



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

Facultad de Ciencias Económicas y de Administración

Trabajo de investigación para la obtención del título de
Licenciado en Economía

**PRECIO DE LA ENERGÍA Y CRECIMIENTO
ECONÓMICO 1990-2010**

Autores:

SERGIO ANDRÉS MENDARO POMBO

ERNESTO MAXIMILIANO MURIAS OTTATI

VENANCIO PATRICIO RODRÍGUEZ NUÑEZ

Tutor:

Dr. RETO EDUARDO BERTONI MENDARO

Montevideo-Uruguay

Febrero 2012

PÁGINA DE APROBACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y DE ADMINISTRACIÓN

Autores:

Sergio Andrés Mendaro Pombo

Ernesto Maximiliano Murias Ottati

Venancio Patricio Rodríguez Nuñez

Tutor:

Dr. Reto Eduardo Bertoni Mendaro

Tribunal:

.....
.....
.....
.....

Fecha:

.....

Calificación:

.....

AGRADECIMIENTOS

En este último año y medio, periodo en el cual desarrollamos la presente investigación, y que representó para nosotros un mojón que nos acerca a la culminación de una primera etapa de formación profesional, atravesamos todo tipo de desafíos que nos permitieron desarrollar un importante crecimiento personal.

Cuando nos propusimos el objetivo de realizar este trabajo nos enfrentamos al desafío de encontrar a la persona que nos guiara en dicho proceso. En abril de 2011 decidimos presentarle a Reto Bertoni, los avances que teníamos en nuestro trabajo. La comunión fue inmediata, y desde ese momento contamos con su invaluable apoyo. Factor de motivación permanente, llamador de atención en los momentos más difíciles, encontramos en Reto un pilar de apoyo fundamental.

Gracias a su generosidad y confianza, presentamos los avances de nuestra investigación en los simposios organizados en las 5tas Jornadas de Investigación de la Asociación Uruguaya de Historia Económica, lo que representó una experiencia absolutamente enriquecedora. En este sentido agradecemos especialmente al economista chileno José Jofré González quien tuvo a su cargo comentar nuestra presentación y nos aportó elementos fundamentales de cara al cierre de la investigación.

A su vez, queremos extender un profundo agradecimiento a Graciela Sanroman y Bibiana Lanzilota, quienes nos brindaron su tiempo y conocimientos, en todo lo que respecta al análisis econométrico.

Adicionalmente un agradecimiento a todos los que nos brindaron su tiempo, y enriquecieron con sus comentarios y conocimientos esta investigación, en especial agradecemos a Jorge Molinari, Rossanna Gaudio, Eliana Melognio, Roxane Mirza, Isabel Penela y Gustavo Pérez.

Por último un agradecimiento especial tanto a Esteban Fort por su tiempo y comentarios, como a Valentina Cammarano y Facundo González, con quienes - en el marco del curso de Metodología de la Investigación - compartimos la gestación de algunas ideas que se plasmaron en este trabajo, y que de esa forma también enriquecieron esta investigación.

RESUMEN EJECUTIVO

La idea central que inspiró este trabajo es el estudio del vínculo que existe entre los precios de la energía y el PIB. La hipótesis sostenida establece que existe una relación negativa entre la tasa de crecimiento de los precios de la energía y el PIB, mediante la intervención del canal de la oferta como canal de transmisión.

Para llevar a cabo la investigación, en una primera instancia se procedió a la construcción de una batería de índices de precios y se optó finalmente por un índice de precios de Paasche. En segundo término se estudió la relación de éstos con la evolución del PIB. Para ello se siguió la metodología propuesta por James Hamilton, que establece que la forma adecuada de analizar el vínculo entre los precios de la energía y el PIB requiere la utilización de una ecuación que incorpore los precios de la energía mediante un término no lineal. Por último, el anterior análisis que incorpora el término no lineal, fue realizado utilizando - en esta instancia - precios relativos de la energía.

Los resultados obtenidos muestran que un incremento de los precios relativos de la energía de un 100% tiene un impacto negativo en el PIB de 10%. Este resultado se vuelve relevante dado que en los últimos diez años, se observó un encarecimiento relativo del factor energía en relación al capital y al trabajo.

PALABRAS CLAVE: <Precios relativos energía> <Crecimiento económico> <Matriz energética> <Factores de producción> <Canal de la oferta>

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	- 1 -
2. FUNDAMENTACIÓN Y ANTECEDENTES	- 3 -
2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	- 4 -
a. <i>Precios de la energía y efectos macroeconómicos</i>	- 4 -
b. <i>Energía y crecimiento económico</i>	- 11 -
c. <i>Precios de la energía y crecimiento económico</i>	- 13 -
2.2. ANTECEDENTES NACIONALES	- 15 -
a. <i>Energía, crecimiento y desarrollo</i>	- 15 -
b. <i>Energía eléctrica, situación actual y perspectivas</i>	- 18 -
2.3. SITUACIÓN ENERGÉTICA NACIONAL.....	- 21 -
3. MARCO TEÓRICO	- 28 -
3.1. FACTORES PRODUCTIVOS	- 28 -
3.2. ENERGÍA Y CRECIMIENTO. TEORÍAS DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO	- 30 -
3.3. MODELO DE ANÁLISIS	- 35 -
a. <i>Sustituibilidad entre energía y otros inputs</i>	- 37 -
b. <i>Cambio técnico</i>	- 37 -
c. <i>Cambios en la composición de la matriz energética</i>	- 38 -
d. <i>Cambios en la composición del PIB</i>	- 39 -
3.4. TEORÍA DE LOS ÍNDICES.....	- 40 -
<i>Evolución histórica</i>	- 40 -
4. HIPÓTESIS	- 58 -
5. ESTRATEGIA EMPÍRICA	- 59 -
5.1. FUENTES DE INFORMACIÓN Y DEFINICIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.....	- 59 -
5.2. PROCESAMIENTO DE LAS SERIES DE DATOS	- 63 -
5.3. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA RELACIONAR PRECIO DE LA ENERGÍA Y CRECIMIENTO DEL PIB - 68 -	
6. RESULTADOS OBTENIDOS	- 73 -
6.1. CONSTRUCCIÓN DE ÍNDICES DE PRECIOS DE LA ENERGÍA	- 73 -
6.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS SERIES A UTILIZAR	- 78 -
6.3. ESTIMACIÓN	- 85 -
a. <i>Modelo de precios absolutos de la energía</i>	- 87 -
b. <i>Utilización de precios relativos de la energía</i>	- 89 -
7. ANÁLISIS COMPLEMENTARIO	- 92 -

8. CONCLUSIÓN.....	- 95 -
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	- 99 -
ANEXO	- 102 -

1. Introducción

En esta investigación se pretende analizar la cuestión energética en Uruguay, como consecuencia de la importancia que tiene este sector para la económica nacional. La energía es un factor indispensable para el crecimiento económico, y su abastecimiento seguro y a precios estables, resulta imprescindible para una economía que es netamente dependiente en este sentido. El debate constante acerca de la composición óptima de la matriz energética para el país, y el desarrollo de los lineamientos estratégicos para Uruguay 2030 elaborados por el Ministerio de Industria, Energía y Minería ponen de manifiesto la importancia de discutir la cuestión energética en el Uruguay.

La interrogante que guía y motiva la presente investigación es la siguiente: ¿cuál es el impacto de una variación en el precio de la energía sobre el crecimiento económico de la economía uruguaya? Para responder esta cuestión resulta imprescindible discutir en el plano teórico el rol de la energía en el proceso de producción y asumiéndola como factor productivo, elaborar un índice de precios de la energía – representativo del comportamiento de los precios de las distintas fuentes energéticas que se consideran- que habilite un estudio analítico de la relación entre aquellas variables y permita obtener resultados robustos.

El cuerpo de la presente investigación se ordena en siete capítulos que se detallan a continuación:

En el capítulo 2 se presenta la fundamentación de la investigación así como una síntesis de los principales antecedentes nacionales e internacionales asociados a la cuestión energética.

El capítulo 3 muestra el marco teórico utilizado como telón de fondo para el análisis. Allí se incorpora a la energía como un factor de producción adicional a los tradicionales (capital y trabajo), y se detallan algunos modelos de crecimiento económico. Por otra parte se realiza una caracterización de la situación energética nacional, y por último se relevan los principales elementos de la teoría de los índices, a través de un estudio de su evolución histórica.

En el capítulo 4 se explicita la hipótesis sostenida en esta investigación y en el capítulo 5 la estrategia empírica utilizada, fundamentalmente en relación al procesamiento de los datos y a la metodología utilizada.

En el capítulo 6 se detallan los resultados obtenidos, tanto en lo que respecta a la construcción del índice de precios de la energía como al análisis de la relación entre los precios de la energía y el PIB. Por otra parte, en el capítulo 7 se realiza un breve análisis comparativo de la evolución de los precios de los factores de producción (capital, trabajo y energía) en los últimos 21 años.

Finalmente en el capítulo 8 se presentan las principales conclusiones obtenidas y algunas reflexiones finales.

2. Fundamentación y antecedentes

En base al debate constante acerca de la composición óptima de la matriz energética para el país, y centrándose particularmente en los lineamientos estratégicos para Uruguay 2030 elaborados por el Ministerio de Industria, Energía y Minería es que se encuentra relevante analizar la cuestión energética. Sumado a esto, las economías en la actualidad se enfrentan a un contexto de precios crecientes de los energéticos - particularmente del petróleo- con lo que dicha cuestión toma aún mayor relevancia.

Dentro de las motivaciones para estudiar la situación energética del país, se destaca la posición estratégica que en la actividad económica general ocupa el sector energético. Molinari (2010) destaca los siguientes factores, que a su juicio hacen relevante la cuestión energética:

- Elemento influyente en la calidad de vida de la población
- Insumo imprescindible y difundido de todo el aparato productivo
- Sector capital intensivo y con fuerte impacto sobre la balanza comercial.
- Factor determinante de independencia económica y productiva
- Fuerte interacción con el medio ambiente

Otro de los motivos que ha impulsado la profundización en la cuestión energética, ha sido el escaso desarrollo de trabajos en torno al

cálculo de elasticidades-precio de la energía, especialmente desde el lado de la oferta, lo cual parece un dato relevante para aportar.

2.1. Antecedentes internacionales

a. Precios de la energía y efectos macroeconómicos

Existen diversos autores que se han encargado de estudiar el impacto macroeconómico de los precios de la energía. Tatom (1987) y (1991) aborda este tema focalizándose más que nada en los precios del petróleo. En el primer trabajo mencionado, el autor plantea que entre 1985 y 1986, los precios del petróleo cayeron alrededor de un 50%, inversamente a lo sucedido en 1973-1974 y 1979-1981. Esta caída generó un debate acerca de los efectos de los cambios en los precios del petróleo y si éstos cambios son simétricos¹ o no. La teoría presentada por el autor, sugiere que los shocks sobre los precios de la energía deberían afectar la productividad del capital y del trabajo de forma similar entre los distintos países. La información estadística recabada con respecto a un conjunto de seis países desarrollados², es consistente con las predicciones teóricas que el autor realiza en relación a que: un aumento en el precio relativo de la energía reduce tanto el factor energético como el capital por trabajador, y consiguientemente, genera menor PIB. A lo largo del período 1973-1983, el crecimiento del producto por trabajador se

¹ Se entiende por simetría la reacción del producto, tanto ante incrementos como ante caídas de los precios, en igual magnitud y con signo opuesto en cada caso. Es decir, aumento de precios generan caídas del producto. Mientras que caídas de los mismos habilitarían incrementos del producto.

² El estudio comprende los siguientes países: Canadá, Reino Unido, Alemania, Francia, Japón e Italia.

enlenteció sustancialmente en toda la muestra en comparación con el período 1965-1973.

El autor afirma que en la mayoría de los modelos económicos, los *shocks* de precios que operan a través de la oferta agregada son los que poseen el mayor efecto, y cita un estudio realizado por Hickman (1984), que demuestra cómo los precios agregados responden de forma similar a los shocks de petróleo y que los modelos son lineales y simétricos, de modo que los precios agregados son proporcionales a la magnitud del shock petrolero.

El mencionado trabajo sostiene que los shocks en los precios de la energía son importantes puesto que afectan la capacidad económica y por ende, la productividad del trabajo y del capital, y la oferta agregada. La evidencia empírica y los *test* presentados en este trabajo son consistentes con la idea de simetría de los efectos de los shocks de los precios del petróleo.

En un posterior trabajo de Tatom (1991), pretende resaltar los potenciales canales de influencia de un aumento en el precio del petróleo y la medida en que las supuestas condiciones económicas en 1990 podrían explicar las diferencias entre los efectos económicos del aumento del precio del petróleo en 1990 y aquéllos producidos en episodios anteriores comparables. La idea es que el shock de precios acaecido en 1990 no tuvo repercusiones significativas sobre la economía norteamericana como otros lo habían tenido antes, motivo por el cual se

plantean dos cambios de contexto explicativos: 1) que el componente petrolero tenía en 1990 un peso menor en la canasta de importaciones (efecto de demanda) y 2) que los efectos del aumento del precio del petróleo son proporcionales al uso de energía por unidad de producto, relación que había caído para 1990 (efecto de oferta).

