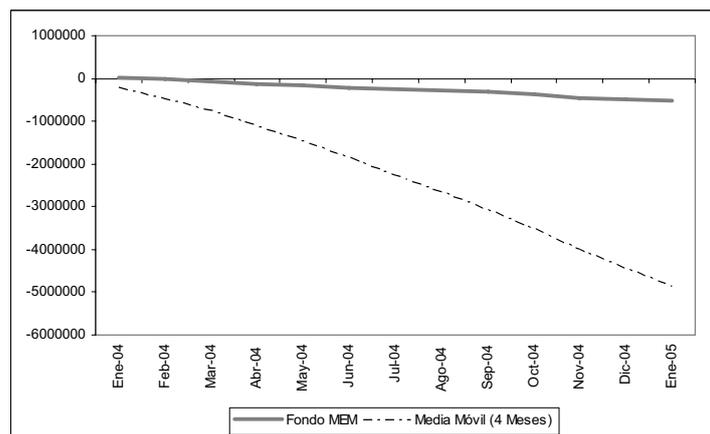
Por consiguiente, la existencia de un mecanismo de estabilización de corta duración (12 meses) haría que el método de bandas fijas tuviera mejores resultados en cuanto a estabilización de precios en comparación con los demás métodos. Nuevamente, esto depende del nivel de precios alrededor del cual se situarán las bandas. Más específicamente, si el precio se encuentra por encima de un nivel “promedio” para determinado subperíodo, el mecanismo de estabilización no cumplirá con su propósito en cuanto a reducción de volatilidad. Adicionalmente, puede darse el caso de que el precio disminuya luego del establecimiento de las bandas y los consumidores tengan que pagar un precio más elevado del que realmente deberían pagar. Por consiguiente, el diseño de mecanismos de estabilización para períodos de corta duración deberían tomar en cuenta estas características, de tal modo que logren una mayor efectividad (véase Gráfico N° 5.5 y el Gráfico N° 5.6).

Gráfico N° 5.5
Comparación de Precios de los distintos mecanismos
(Combustible: Diesel 2)
Enero 2004 – Enero 2005



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Gráfico N° 5.6
Evolución del Fondo de Estabilización
Enero 2004 – Enero 2005



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

6. Otros mecanismos de estabilización

Diversos autores en la literatura especializada han señalado que es posible implementar otras alternativas para estabilizar los precios de los combustibles, entre las cuales destacan la regulación administrativa de los precios, la aplicación de la política *antitrust*, la nacionalización de la industria, la intervención de una empresa pública en el segmento de refinación, y el anuncio de predicciones de precios por parte del organismo sectorial. La nacionalización completa de la industria de hidrocarburos es excluida a priori del análisis debido a que no es factible política ni económicamente su aplicación en un contexto de libre mercado por los problemas de credibilidad y riesgo político que pueden desincentivar las inversiones en las economías domésticas, generar caos económico y reducir el bienestar general⁵⁴. En esta sección se hará una breve revisión de estas alternativas.

6.1. Regulación administrativa de precios y política *antitrust*

La refinación de combustibles constituye una fase de la industria de hidrocarburos que usualmente presenta condiciones de subaditividad de costos (debido a las economías de diversificación y escala que presenta el proceso de producción conjunta de diversos derivados a partir de una sola materia prima como el petróleo) y elevados costos hundidos asociados a las inversiones altamente específicas en las facilidades de producción, lo cual determina que en esta fase exista una alta concentración industrial y la presencia de condiciones de oligopolio que determinan que los operadores tengan poder de mercado para

⁵⁴. Consúltese Cremer, Marchand y Thisse (1989) para revisar un análisis costo – beneficio de las políticas de nacionalización industrial o de estatización de algunas empresas dentro de una industria oligopólica.

fijar los precios en relación a la demanda tanto interna como externa. Ello determina, por ejemplo, que las empresas refinadoras sigan un comportamiento discriminador de precios vendiendo los combustibles más barato en el mercado internacional (a paridad de exportación) y más caro en el doméstico (a paridad de importación) o que aquellas adopten prácticas anticompetitivas a nivel doméstico como la negativa a contratar, el empaquetamiento de productos, etc⁵⁵.

En un contexto de alta volatilidad de los precios del petróleo y de poder de mercado en la producción de combustibles, las empresas pueden variar los precios con el objeto de maximizar las ganancias en el corto plazo aprovechando la situación de alta variabilidad de los precios, la cual genera mayor incertidumbre por el lado de la demanda. De esta manera, las empresas pueden obtener un mayor *mark – up* que en una situación de estabilidad de precios, provocando mayores distorsiones en el sistema de precios al permitir el traspaso completo de la volatilidad petrolera hacia los consumidores domésticos.

La ejecución de la legislación *antitrust* puede ser inefectiva en buscar la estabilización de precios en un contexto como éste puesto que no es posible legalmente intervenir contra un comportamiento estratégico de naturaleza no colusiva. Esto se debe a que las políticas de competencia están bien diseñadas para hacer frente a prácticas colusivas y no cooperativas dentro de la industria. Otro inconveniente de esta medida para la estabilización de precios es que el proceso administrativo para la ejecución de las normas de competencia puede tener una extensa duración, lo cual impide que pueda utilizarse en el momento

⁵⁵. Existe una extensa literatura que ha tratado la problemática. Por ejemplo, pueden revisarse los trabajos de Auquier y Caves (1979) y Helpman y Krugman (1986).

preciso donde se presenta altas fluctuaciones en las cotizaciones internacionales del petróleo.

Por otro lado, la regulación de los precios de los combustibles constituye una práctica utilizada por algunos países latinoamericanos (véase el Cuadro N° 6.1). Esta política usualmente se aplica en países que poseen empresas públicas que operan en la industria petrolera y es puesta en efecto por el organismo sectorial especializado (léase ministerio o intendencia de servicios públicos). Esta política pública viene acompañada por la concesión de subsidios a algunos combustibles que tienen mayor incidencia en la canasta de consumo familiar (como el GLP o el kerosene).

Cuadro N° 6.1
Regulación de precios de los combustibles en Latinoamérica

Países	Regulado/No Regulado	Combustibles	Subsidios
Argentina	No Regulado		
Brasil	No Regulado		
Bolivia	Regulado	Combustibles Líquidos	GLP
Chile	No Regulado		
Colombia	Regulado	Combustibles Líquidos	gasolinas, diesel 2
Costa Rica	Regulado	Combustibles Líquidos, GLP	
Ecuador	Regulado	Combustibles Líquidos	GLP, gasolinas, diesel
El Salvador	No Regulado		GLP
Guatemala	Regulado	GLP	
Honduras	Regulado	Combustibles Líquidos, GLP	
México	Regulado	Combustibles Líquidos	
Nicaragua	No Regulado		
Panamá	No Regulado		GLP
Paraguay	Regulado	Combustibles Líquidos	
Perú	No Regulado		
República Dominicana	Regulado	Combustibles Líquidos	
Uruguay	Regulado	Combustibles Líquidos	
Venezuela	Regulado	Combustibles Líquidos	GLP

Fuente: Altomonte y Rogat (2002), Cuevas (2002), Mora (2002).

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Si bien es cierto que la regulación responde a otros fines (como por ejemplo, el control de los precios en un contexto donde existe alta concentración industrial

y condiciones monopólicas en la refinación de combustibles y la atenuación de las ineficiencias asignativas derivadas de la interacción estratégica de los operadores privados), ésta tiene el efecto de estabilizar los precios debido al rezago asociado al proceso de regulación de tarifas (el cual involucra cronogramas de fijación pre-establecidos) o debido a los subsidios implícitos al consumo de los combustibles que las empresas estatales financian en un contexto donde los precios internacionales se incrementan.

No obstante, la regulación enfrenta una serie de dificultades como el problema de información asimétrica entre la agencia reguladora y las empresas reguladas (que genera un problema de agencia entre ambas entidades) o el rezago regulatorio en la administración de los precios, los cuales impiden que los precios puedan ajustar ante variaciones abruptas en los precios internacionales de referencia. Por ello, la regulación de precios de los combustibles debe complementarse con mecanismos de racionamiento para la demanda, políticas de promoción del uso de combustibles alternos, o la implementación de un fondo de reservas físicas que permita mantener inventarios para suavizar los *shocks* de precios internacionales (Harris y Wiens; 1980).