En este trabajo, amplía los efectos que posee un shock de precios energéticos, argumentando que los shocks sobre la oferta tienden a ser más permanentes y difíciles de revertir, mientras que los shocks sobre la demanda tienden a ser reversibles mediante el ajuste de variables tales como precios o salarios. Asimismo, el autor destaca que un shock en el precio del petróleo puede fácilmente traspasarse a otras fuentes de energía en la medida que aumenta la demanda de éstas por efecto sustitución y sus precios se incrementan.

Otro trabajo que aborda el tema energético desde el punto de vista de sus efectos macroeconómicos, es el desarrollado por la Agencia Internacional de Energía (2004). Éste busca estudiar los efectos de los shocks de precios del petróleo sobre las economías de la OCDE y aquéllas en vías de desarrollo. El estudio argumenta que el impacto adverso de un shock de precios del petróleo sobre los países en vías de desarrollo que son importadores de este factor, es generalmente más severo que en los países de la OCDE, debido a que estas economías son más dependientes del petróleo importado y más intensivas en recursos

energéticos, y porque el uso de energía tiende a ser menos eficiente en ellas.

Según este trabajo, la magnitud del efecto directo de cierto aumento en el precio del petróleo dependerá de: qué tan grande sea la ponderación de los costos del petróleo en el ingreso nacional; el grado de dependencia de petróleo importado; la habilidad de los consumidores de este recurso para sustituir su uso por otras fuentes; la medida en que los precios del gas se incrementen como resultado del *shock* petrolero; qué tan intensiva en gas sea la economía; y el impacto de los precios del petróleo sobre otras fuentes de energía que compiten con éste o que son generadas a partir de él. Este efecto directo se verá también acompañado por uno indirecto que se desprende de ajustes al salario real y otros precios, y a las rigideces estructurales de la economía.

El documento de la AIE intenta comparar los efectos adversos de los *shocks* petroleros en los países desarrollados y en las economías en vías de desarrollo. De aquí surge que los shocks tienden a ser más pronunciados y con efectos de más largo plazo en economías en desarrollo.

Otro estudio que reviste interés, es el *paper* publicado en el International Business Research por Berkhet y Mohamed (2009). En el mismo se investiga la relación existente en el largo plazo entre el precio del petróleo, el consumo de energía y el desempeño económico, fundamentalmente en cuanto a cambios en el PIB y el nivel de empleo en

Malasia, en el período 1980 – 2005. Si bien los autores consideran que existe suficiente literatura acerca del impacto que los cambios en los precios de la energía provocan sobre el crecimiento económico, no se muestra con claridad el vínculo existente entre el consumo de energía y el crecimiento económico.

Es por ello que la investigación se propone, en primer lugar estudiar cómo los cambios en el precio mundial del petróleo impactan sobre el consumo de energía, el empleo y el crecimiento económico, tanto en el corto como en el largo plazo. En segundo lugar se estudia el impacto que el consumo de energía tiene sobre el empleo y el crecimiento económico en el largo plazo. Asimismo se busca establecer relaciones de causalidad entre las variables.

Para alcanzar los mencionados objetivos, se estiman varios modelos utilizando el mecanismo de corrección de error, luego de estudiar la existencia de cointegración entre las variables mediante el método de Johansen.

Los resultados obtenidos muestran que existe una relación de largo plazo entre el consumo de energía, el crecimiento económico, el empleo y el precio del petróleo, y efectos de causalidad de corto plazo unidireccionales desde el PIB hacia el empleo.

Por otra parte, un hallazgo interesante que surge del análisis empírico, muestra que el consumo de energía en Malasia no contribuye en el corto plazo al crecimiento económico.

En relación a los trabajos internacionales, también destacamos, los publicados en *Energy Economics* por los autores Asafu-Adjaye (2000) y Altinay (2005). En el primero se investiga la relación entre el consumo de energía, los precios de los energéticos y su vínculo con el crecimiento económico para India, Indonesia, las Filipinas y Tailandia. Para ello utilizaron la metodología de Engle–Granger y los test de cointegración por intermedio de la metodología de Johansen.

Un resultado interesante que arroja este documento muestra que aquellas economías que son más dependientes de la energía son relativamente más vulnerables a *shocks* energéticos. La observación anterior queda a la luz al observar que para el caso de Indonesia, que es el único exportador neto de energía del conjunto de países que forman parte de la investigación, existe neutralidad en el corto plazo entre la energía y el ingreso.

El segundo trabajo, presentado en 2005, estudia la relación entre el consumo de energía eléctrica y el crecimiento económico en Turquía para el período 1950 – 2000. Los resultados muestran una fuerte evidencia sobre la existencia de una relación causal unidireccional desde el consumo de electricidad hacia el crecimiento económico.

Por último, resulta relevante destacar el trabajo realizado por Bohi (1990), en el que el autor plantea los posibles efectos de un shock en los precios de los energéticos sobre la economía, diferenciando los efectos directos de los indirectos.

En relación a los primeros, el producto caería debido al aumento de la participación de los costos energéticos en la producción. Los recursos adicionales que se necesitan para incorporar el factor energía, generan un impacto negativo sobre el producto.

Los efectos indirectos de un aumento de precios de los energéticos, están determinados por las relaciones de sustitución entre energía y capital, y energía y trabajo. El aumento de los costos energéticos, genera la necesidad de reducir el consumo de energía, lo que reduce la productividad del trabajo. Por tanto los salarios reales deberían caer, aunque si en el corto plazo los salarios reales son rígidos, la única posibilidad es reducir el empleo, con la consiguiente caída en el producto. En relación al capital, un aumento de costos de los energéticos, determinará la obsolescencia económica prematura de parte del *stock* de capital, reduciendo los servicios que como factor productivo realiza el capital, impactando negativamente en el producto.

El autor sostiene como conclusión, que para las recesiones acaecidas en los años 70 en cuatro países industriales³, no hay evidencia empírica que sostenga que las crisis petroleras, y sus consecuentes

³ El estudio refiere a los siguientes países: Estados Unidos, Alemania, Japón y Reino Unido

shocks de precios, hayan tenido un papel preponderante en la caída de la actividad económica. Sin embargo, sostiene que es un error afirmar que los precios de los energéticos no tuvieron impacto alguno sobre la recesión mundial de los años 70.

b. Energía y crecimiento económico

Uno de los trabajos que vinculan estas variables es el de Alam (2006). El autor realiza una crítica a los economistas neoclásicos por disociar la economía de la naturaleza y dar por sentados los recursos y los flujos energéticos. El trabajo busca analizar las principales propiedades de una economía que utiliza la energía como fuerza impulsora de todas las actividades económicas. En palabras del autor, *“Once we focus on energy, the economy must be seen as a system of energy flows, a succession of energy conversions, that culminate in the production of goods and services.”* (Alam, 2006:2).

El autor distingue dos tipos de economías: renovables (cuyas fuentes energéticas son principalmente de carácter renovable, especialmente, materias orgánicas) y no renovables (cuyas fuentes energéticas tienen este origen). Previo a la Revolución Industrial predominaban las primeras, pero posteriormente se produjo una transición hacia economías basadas en energías fósiles, lo cual derivó en un incremento dramático de la tasa de crecimiento. Los neoclásicos atribuyeron este crecimiento a la gradual acumulación de capital y al cambio técnico, debido a que no incorporaban el factor energético como

variable explicativa, pero en realidad, la explosión en la tasa de crecimiento se debió a la incorporación progresiva de energía en la función de producción.

Las economías basadas en energías fósiles, durante el período de transición, eran capaces de acceder a stocks de energía prácticamente inagotables, al mismo tiempo que los costos de extracción de las mismas eran relativamente bajos y continuarían decreciendo rápidamente con el correr del tiempo. Por este motivo, el crecimiento de estas economías solamente se vería limitado por la cantidad de capital empleada para a) extraer combustibles fósiles, b) convertirlos en formas utilizables de energía y c) utilizar esta energía para producir bienes y servicios. Se trata por tanto de un factor endógeno: la tasa a la cual la economía puede acumular capital para destinar a a) b) y c). Se genera pues un círculo virtuoso en el cual la acumulación de capital inyecta energía en la función de producción y esto, a su vez, produce más acumulación de capital, de modo que se produce un espiral en pos del crecimiento. El autor también demuestra que la transición hacia economías basadas en combustibles fósiles contribuyó a incrementar el consumo energético per cápita.

Otro trabajo que estudia la relación energía-crecimiento, es el desarrollado por Stern (2003). En el mismo, también se realiza una crítica a los modelos neoclásicos por no considerar en el análisis los factores energéticos. Al igual que el trabajo anteriormente citado, éste también descubre una transición económica, pero entre economías basadas en

combustibles fósiles, hacia economías más intensivas en el uso de combustibles de mayor calidad y, en particular, hacia la electricidad. Se demuestra que el nivel de utilización de energía y el nivel de actividad económica se encuentran fuertemente ligados.

Se describe también en el documento una metodología para estimar la relación entre energía y crecimiento, que se vale de modelos de vectores autorregresivos para el PIB y estimaciones de causalidad con el método de Granger para la cointegración. En un estudio previo del autor publicado en el año 2000 (citado en Stern 2003), el análisis de cointegración muestra que la energía es una variable estadísticamente significativa a la hora de explicar el PIB. Asimismo, se demuestra la existencia de cointegración en una relación que incluye PIB, capital, trabajo y energía.

c. Precios de la energía y crecimiento económico

Dentro de esta sección, debe incluirse el documento elaborado por Blümel, Espinoza y Domper (2010). Este trabajo busca “evaluar y cuantificar los efectos que el alza en el precio de la energía tendría sobre el crecimiento de corto y largo plazo de la economía chilena”.

Los autores inspiraron su trabajo en una ley específica del Gobierno chileno que según entendían, contribuiría a incrementar los precios energéticos. El estudio se realizó para el periodo 1992-2007, por medio de análisis de cointegración y modelos de corrección de error

(MCE), sobre la base de una función de producción neoclásica que incorpora energía, además de trabajo, capital y patentes como proxy del cambio tecnológico en la economía. Los resultados obtenidos indican que alzas sostenidas en el precio de la energía reducen la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía Chilena. La elasticidad precio del producto fluctúa entre 2% y 4% en el período analizado.

Además, concluyen que variaciones en el precio de la energía afectaría al producto sólo en el largo plazo. Variaciones transitorias en el precio de la energía no tendrían efectos significativos sobre el producto, lo que sugiere que el uso de mecanismos estabilizadores de corto plazo de los precios no tendría efectos significativos directos sobre la tasa de crecimiento.

Destacan además, que es sumamente necesario seguir la evolución de los costos de generación eléctrica e implementar medidas que aseguren que los cambios regulatorios no afectarán mayormente el precio de la matriz energética. Aquellas medidas que fortalezcan la competencia y que permitan reducir los precios de largo plazo permitirán adicionalmente incrementar la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía.

2.2. Antecedentes nacionales

a. Energía, crecimiento y desarrollo

Aunque existen otros antecedentes⁴, teniendo en cuenta el período que nos ocupa, el primer trabajo a destacar es el realizado en el marco del convenio UTE-Universidad de la República (1994) para el estudio de la demanda de electricidad de largo plazo, en el cual se realizó un análisis prospectivo de la economía nacional. El mismo sirve de insumo para el conocimiento de la economía uruguaya y aporta un análisis de mediano y largo plazo para estimar la demanda de electricidad, con un horizonte que va hasta el año 2010.

El trabajo analiza la situación desde el lado de la demanda, teniendo como enfoque principal, la naturaleza sistémica de la economía. Una de las principales ideas del artículo, establece que hay un vínculo directo entre el sistema eléctrico y el sistema económico nacional, sin la mediación del resto del sistema energético.

Se trabajó con modelos analíticos para la previsión de la demanda, disponiendo de estimaciones de los componentes de la misma, siendo compatible con el enfoque sistémico planteado. Se utilizó como instrumento metodológico, la matriz Insumo-Producto actualizada del año 1983 a 1988.

⁴ Por ejemplo: CIDE (1966), Informe Kalas (1982), Argonne (1995).

Los resultados obtenidos permitieron cumplir con los objetivos del Convenio, estimando la demanda de electricidad en energía y potencia bajo tres escenarios posibles al 2010. La utilidad del trabajo residió en la utilización del mismo para el planeamiento estratégico de UTE.

En este apartado se destaca también el trabajo de Bertoni (2010). En el mismo, el autor analiza el proceso de transición energética que atravesó el país en el siglo XX, desde fuentes tradicionales a fuentes modernas, y en qué medida dicha transición condicionó progresivamente al país hacia una dependencia de la energía importada, estableciendo fuertes limitaciones en materia de sostenibilidad en el abastecimiento energético.