6.2. Empresas Públicas como estabilizadores de precios

Otro mecanismo para alcanzar la estabilización de precios es que el Estado coparticipe con el sector privado en la industria de hidrocarburos a través de la figura de una empresa pública (industria de propiedad mixta). En este contexto, la empresa pública compite con los operadores privados en un entorno de competencia oligopolística. La interdependencia estratégica derivada de la competencia provoca que las acciones de la empresa estatal afecten negativamente los beneficios extraordinarios que obtienen los refinadores



privados, por lo que es esperable que la participación estatal en este sentido tenga efectos sobre el desempeño de la industria controlando los precios.

Harris y Wiens (1980) modelan la relación de competencia entre una empresa pública y un conjunto de empresas privadas en un entorno oligopólico, pero asumiendo que la empresa pública es dominante en el sentido que ella puede anunciar las cantidades que va a producir a las empresas privadas (siguiendo las conjeturas de Stackelberg), las cuales a su turno reaccionan a la política estatal de cantidades. En un entorno como el mencionado, la empresa pública puede ser utilizada por el Estado como un instrumento para la regulación interna de la industria.

Por ejemplo, dado que la empresa pública puede observar las condiciones de costos y de demanda directamente, aquella podría calcular el nivel de producción industrial en el cual el precio se iguala al costo marginal⁵⁶. La empresa pública puede anunciar que ella abastecerá cualquier diferencia entre el valor óptimo de producción y la producción de las empresas privadas. Esta “función de reacción” asegura que todas las empresas enfrenten un precio de producción fijo debido a que la cantidad de producción es establecida por la empresa pública, lo cual determina que el costo de oportunidad de la producción sea el costo marginal. Ello induce a que las decisiones de maximización de beneficios de las empresas privadas converjan a la solución competitiva donde el precio se iguala al costo marginal.

De esta manera, mientras la empresa pública determina el nivel óptimo de producción para la industria, la maximización de beneficios por parte de las

⁵⁶. En este esquema se asume que el objetivo de la empresa pública es maximizar el bienestar social mientras que el de las empresas privadas es maximizar las ganancias privadas.



empresas privadas determina la distribución óptima de la producción entre los operadores. De esta manera, la participación de la empresa pública⁵⁷ como líder en un mercado oligopólico puede generar ganancias de bienestar en el ámbito doméstico al reducir los precios y aumentar la oferta del producto (Merril y Schneider; 1966).

Otra ventaja de la estabilización de precios con una empresa pública en un contexto donde no se tiene información perfecta es que aquella conoce su propia tecnología de refinación y, por ende, sus costos. De esta forma, le es factible conocer de alguna manera los costos de las otras empresa competidoras⁵⁸ por lo cual es posible que aquella puede fijar precios de mejor manera que una agencia reguladora que enfrenta problemas de asimetría informativa sobre los costos de producción de la industria.

Sin embargo, la empresa pública indirectamente financiaría el consumo a precios competitivos de los usuarios domésticos cuando no se cubran los costos medios de producción. Ello demandaría que el Estado otorgue subsidios incrementando su déficit fiscal para controlar y estabilizar los precios.

Por otro lado, la empresa estatal no necesariamente tiene el incentivo a maximizar el bienestar general, sino que sus decisiones pueden verse afectadas por el ánimo de maximización de ganancias para financiar el déficit fiscal o la agenda política particular de cada gobierno. Ello puede traer como consecuencia la politización de la empresa pública, lo cual puede conducir a

⁵⁷. De acuerdo a Merrill y Schneider (1966), la empresa pública puede disponer de hasta tres instrumentos para intervenir en el mercado: política de cantidades, política de precios o la elección del tamaño de la empresa en el sector.

⁵⁸. En este sentido, se puede decir que la empresa pública puede conocer imperfectamente el tipo de “reacción” que las empresas privadas tendrán frente a su política de precios o cantidades.

que aquella se aleje del objetivo de estabilizar precios y procurar el bienestar de los consumidores.

6.3. Anuncio de Precios Referenciales

Un mecanismo alternativo para estabilizar los precios de los combustibles, aunque menos intervencionista que los mencionados anteriormente, es aquel donde la autoridad pública busca influir en el comportamiento de mercado a través del anuncio o publicación de predicciones de precios referenciales, los cuales influyen en el comportamiento de las empresas privadas.

Turnovsky (1977) presenta un modelo formal donde se da cuenta del efecto que tiene la publicación de precios referenciales sobre la estabilización de los precios, asumiendo que la predicción de precios de la autoridad estatal es en efecto racional pero que sólo una fracción de los productores basa sus decisiones en ellos. Los resultados teóricos que el autor encuentra son que esta política provoca en promedio la estabilización de los precios al reducir la volatilidad (varianza) de los precios y que las ganancias en el bienestar son mayores con una política de esta tipo que con una situación donde se permite la transmisión directa de la variabilidad de los precios internacionales en el mercado doméstico.

El anuncio de los precios referenciales es un mecanismo de transparencia informativa que de alguna manera disciplina el comportamiento de las empresas en un entorno oligopólico, dado que brinda a los usuarios un referente para evaluar si es que las empresas están cobrando por encima o por debajo de sus costos de oportunidad. En el caso de que los precios se encuentren por encima de los referentes, es posible que a través de la participación de la sociedad civil, la prensa, la Defensoría del Pueblo, el Parlamento, entre otras



instituciones, los usuarios y consumidores puedan ejercer presión en la industria para forzar la baja de los precios que pueden mantenerse altos por períodos prolongados de tiempo, incluso luego de los períodos de volatilidad donde los precios internacionales se reducen.

En términos distributivos, los productores que deciden sus estrategias de producción en base a los precios de referencia obtienen mayor excedente que aquellos que no los utilizan. Por el lado de la demanda, el autor demuestra que los consumidores pierden menos en términos de bienestar con la publicación de los precios referenciales que en una situación donde no se efectúa esta política. Sin embargo, en el agregado, el bienestar se incrementa con el anuncio de los precios de referencia⁵⁹.

7. Conclusiones

La volatilidad de los precios de los combustibles y las condiciones de competencia oligopólicas en las industrias petroleras domésticas representan problemas de particular relevancia en países importadores netos de petróleo. Los hechos estilizados muestran que las series de precios del crudo presentan una elevada variabilidad tanto en el corto como en el largo plazo que puede transmitirse directamente hacia las economías domésticas a través del canal de las importaciones de combustibles. Otro hecho de importancia es que la serie de

⁵⁹. Debe destacarse que esta práctica se ha adoptado en el caso peruano. El 14 de marzo del 2003 se aprobó mediante D.S. N° 007-2003-EM, la norma que encarga al OSINERG la publicación semanal de los precios referenciales de los combustibles derivados del petróleo, los cuales se calculan en base a un promedio móvil de diez de las últimas cotizaciones de los precios de paridad de exportación e importación de los principales combustibles líquidos. Por último, la norma, si bien respondió al problema de la coyuntura experimentada, no plantea un mecanismo integral para el problema de la volatilidad, lo cual debió implicar un análisis costo – beneficio, evaluación de los diferentes mecanismos y planteamiento de un mecanismo de financiamiento del fondo de estabilización.

precios del crudo, al parecer, presenta un proceso de reversión lenta a su valor promedio de largo plazo (que representa el costo marginal de producción), así como un quiebre estructural en el año 1973, fecha en la que se produjo la primera crisis del petróleo.

Por otra parte, la volatilidad de los precios del crudo tiende a concentrarse en períodos de ocurrencia de *shocks* (*volatility clustering*), los cuales tienen efectos persistentes y asimétricos (*leverage effect*). Según la discusión teórica presentada en este documento, el origen de la volatilidad tendría fundamentos de carácter real asociado al comportamiento del mercado donde se realizan transacciones inmediatas de crudo (*cash market*) y el mercado de almacenamiento (*storage market*).

En este contexto, los *shocks* sobre las variables reales tienen influencia sobre la rentabilidad esperada de mantener inventarios (*convenience yield*). Además, se muestra que el equilibrio del mercado *spot* es afectado a corto plazo de manera directa por las decisiones de mantenimiento de inventarios, por lo que la volatilidad de corto plazo de los precios petroleros puede ser explicada al menos en parte por *shocks* en variables reales.

La idea fundamental del enfoque teórico es que el precio de equilibrio del precio del petróleo en el mercado internacional se alcanza por medio del equilibrio en ambos mercados. De esta forma, los *shocks* que ocurren en un mercado pueden afectar el equilibrio en el otro transmitiendo la volatilidad a todo el sistema. La base de esta interrelación radica en que en la decisión de oferta del petróleo no sólo se debe tomar en cuenta el precio *spot* del bien sino que se deben considerar también los beneficios potenciales de mantener inventarios



La volatilidad puede generar efectos adversos a nivel macroeconómico y microeconómico (que han sido bastante tratados en la literatura), los cuales pueden afectar el crecimiento sostenido y la estabilidad de precios, así como el bienestar de los consumidores. La atenuación de estos efectos perniciosos requiere la implementación de mecanismos de estabilización de precios de diversa índole, entre los cuales destacan los mecanismos financieros de cobertura, las reglas de precios, y otros esquemas como la regulación administrativa de precios, la intervención de una empresa pública en la refinación de combustibles en un país, y la publicación de precios referenciales.