En el texto se realiza un profundo análisis sobre la situación geográfica, demográfica, económica y política del país, y se da cuenta acerca de cómo se combinaron los procesos de crecimiento económico y transición energética que derivaron en una matriz caracterizada por la utilización de fuentes energéticas modernas. Desarrolla en particular la evolución de las distintas fuentes de energía, destacándose el proceso de imposición de las energías fósiles, y la drástica disminución de la importancia de las energías orgánicas.

Se realiza a su vez un pormenorizado análisis de la energía eléctrica, desde el punto de vista institucional y económico, desarrollando su evolución en el tiempo. Se destaca en este análisis, la creciente evolución del consumo, y la forma en que la hidroelectricidad -

fundamentalmente en la última década como consecuencia de sequías y de la crisis energética regional - no fue capaz de sustentar la oferta energética. Este hecho generó que la creciente demanda de energía eléctrica presionara sobre el consumo de combustibles fósiles, particularmente los derivados del petróleo, para hacer frente a la generación de energía eléctrica, profundizando el proceso de dependencia energética.

Por último se analiza en qué medida esta fuerte dependencia energética actuó como una restricción económica en el proceso de desarrollo del país en el siglo XX y habría contribuido –junto a otros factores estructurales- al fracaso del mismo, abandonando el sitio de privilegio que otrora ocupara el país, identificado como la “Suiza de América”. Este enfoque pretende pues, advertir la relevancia del sector energético en el desarrollo económico de largo plazo. En palabras del autor: “No parece exagerado pensar que la estrecha relación entre energía y crecimiento económico, característica del paradigma tecnoc-económico dominante, hizo muy sensible el desempeño de largo plazo a la presencia de fuentes de energía primaria moderna en los países. Al no contarse con ellas, los costos energéticos se reflejaron en la dinámica del sector externo y obligaron a desviar una parte de las divisas obtenidas de las exportaciones para cubrir las importaciones de energía” (Bertoni, 2010:173).

b. Energía eléctrica, situación actual y perspectivas

Otro trabajo que analiza, el sector energético, aunque más enfocado al sector eléctrico, es realizado por Spinelli, en el marco del programa de investigación del Banco Mundial (2010).

En este trabajo, se aborda el sector eléctrico en el país. Es un análisis del sector en el pasado reciente y en la actualidad, y se desarrollan los problemas que enfrenta el país, y las posibles líneas de acción y estrategias a adoptar en materia energética.

En el documento se plantea que el consumo per cápita eléctrico en Uruguay se encuentra dentro de los más altos de América Latina. En ese contexto, la generación eléctrica se ha basado en la fuente hidráulica principalmente, con la generación térmica como respaldo. La irregularidad climática ha generado crecientes problemas en el abastecimiento dada la inestabilidad de la generación hidráulica y la insuficiencia de la generación térmica.

Se destaca aquí como principal desafío, asegurar una provisión de electricidad segura, suficiente y confiable a costos razonables. En ese marco, es que se plantean varias líneas de acción para mejorar la situación energética del país, destacándose: mejorar la eficiencia energética, mejorar las redes de transmisión y distribución de electricidad, desarrollar instrumentos financieros que permitan absorber los costos de abastecimiento en años secos y así amortiguar el traslado de los mismos a las tarifas, desarrollar las energías renovables no convencionales,

desarrollar la cogeneración, invertir en generación térmica de base y de respaldo, y fortalecer el mercado regional de electricidad.

Se plantea entonces la necesidad de modificar la matriz energética para la consecución del objetivo planteado. En el marco de un desarrollo sustentable, el país debe asegurarse una provisión de electricidad segura, suficiente y confiable, a costos razonables.

Otro de los trabajos que inspiraron la presente investigación fue elaborado por el Ministerio de Industria, Energía y Minería (2008). El mismo busca establecer líneas de acción sobre las cuales trabajar el tema energético. El principal lineamiento político consiste en lograr una mayor independencia energética, en un marco de integración regional.

Los lineamientos que se proponen, apuntan a la diversificación de la matriz energética, a una mayor determinación del rol directriz del Estado, la promoción de la eficiencia energética y al logro de un adecuado acceso a la energía.

El objetivo de una mayor diversificación de la matriz energética está enfocado hacia las fuentes y a los proveedores de energía. Implica la reducción de la dependencia del petróleo como fuente energética importada de mayor peso en la matriz, promoviendo el uso de fuentes renovables no tradicionales, como son la energía eólica, la solar, los agro-combustibles y la biomasa.

Asimismo, busca reforzar el uso de las fuentes autóctonas, en detrimento de las fuentes importadas, y se trata de incorporar otras fuentes energéticas provenientes de hidrocarburos (como es el caso del gas natural).

Desde el punto de vista regulatorio, se le otorga una mayor importancia al rol del Estado para garantizar que el suministro de energía se realice a un precio adecuado. Los lineamientos que apuntan a un mayor rol directriz del estado, implican una mayor regulación de la actividad para los actores privados. A nivel Institucional, sería el MIEM el organismo responsable de la conducción de la política energética y articulador con los diferentes actores.

También, se apunta a que las Empresas energéticas estatales se consoliden, como líderes en el proceso de transformación de las fuentes energéticas, hacia una mayor eficiencia y dinamismo, apoyando la innovación en energía e impulsando la investigación. Dentro de esta línea, se reconoce a la URSEA (Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua) como un organismo fiscalizador independiente.

Una cuarta línea de acción planteada, es promover la eficiencia energética en todos los sectores de actividad, dándole un uso más racional y equitativo a la energía.

Con relación a las metas planteadas en este trabajo, a mediano plazo (año 2015), se estima que la composición de la matriz energética nacional se componga al menos en: un 30% de los residuos

agroindustriales utilizados para producción de diversas formas de energía, un 15% de energía eléctrica que provenga de fuentes energéticas renovables no tradicionales (eólica, solar, biomasa). A su vez, se prevé que el peso del petróleo en la matriz eléctrica sea menor al 10%, que se produzca un 15% de ahorro de petróleo en el transporte de carga y pasajeros utilizando fuentes alternativas, y que el peso del petróleo en la matriz energética sea menor al 45%.

Estas modificaciones planteadas a la matriz y la incorporación de fuentes alternativas podrían implicar una consecuente alteración de los costos energéticos, lo cual lleva a preguntarse cuál sería el impacto de la eventual variación de precios de la energía sobre el crecimiento del PIB y si esto puede convertirse en una barrera a la modificación de la matriz energética.

2.3. Situación energética nacional

A lo largo del siglo XX el país ha realizado una transición en materia de fuentes energéticas, pasando de depender de fuentes tradicionales, como la leña y la energía muscular animal, a fuentes consideradas modernas como el petróleo y la hidroelectricidad.

En los últimos 30 años, los derivados del petróleo y la energía eléctrica y el gas natural, representan en el entorno del 85% de la matriz energética, por lo que se pueden considerar como altamente representativos de la matriz en su conjunto. En el caso particular de los

derivados del petróleo, como el país no cuenta con reservas propias de este tipo de combustibles, se trata de un componente energético importado. Dado que representa un alto porcentaje de la matriz energética: en el entorno del 60%, esto supone para el país, una situación de alta dependencia y vulnerabilidad energética.

Si a esto se le suma, el alto grado de impacto sobre el medio ambiente, que el consumo de hidrocarburos posee, resultan motivos más que suficientes para impulsar a las autoridades nacionales a proyectar una nueva matriz energética para el país, que contemple una mayor participación de fuentes energéticas, autóctonas, renovables, y medioambientalmente amigables, que le otorguen al país, mayor independencia, mayor desarrollo nacional y una mayor protección del medio ambiente.

En materia de consumo energético, en el año 2008, la industria ocupó el primer lugar representando el 33% del consumo. Al sector industrial le sigue el sector transporte, con el 29% del consumo y el sector residencial con 23%. Comercio y agro y pesca explican el 8% y 7% del consumo respectivamente.

Esto representa un cambio significativo en relación a los valores históricos, ya que la industria ocupó en el pasado el tercer lugar en relación a la importancia en el consumo de energía, por detrás de los sectores del transporte y residencial respectivamente. El mencionado

cambio se debe a la incorporación de la empresa UPM Forestal Oriental al sector industrial en el año 2008 como un fuerte consumidor de energía.

En el trabajo realizado por el DNETN/MIEM⁵ se configura un diagnóstico de la situación energética en la cual está inserto nuestro país. El mismo brinda un panorama de la situación energética nacional, la composición de la matriz y los desafíos que se plantean hacia el futuro. Del trabajo realizado, se identifican 4 grandes ejes en la matriz nacional actual:

- **Del lado de la oferta:**

Presencia de una escasez de fuentes autóctonas en la matriz global (de 25% al 40%), sumado a una excesiva dificultad para garantizar el abastecimiento de energía eléctrica, con una importante dependencia de proveedores de la región.

- **Del lado de la demanda:**

Hay una fuerte dependencia del petróleo, representando el doble del promedio mundial.

- **Del lado institucional:**

Hay un número importante de inversiones subutilizadas, como es el caso del gas natural, dado que existe la infraestructura disponible. Asimismo hay un retraso en las inversiones necesarias. Tal es el caso de nuevas refinerías, generación eléctrica y desulfuración.

⁵ DNETN/MIEM (2008)

- **Del lado cultural:**

Una escasa cultura de eficiencia energética, desarrollo de tecnologías y concientización del problema.

En este contexto, en los últimos años se ha generado un proceso de transformación en el sentido anteriormente planteado, basado en licitaciones, inversiones y discusiones, cuyo resultado esperado es una matriz energética centrada en un uso mayor de fuentes renovables no tradicionales, biomasa y gas natural garantizado.

Entre las principales acciones realizadas entre 2005 y la actualidad en el sector eléctrico, y con el objetivo de garantizar el abastecimiento eléctrico en el corto plazo, se incorporó una nueva Central térmica de respaldo en Punta del Tigre con una capacidad instalada para la generación de 200 MW en una primera instancia, que se amplió a 300 MW un año después. En 2011 se decidió la ampliación de la terminal de generación térmica de Punta del Tigre para lo cual se instalará una central de ciclo combinado de 480 megavatios (de los cuales se proyecta la incorporación de 180 megavatios en 2013, 180 megavatios en 2014 y 120 megavatios en 2016). El proyecto incorporará al sistema energético 480 megavatios en los próximos cinco años, situación que dotará al país de capacidad instalada energética para atender la evolución de la demanda propia y permitir la instalación de futuros proyectos industriales. Los 480 megavatios serán incorporados a través de dos turbinas de gas de

servicio pesado y la instalación de un ciclo combinado en la central de Punta del Tigre.

A su vez, se incorporaron un mayor número de fuentes renovables no tradicionales que proponen un cambio drástico de la matriz energética nacional. En el caso de la biomasa UTE ha avanzado en licitaciones hacia la consecución de los objetivos que se ha trazado para 2015 de alcanzar los 200MW de capacidad instalada.

El desarrollo de la energía eólica presenta un avance sustantivo, ya que sólo en 2011 se adjudicaron 340 MW, y se incrementó a 1000 MW el objetivo para 2015. Si bien en la actualidad, la capacidad instalada apenas asciende a 43MW, se encuentran en proceso de instalación otros 430MW de energía eólica y se procura licitar en breve 500 MW para alcanzar los objetivos trazados para el quinquenio. De lograrse los objetivos, en los próximos cinco años el país lograría una capacidad de generación efectiva de energía eólica de 300MW, lo que representaría en el entorno del 15% del consumo energético del país, situando al país a la vanguardia mundial en este aspecto⁶.

Por último y en cuanto a la eficiencia energética, se han desarrollado campañas que pretenden educar a la población y fomentar las conductas de ahorro energético. Esta política se complementa con la entrega gratuita de 2.3 millones de lámparas de bajo consumo,

⁶ Según la entidad Global Wind Energy Council, a nivel mundial Europa lidera en el desarrollo de la generación eólica. En 2010 la misma representaba el 5.3% del consumo total para el viejo continente, se destacan los casos de Dinamarca (donde la energía eólica representó el 25.3% del consumo total), Portugal (17,1) y España (16.6% para 2010).

financiadas con recursos estatales, cuyo objetivo es reforzar el ahorro energético y lograr un consumo más eficiente de la energía eléctrica.

En materia institucional, comenzó a funcionar un mercado eléctrico mayorista, con los primeros generadores privados. Sumado a esto comenzó a operar en el mercado la fijación del precio spot, ofreciendo una mayor garantía para el abastecimiento energético.

Para el sector de combustibles líquidos entre las principales estrategias para reducir el peso del petróleo en la economía, se implementó un fideicomiso para subsidiar el precio del boleto urbano, se tomaron acciones para limitar la alta proporción del gas-oil en el consumo, se firmó la ley N° 18195 de promoción de agro combustibles e inversiones para garantizar los mínimos fijados por la ley y la promoción de asociaciones regionales para explotación de petróleo.

La estructura de costos de los derivados del petróleo (nafta, supergas, gasoil) se compone por los siguientes elementos:

- **Petróleo crudo.** En el período estudiado pasó de representar 52% al 66% en los costos de los derivados.
- **Impuestos,** siendo un 24% al 2005, se redujo al 13% en 2008.
- **Distribución,** que mantuvo su peso en la estructura total del 12%
- **Costo ANCAP más utilidad,** que pasó del 12% al 9% en período 2005- 2008 respectivamente.

Con respecto a la modificación de la matriz energética, cabe destacar que el proceso de transición energética no constituye una trayectoria lineal, sino que es un proceso de sustitución de fuentes energéticas de menor calidad por otras de mayor calidad⁷. Siguiendo el enfoque propuesto por Kander, Malanima y Warde (2008), se plantea que es posible abordar el proceso por el lado de la oferta o de la demanda. El modelo planteado en este texto, *“the twin model of serial substitutions and energy ladder”*, identifica cambios en la oferta, dados por la sustitución de fuentes energéticas de inferior calidad por nuevas y mejores fuentes energéticas. Visto del lado de la demanda, plantean una “escalera de la energía”, siendo el resultado de un incremento de los ingresos de los hogares que generará una tendencia a sustituir fuentes de menor calidad por formas de energía de mejor calidad.

⁷ Entendiéndose mayor calidad como: menor emisión de gases de efecto invernadero, mayor rendimiento y mayor seguridad.

3. Marco Teórico

Para la realización de esta investigación se supuso la existencia de una relación entre matriz energética y crecimiento, cuyo canal de transmisión son los costos de la energía y por ende, sus precios. En el presente trabajo se procurará realizar un aporte a dicha discusión mediante la elaboración de un índice de precios de la energía, y analizar en qué medida una variación de los mismos, impacta sobre su consumo y por ende sobre la producción nacional.

3.1. Factores productivos

Los factores productivos pueden ser definidos como aquellos recursos que, al aplicarse al proceso productivo, agregan valor a la producción. Desde el punto de vista de la *mainstream* económica, suele considerarse como factores productivos solamente al capital y trabajo, tomándose los combustibles y factores energéticos como insumos intermedios e incluso como factores endógenos. El enfoque tradicional asume que solamente los insumos primarios que intervienen en el proceso productivo son pasibles de generar algún tipo de retribución a quienes ostentan su propiedad, y por tanto, sólo éstos contribuyen al crecimiento económico.

Los factores primarios de producción son insumos que existen en el comienzo del período y no son directamente consumidos durante la

producción (aunque sí pueden desgastarse), mientras que los factores intermedios son aquéllos que se crean durante el período de producción y son utilizados enteramente en el mismo.

Los autores neoclásicos definen una función de producción como una relación entre distintas combinaciones de factores productivos y el nivel de *output* alcanzado con ellos. Distintas cantidades y combinaciones de factores podrán dar lugar a distintos niveles de producción, dada una determinada tecnología. Una función de producción vendrá dada por la siguiente relación:

$$Y_t = f(L_t, K_t)$$

En las versiones más sofisticadas del modelo neoclásico, se incluye también el factor tecnológico (A) en la función de producción, el cual usualmente es entendido como un residuo que cuantifica la existencia de progreso técnico.

Existe una cierta ambigüedad en la conceptualización neoclásica de factores productivos, en la medida en que se define trabajo como el esfuerzo medido en horas, y capital como un factor producido por el hombre. El trabajo, por tanto, es definido por su función, mientras que el capital es definido por quien lo produce; esto diferencia trabajo de capital en la medida en que el primero sería un factor “natural”, mientras que el segundo sería un producto de la economía.

Si se estuviera en el marco de una economía basada en energía, la definición de las funciones de trabajo y capital, presentarían mayor consistencia. Esto es así porque estas funciones estarían definidas con respecto a la energía: tanto el capital como el trabajo desempeñan las mismas funciones duales de soporte. En diferentes maneras, ellos: i) convierten los flujos de energía y ii) controlan la energía utilizable para producir bienes y servicios. Es decir, ambos proveen energía al mismo tiempo que determinan el modo en que esta es utilizada⁸.

Una notoria diferencia entre los factores productivos “clásicos” y los energéticos es que los primeros tienden a ser reproducibles, mientras que los segundos en algunos casos no, razón por la cual varios autores han puesto gran énfasis en el uso y disponibilidad de los recursos energéticos y su importancia en el proceso productivo y en el crecimiento económico. En el extremo, algunos modelos alternativos de corte “biofísico” llegan a proponer que la energía sería el único factor primario⁹. Por otro lado, algunos autores han descartado la incorporación del factor energético como un factor independiente de producción debido a su escaso peso en el PIB en comparación con otros factores.

3.2. Energía y crecimiento. Teorías del crecimiento económico

El modelo básico de crecimiento económico, conocido como modelo neoclásico, fue desarrollado por Solow (1956) y examina la

⁸ Alam, Shahid (2006)

⁹ Stern, David (2003)

evolución del producto de una economía de un sector que produce bienes, utilizando solamente dos factores de producción: capital y trabajo. Este modelo asume que los retornos del capital son decrecientes, es decir, el producto se incrementa a tasas decrecientes a medida que se acumula el *stock* de capital.

Una vez que el *stock* de capital haya alcanzado un determinado K^* , se encontrará en su nivel de equilibrio o estado estacionario. La acumulación de capital a través del ahorro se ve completamente compensada por reducciones de capital debidas a la depreciación, y la tasa de rendimiento de la inversión habrá caído hasta un punto en el cual no haya incentivos para acumular más capital. Esta economía tarde o temprano llegará a ese estado estacionario y su crecimiento económico se verá detenido.

En el proceso de transición, antes de llegar al estado estacionario, la economía presenciará una fase de crecimiento del producto. Las economías poco desarrolladas y con escasa dotación inicial de capital por trabajador, alcanzarán una tasa de crecimiento mayor mientras incrementan su *stock* de capital, pero aquellas economías más avanzadas y con mayor dotación de capital por trabajador, verán disminuir su tasa de crecimiento a medida que se aproximen al estado estacionario.

Ningún país puede crecer perdurablemente por el solo hecho de acumular capital. Si la fuerza de trabajo creciera a una tasa fija a través del tiempo, el *stock* total de capital y la cantidad total del producto de esa

economía se incrementarían, pero el capital y el producto por unidad de trabajo (per cápita, en el modelo) se mantendrán constantes una vez que la economía haya alcanzado el equilibrio.

De acuerdo con este modelo, por lo tanto, la única fuente sostenida de crecimiento económico es el avance tecnológico, definido como la eficiencia con que el capital y el trabajo se combinan en la producción. A medida que la tecnología avanza, la relación funcional de los factores de producción cambia y es posible aumentar los niveles de producción utilizando las mismas cantidades de insumos, lo que permite sostener el crecimiento del producto per cápita en el largo plazo.

El progreso técnico mueve la curva de producto continuamente hacia arriba, y por lo tanto, empuja el equilibrio per cápita de capital y producto hacia esta dirección. Aumentos en el conocimiento técnico incrementan la tasa de rendimiento del capital, opacando el efecto de la depreciación y consiguiendo incentivos al ahorro y a la acumulación de capital, permitiendo así aumentar los niveles de crecimiento.

Si bien este modelo reconoce la importancia del progreso técnico como catalizador del proceso de crecimiento sostenido, lo toma como un factor exógeno y no explica cómo este se produce. Por este motivo, posteriormente surgieron los modelos de crecimiento con progreso técnico endógeno, en los cuales este es considerado como un resultado de las decisiones y acciones de los agentes y empresas.

En estos modelos, la relación entre capital y producto puede formularse de la siguiente manera:

$$Y_t = AK_t$$

Donde el capital es definido, a diferencia de en los modelos clásicos, no solamente como bienes manufacturados, sino que también incluye capital basado en conocimiento. Los defensores de esta teoría han llegado a demostrar que el término A, que cuantifica el progreso técnico, tiende a ser constante, por lo cual el crecimiento podría perpetuarse a medida que se acumula capital.

El conocimiento técnico puede ser visto como una forma de capital que se acumula mediante I&D y otros procesos de creación de conocimiento, y posee dos propiedades: i) es un bien público, es decir, que su uso no excluye el de otros agentes simultáneamente y ii) genera externalidades positivas (ejemplo, derrames). Ambas características contribuyen al crecimiento económico en la medida en que la innovación y el progreso técnico inducen la obtención de rentas monopólicas y por tanto, propician la inversión en capital, aumentando el producto en una proporción A del capital (en sentido amplio) acumulado¹⁰.

Se puede apreciar, que tanto el modelo neoclásico de Solow como los modelos de crecimiento endógeno, dejan por fuera del análisis el

¹⁰ Los primeros aportes a la teoría de crecimiento endógeno se le reconocen a Romer (1986). En palabras del autor: *"knowledge is assumed to be an input in production that has increasing marginal productivity. It is essentially a competitive equilibrium model with endogenous technological change. In contrast to models based on diminishing returns, growth rates can be increasing over time"*. En los trabajos realizados por Sala-I-Martin (1994) y Ray (1998), se profundizan y desarrollan los aportes realizados por el primero.

factor energético como posible motor del crecimiento, divorciando la economía de las cuestiones energéticas. Como resultado, el crecimiento económico es cuantificado en términos de capital, trabajo y progreso técnico exclusivamente.

Alam (2006), introduce el factor energético en la función de producción y en la ecuación de crecimiento económico, aduciendo que tanto el trabajo como el capital se valen de la energía para incrementar el producto. Conjuntamente, éstos extraen la energía de sus fuentes naturales, la convierten y reconvierten para su utilización en las actividades económicas y luego la dirigen hacia la producción y el consumo de bienes y servicios.

Según este autor, los neoclásicos fallaron en no reconocer que en muchos casos, el crecimiento responde a la aceleración de ciertas actividades; si éstas utilizan máquinas, el crecimiento dependerá de la capacidad de aceleración de las mismas y aquí es donde se establece el vínculo entre energía y crecimiento económico, ya que el mayor rendimiento y aceleración del capital y del trabajo muchas veces depende del suministro de energía.

En sus trabajos, Hamilton (2005), así como Blümel, Epinoza y Romper (2009) utilizan para sus análisis una función de producción neoclásica, pero introduciendo el factor energético como parte de la misma.

$$Y_t = F(L_t, K_t, E_t)$$

A partir de esta ecuación, se podría establecer una relación entre la tasa de crecimiento del producto, el trabajo, el capital y el factor energético.

3.3. Modelo de análisis

Existe en la actualidad una amplia variedad de fuentes energéticas que suponen diversas relaciones de costo-beneficio. El objeto de estudio del presente trabajo guarda estrecha relación con los precios de dichas fuentes de energía. Los mismos reflejan, en parte, la estructura de costos implícita en su producción, la que varía sustancialmente entre las distintas fuentes energéticas alternativas.

Distintas composiciones de la matriz energética pueden suponer variaciones en los precios de la energía, las cuales a su vez alteran la estructura de costos de los distintos sectores productivos, modificando la oferta agregada y por consiguiente el nivel de producto. Según Rasche y Tatom (1981), la relación entre crecimiento y precio de la energía, está basada en el “canal de la oferta agregada”. Citando a Blümel, Epinoza y Romper (2009) este canal “asume que un *shock* de precios de la energía modifica el uso óptimo del *stock* de capital existente, incentivando el uso de capital menos intensivo en energía”. Esta modificación genera una reasignación de la fuerza de trabajo, alterando la relación capital-trabajo y

trasladando la curva de oferta agregada, produciendo un descenso del producto.

Este efecto es explicado también en Tatom (1987): los *shocks* en los precios implican cambios en los precios relativos, y por lo tanto, cambios en la oferta energética. Siempre que la energía constituya un factor de producción, las posibilidades de producción y las condiciones de la oferta agregada se verán alteradas, especialmente en economías donde los factores energéticos tengan un peso importante. Los *shocks* sobre precios de la energía modifican los incentivos de las empresas para emplear recursos energéticos y alteran sus métodos de producción óptimos. Los capitales intensivos en energía se ven menos atractivos ante aumentos en los precios de esta, la utilización del *stock* existente se ve alterada, los recursos humanos se ven obligados a economizar el uso de energía y la producción se encamina hacia tecnologías menos intensivas en esta. La reducción en el producto derivada de este proceso suele considerarse como una disminución en el producto potencial, de ahí que el efecto del *shock* no sea transitorio, sino que repercute a largo plazo.

Por otro lado, el autor, en el mismo texto reconoce otro canal de transmisión, pero que se relaciona más con los factores energéticos que han de conseguirse en el exterior (por ejemplo, el petróleo para el caso uruguayo). El canal de transmisión es el de la demanda agregada, en la medida en que un incremento del precio del factor importado disminuirá las importaciones del mismo, y con esto, caerá la demanda agregada.