Respecto a los esquemas financieros, puede decirse que aquellos son de difícil aplicación en las economías en desarrollo debido a que no existen mercados de capitales desarrollados y un acceso al crédito suficiente para los consumidores domésticos (salvo los grandes consumidores empresariales que pueden acceder a estos instrumentos debido a su tamaño).

En cuanto a las reglas de precios, aquellas permiten atenuar el impacto de la volatilidad petrolera mediante el establecimiento de parámetros que restringen la variabilidad en los precios de los diversos combustibles derivados del petróleo. Usualmente estos parámetros se definen como bandas de precios las cuales pueden ser fijas o móviles dependiendo de la estrategia de estabilización, o pueden definirse mediante los promedios móviles de las cotizaciones de un precio de referencia (usualmente la paridad de importación). Además, estos esquemas establecen mecanismos de compensación a los productores de combustibles si es que los precios reales sobrepasan los parámetros de referencia. Estos mecanismos implican la creación de fondos que permiten subsidiar la estabilización de los precios en períodos de alta volatilidad.





Aquellos han sido implementados en diversos países de la región destacando el caso chileno y el peruano.

Las simulaciones realizadas en este documento para las reglas de estabilización basadas en promedios móviles y bandas flexibles nos plantean algunas conclusiones, dependiendo del método empleado y el período de duración. En general, podemos resaltar los siguientes resultados:

- Si se desea implementar un mecanismo de estabilización de largo plazo, es mejor implementar un mecanismo híbrido, que combine métodos de bandas con promedios móviles. Este mecanismo, si bien no reduce sustancialmente la volatilidad, implica un menor costo desde el punto de vista fiscal.
- La implementación de mecanismos de bandas fijas reduce de manera importante la volatilidad en los precios, a expensas de un costo importante para los ingresos fiscales. En algunos casos, dependiendo de la localización de las bandas, este esquema puede hacer que los consumidores paguen precios elevados por largos períodos. Dada la naturaleza de los precios de *commodities* y, en particular, del crudo, no es recomendable la implementación de este tipo de esquemas a menos que se cuente con una fuente importante de recursos para solventar la diferencia entre los precios observados y los precios derivados del mecanismo.

Existen otros mecanismos como la regulación administrativa de precios, la intervención pública con una empresa estatal en la industria petrolera y la publicación de precios referenciales que permiten de alguna manera atenuar el impacto adverso de la volatilidad. La regulación de precios, si bien responde a





otros fines, puede permitir suavizar las fluctuaciones de los precios debido al rezago que se presenta en el proceso de regulación de tarifas en comparación con la rápida evolución de los precios en el mercado.

Por otro lado, la intervención del Estado en la industria petrolera mediante una empresa pública en un contexto de competencia oligopólica puede disciplinar a las empresas privadas para que mantengan una política de precios conservadora. La empresa pública actuando como una líder fijando cantidades de producción puede inducir a las empresas privadas para que mantengan precios menores en comparación con los del mercado internacional. No obstante, este sistema puede generar que la empresa pública subsidie de manera indirecta el consumo nacional, lo cual trae a colación el problema del incremento del déficit fiscal. Finalmente, los precios de referencia pueden constituir un mecanismo de transparencia informativa en el mercado, el cual puede permitir a los consumidores domésticos tener una guía de la evolución de los precios en el tiempo para ejercer un control, a través de las instituciones de la sociedad civil, del comportamiento de las empresas petroleras en su proceso de fijación de precios.

Para finalizar, debe destacarse que el documento ha puesto énfasis en el problema en el problema de la volatilidad petrolera y los diversos mecanismos de estabilización para poder atenuarla. No se ha discutido el problema asociado al poder de mercado de las empresas petroleras que compiten en contexto oligopólico, el cual produce mayores distorsiones en el sistema de precios debido a la presencia de *mark - ups* y barreras a la entrada. Ello tiene como consecuencia que los precios respondan de manera asimétrica dentro del mercado doméstico, es decir que responden más rápidamente a las alzas que a las reducciones en los precios internacionales. Asimismo, el papel que tiene una





empresa pública en la regulación de los precios es un tema que debería ser analizado en mayor detalle para una comprensión integral de esta problemática. Estos aspectos quedan pendientes en la agenda de investigación y serán tratados en otro documento.