Stern (2003), plantea que la relación entre energía y PIB puede verse afectada por los siguientes fenómenos:

a. Sustituibilidad entre energía y otros inputs

Existen en la literatura diversas conclusiones acerca de si capital y energía son factores sustitutos o complementarios. En general, pareciera que ambos factores se comportan más como sustitutos en el largo plazo y más como complementos en el corto plazo. Cuanto mayor sea el grado de sustituibilidad entre capital y recursos energéticos, será más probable que aumentos en los precios de la energía traigan aparejados cambios hacia tecnologías más intensivas en capital y menos intensivas en recursos energéticos.

b. Cambio técnico

Según el autor, las innovaciones que ahorran energía pueden incluso terminar causando el uso de aún mayores cantidades del factor, en la medida en que el dinero ahorrado es gastado en otros bienes y servicios que sí requieren energía en su producción. Los servicios energéticos son demandados por los productores o consumidores y son producidos mediante la utilización de la misma energía. Una innovación que reduzca los requerimientos energéticos para producir una unidad de servicios energéticos, hace caer el precio efectivo de éstos. Esto deriva en el aumento de la demanda de servicios energéticos, y por ende, de energía.

El menor precio de la energía genera también un efecto ingreso que llevará a aumentar la demanda de bienes en la economía, y por ende, de energía requerida para su producción. También podrían existir ajustes en el capital que incrementaran aún más la demanda de largo plazo de energía. Howarth (1997), sin embargo, argumenta que el efecto de segunda ronda es menor que el efecto inicial de la innovación, que hace caer la demanda de energía, motivo por el cual, a fin de cuentas, mejoras en la eficiencia energética reducen el total de energía demandada.

c. Cambios en la composición de la matriz energética

Schurr y Netschert (1960), argumentan que el cambio hacia combustibles de mayor calidad, reduce la cantidad de energía requerida para producir cada unidad de producto. Entendiendo calidad energética como el uso económico relativo por unidad calorífica equivalente de distintos combustibles y electricidad. Una forma de medirla, es mediante el producto marginal del combustible, lo cual sería el incremento marginal en la cantidad de un bien o servicio producido mediante el uso de una unidad calorífica adicional del combustible.

El cambio hacia energías de mayor calidad pareciera estar acotado por la escasez de las mismas, lo cual podría implicar que, una vez agotados los combustibles de bajo costo, la economía se vería obligada a volver a los combustibles de menor calidad.

d. Cambios en la composición del PIB

A lo largo del proceso de desarrollo de una economía, es común ver modificaciones en la canasta de su producto. En las fases tempranas de desarrollo, suele producirse un cambio desde la agricultura hacia la industrialización pesada, mientras que en las fases más avanzadas, el cambio suele darse hacia los servicios y la industria liviana. Evidentemente, distintas industrias tendrán distintas intensidades energéticas, y suele argumentarse que el uso de energía tiende a disminuir en las etapas más avanzadas del desarrollo.

En esta investigación se manejarán entre otros, los siguientes conceptos:

- 1) *Crecimiento económico*: se define como la tasa de variación del producto interno bruto en un determinado período.
- 2) *Fuente energética*: refiere a toda aquella fuente (natural o artificial) de la cual es posible obtener algún tipo de energía. Existen diversas clasificaciones: primaria vs. secundaria; no renovables, alternativas, por clase de fuente, etc.
- 3) *Matriz energética*: se define como el conjunto de fuentes energéticas que intervienen en la economía de un país, en el cual se indica la ponderación y el uso de las mismas.

- 4) *Elasticidad precio del crecimiento económico*: se define como el impacto porcentual que un aumento en una unidad del precio de la energía posee sobre la tasa de crecimiento.
- 5) *Canal de transmisión*: indica la vía por la cual un cambio en el precio de la energía podría impactar sobre el crecimiento económico.

3.4. Teoría de los índices

Dado que uno de los objetivos de esta investigación es la elaboración de un índice de precios de la energía, corresponde realizar una breve discusión respecto a la teoría de los números índices como elemento relevante a tener en cuenta en dicha construcción. La estrategia elegida ha sido presentar los distintos índices como resultado de un proceso histórico específico.

Evolución histórica

En este apartado se procede a desarrollar los diferentes enfoques y formulaciones de los números índice desde una perspectiva histórica que –a nuestro criterio- permite comprender mejor tanto el proceso evolutivo antes mencionado, así como su adecuada utilización.

Para esta tarea se toman como fuentes de consulta fundamentales, los trabajos elaborados por Balk (2008) y Diewert (1988). Ambos autores realizan un pormenorizado relevamiento histórico, que de forma cronológica muestra la construcción, desarrollo y evolución de la teoría de los números índices.

Un aspecto a tener en cuenta es que en esta investigación se asumen las categorías de análisis planteadas por Balk (2008), en cuanto a agrupaciones de corrientes históricas en la teoría de los números índices refiere, y que a su vez coinciden en varios puntos con lo planteado por Diewert (1988).

Este último, en su relevamiento histórico sostiene que se pueden distinguir entre los primeros estudios sobre números índices al menos 5 enfoques teóricos, y por tanto plantea las siguientes 5 categorías de análisis: i) Enfoque de canasta fija; ii) Enfoque estadístico; iii) Enfoque de test o pruebas; iv) Enfoque del Índice Divisia y v) Enfoque económico.

a. Los orígenes

La esencia del enfoque de canasta fija supone la existencia de N bienes disponibles durante t períodos de tiempo. Donde el vector de precios de estos bienes en el período t puede ser descrito de la siguiente manera: $p^t \equiv (p_1^t, \dots, p_N^t)$ mientras que el vector de cantidades asociado como $x^t \equiv (x_1^t, \dots, x_N^t)$. Asumiendo todos los precios y cantidades como números reales positivos.

Con estos elementos un índice de precios bilateral entre 2 períodos, que pueden o no ser adyacentes, tendrá una forma general donde hablaremos de una función $p(p, x, p', x')$ de 4 variables con N componentes, 2 vectores de precios y 2 vectores de cantidades.

Fleetwood (1707), es reconocido como uno de los primeros en realizar estudios que perseguían el objetivo de determinar el monto de dinero que garantice un nivel de consumo constante, bajo el supuesto de la invariabilidad en la composición de la canasta de bienes consumidos entre un momento y otro del tiempo. Por esta razón es que Diewert lo califica como el promotor¹¹ del enfoque de canasta fija anteriormente mencionado, y por tanto de esta metodología para la medición del promedio de los precios en un período, relativos a un período anterior.

A pesar de que hoy en día Fleetwood es reconocido como pionero en la construcción de índices de precios, tomó cerca de 200 años que sus planteos fueran redescubiertos y reconocidos.

Mencionado lo anterior, es que Balk (2008) en su texto identifica un conjunto de investigadores a los que llama "*the fathers*"¹². Plantea el acuerdo que existe acerca de que el primer índice de precios genuino fue construido por el economista francés Dutot (1738).

$$P^D(p^1, p^0) \equiv \frac{\sum_{n=1}^N p_n^1}{\sum_{n=1}^N p_n^0} = \frac{(\frac{1}{N}) \sum_{n=1}^N p_n^1}{(\frac{1}{N}) \sum_{n=1}^N p_n^0}$$

Este índice puede ser interpretado como el ratio de las medias aritméticas de los precios en cada período.

¹¹ Diewert (1988:4)

¹² Balk (2008:5)

En una línea similar, el economista italiano Carli en 1764 planteó como índice de precios, una simple media aritmética, pero de los precios relativos

$$P^C(p^1, p^0) \equiv \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{n=1}^N \frac{p_n^1}{p_n^0}$$

Como se puede apreciar, ninguno de los dos autores iniciales reconocía la necesidad de las ponderaciones en el cálculo. Young, en 1812 fue el primero en identificar esta necesidad y por tanto el primero en proponer diferentes ponderaciones a los bienes, intentando reflejar la distinta importancia de los mismos. Por lo que con este cometido realizó una generalización del índice propuesto por Dutot: $\frac{\sum_{n=1}^N a_n p_n^1}{\sum_{n=1}^N a_n p_n^0}$ donde a_n es alguna medida de la importancia del bien n . A su vez, y en este sentido, muy adelante en el tiempo Walsh en 1932 interpretó la idea de Young y propuso una nueva versión pero como una generalización del Índice de Carli:

$$P^Y(p^1, p^0; a) \equiv \frac{\sum_{n=1}^N a_n \left(\frac{p_n^1}{p_n^0}\right)}{\sum_{n=1}^N a_n}$$

Tras esto y en un contexto de incipiente investigación sobre las mejores alternativas para la ponderación de los bienes, surge un sistema de ponderaciones desarrollado por Lowe en 1823, que tras mencionar sus referencias al libro de Fleetwod, sugirió una formulación de la siguiente forma:

$$P^{Lo} (p^1, p^0; x^b) \equiv \frac{\sum_{n=1}^N p_n^1 x_n^b}{\sum_{n=1}^N p_n^0 x_n^b}$$

Donde x_n^b es una estimación de las cantidades del bien n consumidas durante el período de tiempo b .

Scrope (1833) fue el primero en usar el término *Tabular Standard* para describir este sistema de ponderaciones propuesto por Lowe, el cual según Diewert debe ser reconocido como “El Padre del Índice de Precios al Consumo”¹³. En definitiva este índice compara el costo de una canasta fija de bienes entre 2 períodos.

Al avanzar en el tiempo, se aprecia que en la segunda mitad del siglo XIX el interés en la construcción de números índices se fue incrementando gradualmente. Así, Jevons en 1863 introdujo lo que luego fue llamado el Índice de precios de media geométrica con la siguiente formulación:

$$P^J (p^1, p^0) \equiv \prod_{n=1}^N \left(\frac{p_n^1}{p_n^0} \right)^{1/N}$$

Jevons, preocupado inicialmente por encontrar una medida adecuada del “valor del dinero”, “el poder de compra del dinero” y “el nivel general de precios”, y bajo la idea de que los cambios en la cantidad de oro afectaban los precios de forma equiproporcional, encontró en la media geométrica de los precios relativos una buena medida para estos impactos. Sin embargo y en contraposición a esta postura, Laspeyres – a

¹³ Diewert (1988:4)

quién veremos más adelante - hacia 1864, sostuvo su preferencia por el Índice de Carli anteriormente mencionado.

En 1871, Dobrisch tras discutir una serie de alternativas referentes a las ponderaciones a utilizar, propuso la siguiente formulación:

$$P^U(p^1, x^1, p^0, x^0) \equiv \frac{\sum_{n=1}^N p_n^1 x_n^1 / \sum_{n=1}^N x_n^1}{\sum_{n=1}^N p_n^0 x_n^0 / \sum_{n=1}^N x_n^0}$$

Esta formulación es conocida como el índice de “valor unitario” y puede ser interpretado de las siguientes dos formas: primero, como el ratio de las medias aritméticas ponderadas de los precios; segundo, como un índice de valor dividido un Índice de cantidad del tipo Dutot.

Laspeyres en 1871 retomó esta cuestión, mostrando lo inadecuado del índice de “valor unitario”, en cuanto esta formulación podría arrojar un valor del índice diferente a 1, más allá de que los precios $p_n^1 = p_n^0$ para $n=1, \dots, N$ fuesen idénticos en ambos períodos. Con esta idea, nuevamente sostuvo la conveniencia del uso del Índice de Precios de Carli, aunque posteriormente propuso un índice de canasta fija en el año base, y que solamente mostrara variaciones frente a movimientos de los precios y no de las cantidades:

$$P^L(p^1, x^1, p^0, x^0) \equiv \frac{\sum_{n=1}^N p_n^1 x_n^0}{\sum_{n=1}^N p_n^0 x_n^0}$$

Lo interesante en este punto es que Laspeyres, omitió la notación alternativa que posteriormente propuso Irving Fisher, y que salvó la crítica operacional que el propio Laspeyres identificó en su formulación, en

cuanto a lo complejo de la obtención de las cantidades del año base necesarias para el cálculo del índice, y que harían perder validez al índice para propósitos prácticos. Dicha reformulación puede ser expresada de la siguiente forma:

$$\frac{\sum_{n=1}^N p_n^1 x_n^0}{\sum_{n=1}^N p_n^0 x_n^0} = \sum_{n=1}^N \frac{p_n^0 x_n^0}{\sum_{n'=1}^N p_{n'}^0 x_{n'}^0} \frac{p_n^1}{p_n^0}$$

Donde el Índice de Precios de Laspeyres puede ser interpretado como una media aritmética ponderada de los precios relativos, en la que la canasta del período base puede tomarse como ponderadora, y de donde se deduce que lo relevante en esta formulación es el peso relativo que tiene el valor del consumo de cada bien en el valor total de la canasta consumida en el período base, que en este caso coincide con el inicial.

Tres años más tarde, en 1874 Paasche propuso una medida alternativa a la propuesta por Laspeyres. Este sostenía que los cambios agregados de precios deberían ser medidos por la siguiente expresión:

$$P^P(p^1, x^1, p^0, x^0) \equiv \frac{\sum_{n=1}^N p_n^1 x_n^1}{\sum_{n=1}^N p_n^0 x_n^1}$$

Lo interesante en este punto es que Paasche a pesar de conocer la existencia de la propuesta de Laspeyres, no dio razones para justificar la preferencia de su propuesta sobre la de Laspeyres. A su vez Laspeyres en lugar de tomar una postura combativa frente a esta nueva versión, consideró lo propuesto por Paasche como un argumento adicional en su batalla contra el Índice de precios de media geométrica.

Al igual que en el caso de Laspeyres, fue nuevamente Irving Fisher quien encontró una reformulación tal que permitía entender al índice de precios de Paasche como una media ponderada de los precios relativos, con esta media de forma armónica, y donde las ponderaciones son el peso relativo del consumo de cada bien en el consumo total del período de comparación.

b. Una vista a las investigaciones de Edgeworth

Diewert (1988), en sus categorías de análisis enmarca a este autor dentro del Enfoque Estadístico de los números índices. Dicho enfoque, asume que incrementos de la oferta de dinero generan incrementos equiproporcionales de todos los precios excepto por fluctuaciones aleatorias. Estas características del Enfoque Estadístico fundamentan la inclusión de Edgeworth en dicho enfoque, dado que éste investigador perseguía la obtención de los mejores métodos para la medición de las variaciones en el valor del dinero.

En este contexto y con esos objetivos, Edgeworth entre 1887 y 1889, desarrolló tres memorándums, en los que distinguió al menos 6 principales definiciones del problema o como él llama, Estándares: capital estándar, consumo estándar, estándar indefinido, moneda estándar, ingreso estándar y producto estándar.

De los anteriormente mencionados, identifica como principal al “consumo estándar”, ya que permite medir la apreciación o depreciación del valor del dinero, en cuanto constituye un set de bienes consumidos

anualmente por la comunidad, fijado en alguno de los períodos de análisis y tomado como referencia para el resto.

Así es que al momento de plantear una fórmula apropiada para el consumo estándar, Edgeworth distinguió entre 2 casos. El primer caso se da cuando el intervalo de tiempo entre los dos períodos, 0 y 1, es muy corto, y se podría sostener que $x_n^0 \approx x_n^1$ ($n=1, \dots, N$). En este caso no importa demasiado cuál de todas las fórmulas se utilice y por tanto Edgeworth prefería la siguiente expresión:

$$P^{ME}(p^1, x^1, p^0, x^0) \equiv \frac{\sum_{n=1}^N p_n^1 (x_n^0 + x_n^1)/2}{\sum_{n=1}^N p_n^0 (x_n^0 + x_n^1)/2}$$

Esta formulación hoy en día es conocida como el Índice de Precios Marshall-Edgeworth, y fue propuesto por Marshall en 1887. El segundo caso se da cuando el intervalo de tiempo entre los períodos analizados es mayor y por tanto las cantidades consumidas x_n^0 y x_n^1 pueden diferir apreciablemente.

En estos casos Edgeworth propuso el uso del principio de encadenamiento, propuesto también por Marshall en 1887. Este principio sostiene que si tenemos 3 períodos consecutivos, 0, 1 y 2, entonces el número índice del período 1 relativo al período 0 multiplicado por el número índice del período 2 relativo al período 1 debe ser considerado como el número índice del período 2 relativo al período 0. Lo que puede ser expresado de la siguiente forma:

$$P^{ME}(p^1, x^1, p^0, x^0) P^{ME}(p^2, x^2, p^1, x^1)$$

Por otra parte, el “estándar indefinido” de Edgeworth sigue la línea de razonamiento ya planteada por Jevons y Frisch en 1936 y que luego sería llamado Enfoque Estocástico. Así es que el enfoque promovido por Edgeworth se basó en un modelo para los precios relativos individuales de la forma:

$$p_n^1/p_n^0 = f(\mu^{01}, \varepsilon_n^{01})(n = 1, \dots, N)$$

Donde los cambios de precios de un bien individual son considerados como compuestos por un componente común (representado por un escalar) μ^{01} y un componente idiosincrático ε_n^{01} . Así, el componente común, según lo que planteaba Edgeworth, podría ser utilizado para medir las variaciones del valor intrínseco del dinero, mientras que el consumo estándar podría ser utilizado para medir las variaciones en el poder del dinero. Edgeworth consideraba a los componentes idiosincráticos como variables aleatorias. A su vez sostenía que diferentes especificaciones del modelo, y diferentes supuestos en cuanto a la distribución de probabilidades de los componentes aleatorios, naturalmente llevarían a diferentes estimadores del componente común. Más tarde, en 1888, Edgeworth culmina expresando su preferencia por la mediana de los precios relativos p_n^1/p_n^0 como estimador del componente común μ^{01} .

c. Enfoque de Test

Cuando se avanza en el tiempo comienzan a aparecer diferentes propuestas que intentan arrojar luz sobre cuáles deben ser las bondades y principios que debe cumplir un adecuado índice de precios. Así, cuando se arriba al año 1896, Pierson planteó que el sistema de índices debe ser abandonado, basándose en tres críticas fundamentales. En primer lugar critica el hecho de que el índice de precios de Carli, no satisface el test de “reversión temporal”. Dicho test indica que si se multiplica el índice que mide el cambio entre un periodo y el siguiente, por el que corresponde a este y el anterior, el resultado debe ser 1.

$$P(P^1, P^0) \cdot P(P^0, P^1) = \frac{(P^1)}{(P^0)} \frac{(P^0)}{(P^1)} = 1$$

A su vez, Pierson también criticó el hecho de que aplicados sobre las mismas fuentes de información, los índices de Dutot, de Carli y de Jevons, podían arrojar resultados sustancialmente diferentes. Por último, reflejó que el índice de Dutot no respetaba el “test de dimensionalidad”, para el cual todo índice debe ser independiente de las unidades en que se miden los precios y cantidades.

$$P(\alpha p^1, \alpha p^2, \beta x^1, \gamma x^2) = P(p^1, p^2, x^1, x^2)$$

para todo $\alpha > 0, \beta > 0$ y $\gamma > 0$

Tras estas tres críticas, Pierson propuso abandonar el cálculo de los movimientos de precios a través de la utilización de índices. Si bien este enfoque es rechazado ampliamente, lo que se debe rescatar de su

trabajo, es el aporte de los dos test anteriormente mencionados: “dimensionalidad” y “reversión temporal”.

Posteriormente, Westergaard en 1890, estableció que los números índices, de los que se espera puedan medir el cambio del poder de compra del dinero, deben satisfacer el “test de circularidad”, es decir, que si un índice de precios entre dos periodos se descompone, el cambio total debe ser igual al producto del cambio de sus nuevos componentes:

$$\frac{P(P^1)}{P(P^0)} = \frac{P(\delta.P^0)}{P(P^0)} = \frac{\delta.P(P^0)}{P(P^0)} = \delta$$

Edgeworth en 1896, propuso el test de “no varianza de la base”, el cual propone que la comparación de dos números índices entre dos años cualesquiera, debe ser independiente de la base que tomemos.

$$\frac{P(p^0, p^t, x^0, x^t)}{P(p^0, p^s, x^0, x^s)} = \frac{P(p^i, p^t, x^i, x^t)}{P(p^i, p^s, x^i, x^s)}$$

En los años siguientes, el debate sobre cuál índice resultaba más apropiado para medir el poder de compra del dinero continuó. Bowley hacia 1899, se inclinó por utilizar la media geométrica de los índices de precios de Laspeyres y Paasche, para luego preferir la media aritmética entre estos últimos.

Para 1901 Walsh determinaría, a través de una versión ponderada del índice de precios de Jevons, el índice geométrico:

$$P^{W2}(p^1, x^1, p^0, x^0) \equiv \prod_{n=1}^N \left(\frac{p_n^1}{p_n^0} \right)^{S_n}$$

Donde los ponderadores son:

$$S_n \equiv \frac{(p_n^0 x_n^0 p_n^1 x_n^1)^{1/2}}{\sum_{n=1}^N (p_n^0 x_n^0 p_n^1 x_n^1)^{1/2}} \quad (n = 1, \dots, N)$$

Fisher en 1911, introdujo la idea de la necesidad de construir índices de cantidades, y no solo focalizarse en la construcción de índices de precios. Una de las contribuciones más importantes de Fisher hacia 1922, fue el “test de reversión” de factores, bajo el cual el producto del índice de precios y de su similar índice de cantidades, debe ser igual al índice de valor.

$$P(p^1, x^1, p^0, x^0)P(x^1, p^1, x^0, p^0) = \frac{\sum_{n=1}^N p_n^1 x_n^1}{\sum_{n=1}^N p_n^0 x_n^0}$$

Consideraba a los test de “reversión temporal” y de “reversión de factores”, como los test fundamentales a ser superados por los números índices. Solo unas pocas formulas satisficieron las condiciones antes mencionadas, de las cuales la más simple es la conocida como índice ideal de Fisher planteado en 1921, aún cuando ya fuera sugerida por Bowley en 1899.

$$P^F(p^1, x^1, p^0, x^0) \equiv [P^L(p^1, x^1, p^0, x^0) P^P(p^1, x^1, p^0, x^0)]^{1/2}$$

Resulta interesante destacar la visión de Frisch sobre la teoría de test, ya que para el autor “este enfoque no lleva a ningún lado” (Diewert 1988:14). La justificación de dicha afirmación resulta de la constatación sobre que ningún índice puede satisfacer razonablemente todos los test.

Más aun, no existe consenso sobre la importancia o pertinencia de los distintos test existentes.

d. Enfoque Microeconómico

El enfoque económico se basa en el concepto de poder de compra del dinero, entendido como la capacidad del dinero de adquirir una canasta de bienes y servicios dada, o en términos productivos, la posibilidad de alcanzar un nivel dado de producción.

En la actualidad, la mayoría de los institutos nacionales de estadísticas elaboran sus índices de precios, de manera tal, que reflejen la evolución de los precios de una canasta de bienes “bien definida”, esto es, de una canasta que sea representativa del consumo de un individuo promedio.

Sin embargo, por cuestiones de simplicidad, los institutos de estadística, se han volcado en su mayoría a la utilización del índice de precios de Laspeyres, manteniendo dicha canasta de bienes constante por un periodo de tiempo. Keynes en 1930 realizó una crítica en relación a este enfoque; la canasta representativa del gasto actual, no es estable, con lo cual no reflejará correctamente el gasto realizado en periodos subsiguientes. El problema se ve reflejado por la imposibilidad para determinar el impacto de variaciones en las cantidades, sobre la capacidad de compra del dinero.

El índice apropiado por tanto, deberá tener como objetivo, reflejar la evolución de los precios que permitan mantener un nivel de satisfacción constante. En otras palabras, un índice que refleje el costo de vida para cada período, o como plantea Frisch en 1936 un índice de precios funcional:

$$P_{01}^{Func} = \rho_1 / \rho_0 \text{ (con } \rho_0 \text{ equiv } \rho_1 \text{)}$$

El problema fundamental, será pues, ser capaces de determinar dos canastas de bienes que mantengan constante el nivel de satisfacción de los individuos en dos periodos distintos.

Los fundadores de esta teoría, se focalizaron en las décadas del '20 y '30, con Bennet, Haberler, Bowley, y Konüs como los principales exponentes. Este enfoque se transformó en la teoría dominante en los siguientes años, con los aportes, de Pollak en 1971, Afriat en 1972 y 1977, Samuelson and Swamy en 1974 y Diewert en 1981 entre otros. Este último introdujo el concepto de "Índice Superlativo" en 1976, entendido como aquel que representa el costo de vida, consistente con una amplia representación general de las preferencias de los individuos.

La característica principal de este enfoque es la utilización de modelos de optimización formales, bajo los cuales, para la derivación de los números índices se plantea la realización de los problemas microeconómicos de minimización de costos sujeto a niveles de

producción dados (productores) o niveles de consumo dados (consumidores).

e. El renacimiento del enfoque estocástico

Para finalizar con este recorrido histórico, se enfocará el renacimiento del enfoque estocástico, el cual considera el cambio en los precios de cualquier bien entre dos períodos, medido como un ratio, como una función de un “componente común”, que usualmente se denomina inflación, y un “componente específico”. El principal objetivo de este enfoque consiste en estimar el “componente común”:

$$P_n^1/P_n^0 = f(\mu^{01}, \varepsilon_n^{01}) \quad (n = 1, \dots, N)$$

En primer lugar cabe señalar que la función $f(\cdot)$ puede ser considerada en forma aditiva o multiplicativa. Si se opta por este último caso, el modelo puede ser reformulado hacia uno aditivo mediante la utilización de logaritmos.

En segundo término, el componente específico, que depende tanto del bien como de los períodos de tiempo en cuestión, puede ser representado como una variable aleatoria de media igual a cero, o como la suma de un término independiente del tiempo más una variable aleatoria de media cero como Clements & Izan plantearon hacia 1987:

$$\ln(p_n^t/p_n^{t-1}) = \alpha^t + \beta_n + \varepsilon_n^t \quad (n = 1, \dots, N)$$

En tercer lugar se observa que si se consideran más de dos períodos de tiempo, existen varias posibilidades. En ese caso, el modelo anteriormente presentado puede ser utilizado para períodos de tiempo consecutivos, tomados de forma separada o, para comparar cualquier período con un período base elegido. Existe una tercera alternativa que consiste en combinar varios modelos de dos períodos dentro de un sistema de ecuaciones.