8. Referencias

Altomonte, H. y J. Rogat (2004). *Políticas de precios de combustibles en América del Sur y México: Implicancias políticas y ambientales*. Serie Manuales N° 35. División de Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL.

Auquier, A. y R. Caves (1979). “Monopolistic Export Industries, Trade Taxes and Optimal Competition Policy”, *Economic Journal*, 89: 559-581.

Backus, D. y M. Cruccini (2000). “Oil Prices and the Terms of Trade”. *Journal of International Economics*. 50(1): 185-213.

Bernanke B., M. Gertler, y M. Watson (1997). “Systematic Monetary Policy Effects of Oil Price Shocks”. *Brookings Papers on Economics Activits*. 1: 91-142.

Borenstein, S., Cameron, A. y R. Gilbert (1997). “Do Gasoline Prices Respond Asymmetrically to Crude Oil Price Changes”, *The Quarterly Journal of Economics*, 112(1): 305-39.

Cashin, P., Liang, H. y J. McDermott (1999). “Do Commodity Prices Shocks Last Too Long for Stabilization Schemes to Work”, *Finance and Development*, 36(3): 40-43.

Cremer, H., Marchand, M. y J. Thiesse (1989). “The Public Firm as an Instrument for Regulating an Oligopolistic Market” *Oxford Economic Papers*, 41(2): 283-301.

Cuevas, F. (2002). “Precios de Combustibles en América Central”. Presentación preparada para el Seminario Internacional de Políticas de Precios de Combustibles en América Latina, CEPAL/UCCEE. Santiago de Chile.

Deaton, A. (1999). “Commodity Prices and Growth in Africa”, *Journal of Economic Perspectives*, 13(3): 23-40.



Deaton, A. y G. Laroque (1992). "On the Behaviour of Commodity Prices", *Review of Economic Studies*, 59(1): 1-23.

Dixit, A. y R. Pindyck (1994). *Investment under Uncertainty*. Princeton: Princeton University Press.

Enders, W. (2004). *Applied Econometrics Time Series*. New York: Wiley.

Engel, E. y R. Valdés (2000). "Optimal Fiscal Strategy for Oil Exporting Countries" IMF Working Paper 00/118.

Engle, R. (1982). "Autoregressive Conditional Heterocedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation". *Econometrica* 50: 987-1007.

Escribano, A., Peña, J. y P. Villaplana (2001). "Modeling Electricity Prices: International Evidence" Documento de Trabajo. Universidad Carlos III de Madrid.

Federico, G., Daniel J. y B. Bingham (2001). "Domestic Petroleum Price Smoothing in Developing and Transition Countries". IMF Working Paper 01/75.

Fong, G. y O. Vasicek (1991). "Fixed-Income Volatility Management". *Journal of Portfolio Management*. 17: 41.

Goodfriend, M. y King (1997). "The New Neoclassical Synthesis and the Role of Monetary Policy". *NBER Macroeconomics Annual 1997*: 231-95.

Gourieroux, C. y V. Jasiak (2001). *Financial Econometrics*. Princeton: Princeton University Press.

Hamilton, J. (2000). "What is an Oil Shock". NBER Working Paper 7755.

Hamilton, J. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton: Princeton University Press.

Hamilton, J. (1983) "Oil and the Macroeconomy since World War II. *Journal of Political Economy*. 91: 228-248.

Hannesson, R. (1998). *Petroleum Economics: Issues and strategies of Oil and Natural Gas production*. London: Quorum Books.

Harris, R. y E. Wiens (1980). "Government Enterprise: An Instrument for the Internal Regulation of Industry", *The Canadian Journal of Economics*, 13(1): 125-132.

Helpman, E. y P. Krugman (1986). *Market Structure and Foreign Trade*. Boston: The MIT Press.

Hooker, M. (1999). *Are Oil Shocks Inflationary? Asymmetric and Nonlinear Specifications versus Changes in Regime*. Unpublished Paper.

Jones, D., Leiby, P. y I. Paik (2004). "Oil Price Shocks and the Macroeconomy", *Energy Journal* 25(2): 1-32.