Un cuarto aspecto a destacar es que se pueden realizar diferentes caracterizaciones de las variables aleatorias, sobre todo en lo que respecta a las varianzas y covarianzas.

Algunos elementos de interés propios del enfoque estocástico se relacionan con nuevos intentos de medir la inflación subyacente. En este sentido, Bryan y Cecchetti en 1994 propusieron medirla como la mediana ponderada del cambio de precios. Sin embargo, de alguna manera esto no constituye una real innovación en el tema ya que Edgeworth en 1988 ya había instaurado el concepto de mediana ponderada en su estudio de las características de la distribución de los cambios de precios. Sin embargo, los mencionados autores sí lograron introducir como novedad en el análisis un modelo de factor dinámico para medir la inflación subyacente

A manera de cierre

Se culmina así una primera etapa en esta investigación en la que se han presentado todos los elementos básicos con los que se procederá a

la construcción de un ejercicio práctico de análisis. Así es que, en primer lugar se ha logrado contextualizar la situación energética del país, las relaciones entre los factores productivos, los canales de transmisión mediante los cuales potenciales variaciones en los precios pueden impactar sobre el producto de la economía, al modificar las variables relevantes para los agentes productivos en los momentos de toma de decisiones relacionadas a la optimización productiva. Y en segundo lugar se ha identificado, mediante un análisis del proceso histórico bajo el cual se han gestado las diferentes formulaciones para la construcción de números índices, una variedad de opciones, entre las cuales se deberá optar por la que mejor ajuste conceptualmente con los objetivos cuantitativos de la presente investigación.

4. Hipótesis

La hipótesis orientadora del presente trabajo supone la existencia de una relación negativa entre las variables: precio de la energía y crecimiento económico. Más específicamente una modificación en la estructura de la matriz energética y/o en otro fundamento de los precios, que suponga una alteración en el precio final de la energía (elevándolo), tendrá un impacto sobre el nivel de actividad económica (deprimiéndolo).

Se supone pues, que la variación en el precio de la energía genera modificaciones en los patrones de consumo de energía del sector productivo, de forma de que cuando el primero se incrementa, el consumo presenta cambios a la baja, y los productores se alejan del nivel de producción inicial.

En la presente investigación, a su vez, se intenta construir el índice de precios de la energía que mejor se ajusta para el análisis precedente, entendiendo que la elección del mismo no es trivial y puede arrojar variaciones significativas entre las distintas opciones disponibles.

5. Estrategia Empírica

5.1. Fuentes de información y definición de variables e indicadores

Esta investigación tiene una amplitud temporal de 21 años, abarcando el período 1990-2010. Dicha amplitud se vio determinada principalmente por la existencia de series temporales para las variables a utilizar en el trabajo, teniendo la precaución de que las mismas otorgarán un número de observaciones mínimas suficientes para la aplicación válida de técnicas econométricas de series de tiempo.

En una primera instancia se procede a la elección y construcción del índice de precios más apropiado para los objetivos de la presente investigación, precisando que el Índice de los Precios de la Energía se refiere al consumo de energía que realizan los sectores productivos de la economía uruguaya. En una segunda etapa se construyen los precios relativos de la energía, realizando el cociente entre el índice de precios seleccionado y el Índice de Precios al Consumo (IPC)¹⁴. Por último, y utilizando como insumo el índice de precios construido así como la serie de precios relativos anteriormente mencionada, se procede a la realización de un análisis econométrico que permite arrojar luz sobre la

¹⁴ En esta investigación se opta por utilizar el IPC dado que no existe un índice de precios que sintetice la evolución de los precios de los distintos factores de producción (capital, trabajo y energía). Si bien podría utilizarse el IPPN, no registrándose diferencias significativas en los resultados obtenidos..

existencia de una relación entre los precios de la energía y el crecimiento económico.

La variable **Precio de la Energía** (P_e), se mide a través de un índice de precios a construir. Para la construcción del **Índice de Precios de la Energía** se considera únicamente la evolución de los precios de la energía eléctrica y de los derivados del petróleo por varios aspectos que se detallan a continuación.

Al hacer esta selección de fuentes energéticas, se está despreciando la biomasa y la leña. Dos aspectos justifican la decisión antes mencionada: en primer lugar, la biomasa y la leña representan en promedio menos del 13% de la energía consumida por el sector productivo durante el período de referencia, con lo cual su participación resulta poco significativa en el contexto total¹⁵. Pero más importante aún, es el hecho de que en ambos casos no existe un mercado para su comercialización, por lo que se dificulta la realización de un relevamiento de precios y/o volúmenes transados.

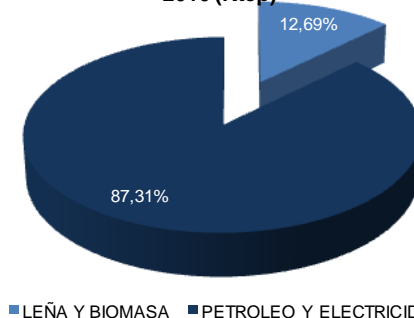
Por lo antedicho, se tomará a la energía eléctrica y los derivados del petróleo, que en su conjunto representan aproximadamente el 87% (en promedio) del consumo final de energía en el período de estudio, como representativos del total del consumo de energía del sector productivo. En ambos casos se trabajara con los precios que reciben los

¹⁵ Notar asimismo que hasta 2007 la participación de la biomasa y la leña estuvo por debajo del 10% del total de energía consumida por el sector productivo, y que sólo desde 2008 y por la incorporación de la compañía UPM Forestal Oriental (ex Botnia) a la matriz energética, produciendo energía a través de la biomasa, superan levemente el 20% del total consumido.

productores, ya que de esta forma podemos analizar el impacto de una variación de dichos precios sobre las decisiones productivas. Dos aspectos trascendentes se desprenden de lo anterior: por un lado se trabajará con tarifas finales - esto es impuestos incluidos -, y por otro lado a los efectos de esta investigación no resulta relevante la composición de dichos precios, más específicamente, no es relevante si dichos precios son administrados o si existe interdependencia entre los correspondientes a la Energía Eléctrica y a los Derivados del Petróleo. Los impactos sobre el producto –como ya se mencionó- dependerán de los precios que reciben los productores en última instancia, razón por la cual se seleccionaron los precios con estas características.

Gráfico 1:

Participación de las distintas fuentes de energía en el consumo energético del sector productivo 1990 - 2010 (Ktep)



Fuente: Elaboración propia en base a datos DNE - MIEM

Para la recopilación de datos relacionados al consumo de los derivados del petróleo y de la energía eléctrica, se consultaron las

matrices consolidadas del balance energético anual medido en Ktep¹⁶ que publica la Dirección Nacional de Energía (DNE) del MIEM¹⁷.

En relación al precio de la energía eléctrica, se hizo un relevamiento de información en la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE), complementando la información obtenida con los datos de la DNE y trabajando en ambos casos con tarifas con impuestos incluidos. La unidad de medida para la venta de energía eléctrica es Megavatio hora (Mwh) y las tarifas están expresadas en pesos sobre Megavatio hora.

Para los derivados del petróleo, se recolectaron los precios históricos decretados por el Poder Ejecutivo a través de la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (ANCAP). Se trabajó con todos los precios con impuestos en pesos uruguayos, siendo necesaria la realización de la conversión a pesos, de algunas series existentes en dólares americanos. Para esto se utilizaron las cotizaciones del dólar publicadas por el Banco Central del Uruguay (BCU)¹⁸.

Las series de ventas de los derivados del petróleo fueron obtenidas en la DNE, en este caso la unidad de medida de esta serie es metros cúbicos (m3).

16 Miles de toneladas equivalentes de petróleo, es una unidad de energía. Su valor equivale a la energía que rinden mil toneladas de petróleo (de composición química convencional).

17 Datos obtenidos del Balance Energético Nacional, disponible en:
<http://www.miem.gub.uy/gxpsites/hgxpp001?5,6,36,O,S,0,MNU;E;30;5;MNU;>

¹⁸ Series históricas dólar interbancario.

A su vez, la serie del Índice de Precios al Consumo utilizada para construir los precios relativos de la energía, fue tomada del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en la versión calculada con año base 1997.

Por último, para realizar el análisis del vínculo de los precios de la energía con en el PIB, se obtuvieron las series del Índice de Volumen Físico trimestral desestacionalizado con base 1983 y 2005 (se obtuvieron tanto del sitio web del Banco Central del Uruguay¹⁹ como de los boletines estadísticos mensuales). La primera de ellas comprende los años 1988 hasta 2001 y la segunda se extiende desde 1997 hasta 2010. Ambas series fueron empalmadas con la metodología que más adelante se podrá ver en este trabajo.

5.2. Procesamiento de las series de datos²⁰

Para la elaboración de los números índices se procedió de manera distinta según se tratara de los derivados del petróleo o de la energía eléctrica. En cuanto a los primeros, se lograron elaborar las series de precios correspondientes a nueve combustibles representativos del consumo de derivados del sector productivo.

¹⁹ Cuentas Nacionales, según año de referencia. Disponible en:

<http://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Paginas/Segun-a%C3%B1o-de-referencia.aspx>

²⁰ Por razones de extensión, las series con las cuales se construyeron los índices, así como la serie del PIB no fueron anexadas. De todas formas, los autores ponen a disposición de quien solicite dicho material.

Para el caso de la energía eléctrica, y ante los inconvenientes surgidos a raíz de la existencia de distintas tarifas según las cantidades consumidas, y/o el tipo de cliente que realice el consumo, se optó, siguiendo la línea del Instituto Nacional de Estadística (INE)²¹, por construir un precio de la energía eléctrica. Para lo antedicho, se consideraron las tarifas relevantes para los sectores productivos y se ponderaron de acuerdo a su relevancia en la venta total de energía eléctrica.

En relación a las ventas de los derivados del petróleo, se procuró depurar las series obtenidas del Balance Energético Nacional elaborado por la DNE, utilizando como ponderadores, el consumo productivo en relación al consumo total, entendiendo como consumo productivo, las ventas realizadas a los distintos sectores productivos (industria, comercio y servicios, transporte, agro y pesca).

Al respecto cabe realizar algunas puntualizaciones. En el Balance Energético Nacional el consumo de naftas y gasoil no está discriminado entre el consumo residencial y el que realiza el sector productivo transporte, sino que en dicho informe, el consumo total de estos dos combustibles es asignado al sector transporte. Para resolver este inconveniente se hicieron dos supuestos, en primer lugar se asumió que el consumo de naftas pertenece al sector residencial, por lo que al dejar

²¹ Para la construcción del Índice de Precios al Consumo (IPC), el INE elabora una metodología particular para el tratamiento de los precios de la energía eléctrica, por tratarse de un bien heterogéneo. INE Índice de Precios al Consumo [online] (actualizado enero 2012) Disponible en: <http://www.ine.gub.uy/preciosysalarios/ipc2008.asp?Indicador=ipc> [acceso 22/01/2012]

de lado este derivado, se eliminó la distorsión asociada a este problema. Y por último se supuso que el consumo de gasoil es íntegramente realizado por el sector transporte, despreciándose la participación del sector residencial.

La justificación de los supuestos antes realizados radican en su alto correlato con la realidad. Para el año 2006, el consumo de naftas realizado por automóviles y motocicletas (consumo residencial) representó el 89% del consumo total de naftas, por lo que se consideró razonable asumir que el consumo de naftas es esencialmente residencial. Para el caso del gasoil, el consumo realizado por automóviles (consumo residencial) sólo representó un 14% del total, lo que sustenta el supuesto de asumir el consumo de gasoil como totalmente perteneciente al sector transporte²².

Dados los guarismos antes mencionados y ante la ausencia de información desglosada para el resto del período, se extendieron los supuestos descritos anteriormente para el resto del marco temporal de la investigación.

De esta forma se logró conformar diez series de precios y cantidades, correspondientes a los distintos energéticos, nueve de ellos son derivados del petróleo y el décimo corresponde a la energía eléctrica.

²² Basados en los "Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional", realizado por el MIEM DNETN

Cabe aclarar que para el caso de los derivados del petróleo, estos pueden ser considerados como homogéneos, ya que su producción y comercialización es realizada en forma monopólica, presentando características uniformes a lo largo del tiempo.

Con estos diez productos se conformó la canasta de bienes relevantes a los efectos de la construcción de una batería de índices de precios de la energía.

En una segunda etapa de la investigación se procede a analizar el vínculo de los precios de la energía con el PIB. Para ello, se obtuvieron las series del Índice de Volumen Físico trimestral desestacionalizado con base 1983 y 2005 (se obtuvieron tanto del sitio web del Banco Central del Uruguay²³ como de los boletines estadísticos mensuales). La primera de ellas comprende los años 1988 hasta 2001 y la segunda se extiende desde 1997 hasta 2010. Esto resulta relevante ya que el marco temporal de la presente investigación es 1990 – 2010. Ante la inexistencia de una única serie del PIB trimestral desestacionalizado fue necesario realizar un empalme de las dos series efectivamente obtenidas.