Kellard, N. y M. Wohar (2002). "Trends and Persistence in Primary Commodity Prices". Universidad de Warwick, Mimeo.

Mandelbrot, B. (1963). "The variation of certain speculative prices". *Journal of Business*.

Márquez, D. (2000). "El Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo (FEPP) y el Mercado de los Derivados en Chile. Serie Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL N° 15. Santiago de Chile.

Merrill, W. y N. Schneider (1966). "Government Firms in Oligopoly Industries: A Short-Run Analysis", *The Quarterly Journal of Economics*, 80(3): 400-412.

Mora, J. (2002). "Políticas de Precios en países Exportadores: Venezuela". Presentación preparada para el Seminario Internacional de Políticas de Precios de Combustibles en América Latina, CEPAL/UCCEE. Santiago de Chile.

Mork, K. (1989). "Oil and the Macroeconomy when Prices Go Up and Down: An Extension of Hamilton's Results", *Journal of Political Economy* 97: 740-744.

Mory, K. (1993). "Oil Prices and Economic Activity: Is the Relationship Symmetric?" *The Energy Journal* 14(4): 151-162.

Navarro, E. y J. Nave (2001). *Fundamentos de Matemáticas Financieras*. Antoni Bosch.

Peltzman, S. (2000). "Prices Rise Faster than They Fall", *Journal of Political Economy*, 108(3): 466-502.

Pindyck, R. (2001). "The Dynamics of Commodity Spot and Futures Markets: A Primer" Massachusetts Institute of Technology, mimeo.

Pindyck, R. (1999). "The Long Run Evolution of Energy Prices". *The Energy Journal*, 20(2): 1-27.

Ramírez, O. y M. Fadiga (2001). "Forecasting Agricultural Commodity Prices with Asymmetric-Error GARCH Models". Mimeo.

Sampson, A. (1984). *The Seven Sisters*. New York: Bantam Books.

Schwartz, E. (1997). "The Stochastic Behavior of Commodity Prices: Implications for Valuation and Hedging", *Journal of Finance*, 52(3): 923-973.

Schwartz, E. y J. Smith (2000). "Short-term Variations and Long-term Dynamics in Commodity Prices", *Management Science*, 46(7): 893-911.

Turnovsky, S., Shalit, H. y A. Schmitz (1980). "Consumer's Surplus, Price Instability and Consumer Welfare", *Econometrica*, 48(1): 135-52.

Valdes, R. y E. Engel (2000). "Optimal Fiscal Strategy for Oil Exporting Countries" Documento de Trabajo N° 78. Centro de Economía Aplicada, Universidad de Chile.

Vásquez, A. (2005). *La Demanda Agregada de Combustibles Líquidos en el Perú*. Documento de Trabajo No 12. Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Vásquez, A. (2005). *La Organización Económica de la Industria de Hidrocarburos: El Segmento Upstream del Sector Petrolero en el Perú*. Documento de Trabajo N° 8. Oficina de Estudios Económicos – OSINERG. Mimeo.

Vásquez, A. (2004). "Relaciones de Umbrales entre el Crecimiento Económico, la Inflación y los Shocks Petroleros: Evidencia para la economía guatemalteca, 1992 – 2002". *Revista de Banca Central*. N° 46. Banco de Guatemala.

Wickham, P. (1996). "Volatility of Oil Prices" IMF Working Paper 96/82.

Zankoian, J. (1994). "Threshold Heteroskedastic Models", *Journal of Econometrics Dynamics and Control*. 18: 391-944.

Zivot, E. y D. Andrews (1992). "Further Evidence on the Great Crash, the Oil Price Shock and the Unit Root Hypothesis", *Journal of Business and Economic Statistics* 10(3): 251-270.

**Organismo Supervisor de la Inversión en Energía - OSINERG
Oficina de Estudios Económicos - 2005**

Equipo de Trabajo

Raúl Pérez-Reyes Espejo	Gerente (e) de Estudios Económicos.
Especialistas:	
Raúl García Carpio Sector Eléctrico.	Especialista en Regulación Económica.
Arturo Vásquez Cordano	Especialista en Organización Industrial. Sector Hidrocarburos.
Luis Bendezú Medina	Especialista en Econometría.
Lennin Quiso Córdova	Especialista en Supervisión. Sector Hidrocarburos.
Asistente Administrativo: Clelia Bandini Malpartida	