Según explica la metodología de la Revisión Integral de las Cuentas Nacionales 1997 – 2008, sucede con frecuencia que cuando se implementa una nueva versión del Sistema de Cuentas Nacionales, los datos anuales y trimestrales del nuevo marco, si bien son consistentes

²³ Cuentas Nacionales, según año de referencia. Disponible en:
<http://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Paginas/Segun-a%C3%B1o-de-referencia.aspx>

para el período de vigencia, no guardan total coherencia con las anteriores versiones. Esto se debe a que la metodología utilizada, así como la forma de recopilación de la información es diferente. Esto es precisamente lo que ocurre entre ambas series (con base 1983 y 2005). Los quiebres que existen entre ellas pueden salvarse mediante la aplicación de técnicas y métodos estadísticos. Particularmente, para empalmar ambas series en el marco de la presente investigación se procedió a utilizar el método más simple y mayormente utilizado, denominado método de la tasa de variación. Según este método se empalma la serie de la nueva base, que en el caso de esta investigación es la de 2005, con la anterior (1983) por intermedio de retropolación. Es decir que se aplican hacia atrás las tasas de crecimiento asociadas a la base anterior, en la nueva base.

En este caso, se utilizó como nueva base el año 1997 (simplemente porque es el primer año de la nueva base), se calcularon las tasas de crecimiento de los años previos a 1997 en la serie con base 1983 y se retropolaron los datos de forma de obtener el Índice de Volumen Físico trimestral desestacionalizado con base 1997, para el período 1990 – 2010.

Además de la facilidad en el cálculo, este método de empalme de series tiene la particularidad de que mantiene en la mayor medida posible el comportamiento temporal de la serie original, propiedad esencial para las series de alta frecuencia (como lo son las trimestrales).

Por último cabe señalar que el mencionado método tiene la desventaja de no mantener la actividad transversal para el período empalmado, es decir que la suma de los componentes (por ejemplo, las diferentes ramas de actividad) no es igual al agregado (PIB). De todas formas, y teniendo en cuenta los propósitos de la presente investigación, esta limitación no preocupa dado que aquí interesa solamente trabajar con la serie del índice de Volumen Físico a nivel agregado.

5.3. Metodología utilizada para relacionar precio de la energía y crecimiento del PIB

Con la finalidad de identificar y cuantificar cuál es el impacto de una variación del precio de la energía sobre el crecimiento del PIB, en esta investigación se sigue la metodología propuesta por Hamilton (2010) - en cuanto a la no linealidad en la relación de los factores - pero en este caso utilizando precios relativos de la energía. Este autor sostiene que los *shocks* de precios de la energía afectan a la economía tanto desde el lado de la oferta como de la demanda. Para los propósitos de la presente investigación interesa el primero de ellos

A diferencia de la propuesta del autor en esta investigación se utilizan precios relativos de la energía. Esta elección se sustenta en el interés por analizar el impacto de aumentos de precios de los energéticos por encima de los precios de la economía. Más aún, las decisiones

productivas relacionadas a la contratación de factores, responden –entre otros aspectos- a un análisis de precios relativos. En este sentido, en Tatom (1987) se explica cómo los shock petroleros generan variaciones en los precios relativos de los factores productivos, que implican reasignaciones de los mismos con sus consecuentes impactos sobre el nivel de producto de la economía.

En primer lugar, se supone que el producto es una función que depende de tres factores de producción, capital (K), trabajo (N) y energía (E):

$$Y = F(K, N, E)$$

Bajo el supuesto de existencia de mercados competitivos, las empresas buscarán maximizar el beneficio económico medido como la diferencia entre ingresos y costos totales:

$$Max B = IT - CT$$

Los ingresos totales se obtienen como el producto entre los precios y la producción mientras que los costos totales surgen de la suma del costo total por la utilización de cada uno de los factores productivos:

$$Max B = P.Y - (r.K + w.N + P_e E) = P.F(K, N, E) - (r.K + w.N + P_e E)$$

Donde r , w y P_e representan los precios del capital, trabajo y energía respectivamente.

En segundo término, se pasa a derivar la condición de primer orden para un máximo -bajo el supuesto de K constante en el corto plazo y L que ajusta instantáneamente de forma de asegurar el equilibrio entre oferta y demanda de trabajo en pleno empleo):

$$\frac{\partial B}{\partial E} = 0 \quad \dots\dots\dots \rightarrow \quad P \frac{\partial F}{\partial E} - P_e = 0 \quad \dots\dots\dots \rightarrow \quad \frac{\partial F}{\partial E} = \frac{P_e}{P}$$

De esta forma, y multiplicando en ambos lados de la igualdad precedente por el término $\frac{E}{F}$ se obtiene la elasticidad producto respecto a la energía consumida:

$$\frac{\partial F}{\partial E} \cdot \frac{E}{F} = \frac{P_e}{P} \cdot \frac{E}{F} \quad \dots\dots\dots \rightarrow \quad \frac{\partial \ln F}{\partial \ln E} = \frac{P_e \cdot E}{P \cdot Y}$$

Sin embargo la ecuación precedente muestra cómo cambia el producto ante cambios en la cantidad de energía consumida, por lo tanto no es aún la ecuación que se desea obtener.

Para continuar con el análisis el autor sostiene que deben realizarse algunos supuestos adicionales sobre el comportamiento de los restantes factores de producción (capital y trabajo). En particular se supone que los salarios se ajustan instantáneamente para mantener el pleno empleo, es decir para igualar oferta y demanda, y además que los cambios en la inversión toman unos pocos trimestres para diferenciar el stock de capital, es decir que el stock de capital permanece fijo en el corto plazo.

Finalmente se obtiene la elasticidad del producto ante cambios en los precios relativos de la energía (es decir cambios en el precio de la energía en relación al nivel general de precios de la economía):

$$\frac{\partial \ln Y}{\partial \ln \frac{P_e}{P}} = \frac{\partial \ln F}{\partial \ln E} \cdot \frac{\partial \ln E}{\partial \ln \frac{P_e}{P}} \quad \dots \rightarrow \quad \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln \frac{P_e}{P}} = \frac{P_e E}{PY} \cdot \frac{\partial \ln E}{\partial \ln \frac{P_e}{P}}$$

Como puede observarse en la ecuación final, la elasticidad del producto ante cambios en los precios relativos de la energía no es otra cosa que: por un lado el gasto total en energía como proporción del producto, y por otro, la elasticidad precio demanda de la energía, es decir, cómo cambia la energía consumida cuando cambian los precios relativos.

El análisis precedente muestra cómo opera el canal de la oferta en la visión del autor. El siguiente paso tiene que ver con hallar una estrategia de estimación adecuada. Hamilton (2010) sostiene que la forma más adecuada para recoger el efecto que los precios de la energía tienen sobre el Producto, se logra mediante la estimación de un modelo cuya ecuación es la siguiente:

$$y_t = \alpha + \sum_{i=0}^p \phi_i y_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_i p_{e,t-i} + \sum_{i=0}^p \gamma_i p_e^*_{t-i} + \varepsilon_t$$

Cabe destacar en primer lugar que todas las variables representadas en la ecuación precedente están expresadas en primeras diferencias del logaritmo, por lo que representan tasas de crecimiento. Por otra parte, nótese que el lado derecho de la ecuación, además de estar compuesto por los rezagos de las tasas de crecimiento del producto y de

los precios de la energía, muestra en su tercer término la variable $p *_e$ que representa una función no lineal de la tasa de crecimiento de los precios de la energía. Esta función (que habrá que incorporar oportunamente) intentará recoger el (eventual) impacto no lineal de los precios de la energía sobre el crecimiento del producto. De esta forma, si en una primera instancia se realiza el test $H_0) \gamma_1 = \dots = \gamma_p = 0$ y no se rechaza la hipótesis nula, entonces se podría decir que el impacto de los precios de la energía sobre el Producto son lineales.

Por último, cada uno de los β utilizados en la regresión indican el efecto lineal que el respectivo rezago de la tasa de crecimiento de los precios de la energía tiene sobre el producto.

6. Resultados obtenidos

6.1. Construcción de índices de precios de la energía

En la presente sección se muestran los resultados obtenidos como consecuencia de la elaboración de diferentes índices de precios de la energía. En primer lugar, se confeccionó un índice de precios de Paasche por ser el que se cree, mejor se ajusta a los intereses de la presente investigación. Sin perjuicio de lo antedicho, se procedió en una segunda etapa a la construcción de una batería de índices de precios de la energía, para poder compararlos entre sí, y observar si la elección de uno u otro puede o no repercutir en los resultados obtenidos. A continuación se explicitan las razones que se asocian a la elección del índice.

La opción de utilizar un índice encadenado de Paasche, responde principalmente a fundamentos asociados a la representatividad del mismo en cuanto al esfuerzo que realizan los agentes productivos para abastecerse del factor productivo energía. El índice de Paasche por definición es un índice de canasta fija, para el cual se toman como ponderaciones de la canasta de consumo de los agentes, las cantidades asociadas al último período analizado. Cuando se trabaja con el índice en su versión encadenada, se obtiene una medida representativa del esfuerzo contemporáneo que realizan los agentes productivos en cada momento del tiempo. Cuando en esta investigación se habla de **esfuerzo**, se hace referencia a la medida del desembolso en valor que deben

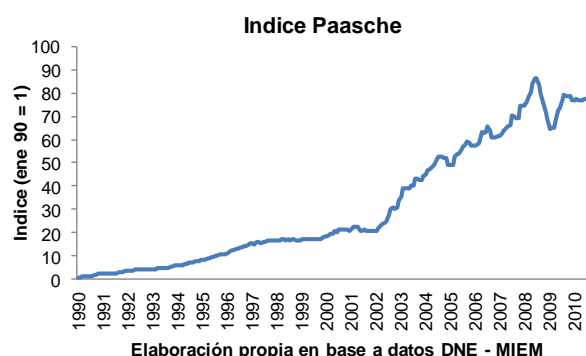
realizar los agentes para enfrentar los costos asociados a la adquisición del factor productivo energía.

En otras palabras, se habla del costo que tiene que asumir el país para abastecer de energía en cada momento del tiempo a su sector productivo. Al seleccionar un índice de Paasche encadenado, se logra obtener una medida de los **costos contemporáneos de la energía**.

Para lo anterior, en esta investigación en términos prácticos se elaboró una serie de índices bilaterales, analizando la evolución entre dos periodos consecutivos, para luego realizar el encadenamiento de estos índices bilaterales obtenidos.

A continuación se hace una representación grafica del Índice de Precios de la Energía de Paasche elaborado en esta investigación.

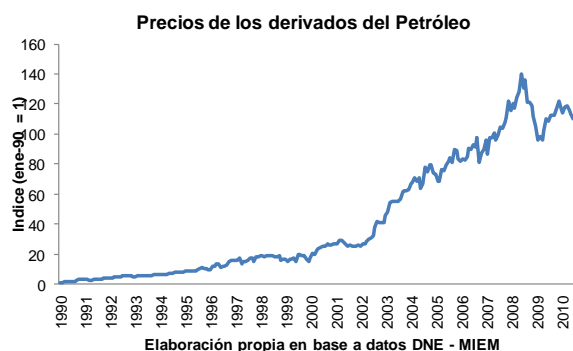
Gráfico 2:



Como puede observarse en el gráfico precedente, se podrían distinguir tres sub períodos diferentes. En primer lugar, se aprecia que desde el comienzo de la serie (1990) hasta mayo de 2002 los precios de los energéticos crecieron a una tasa relativamente baja. El crecimiento

acumulado durante todo el primer período fue de 2.404%, explicado por un crecimiento promedio mensual levemente superior al 1%. El segundo sub período abarca desde junio de 2002 hasta junio de 2008, y muestra un alza en la tasa de crecimiento (que pasa de 1% a 2% mensual) que acumuló un 269%. Este cambio en la tendencia de los precios de la energía se debió fundamentalmente a la evolución de los precios de los derivados del petróleo. A continuación se presenta un gráfico que refleja la evolución experimentada por el precio del petróleo dentro del marco temporal de referencia de esta investigación:

Gráfico 3:



Por último, el tercer sub período, que se encuentra entre julio de 2008 y diciembre de 2010 muestra una caída punta a punta acumulada de 7%, observándose una relativa estabilidad durante el mismo.

Adicionalmente se construyeron los índices de precios de tipo: Laspeyres; Geométrico; Ideal de Fisher; Tornqvist.

Si bien la decisión de utilizar el índice de precios de Paasche surge básicamente del plano conceptual, se consideró necesaria la construcción

de algunos índices adicionales que permita la comparación entre ellos. La idea principal que subyace es mostrar que los diferentes índices construidos arrojan resultados relativamente dispares, por lo que la elección de uno u otro toma real importancia. En otras palabras, si todos los índices calculados en esta investigación no muestran diferencias significativas, entonces la decisión de adopción de un tipo de índice frente a otro no revestiría importancia alguna. A continuación se presentan gráficamente los índices construidos en esta segunda etapa.

Gráfico 4:

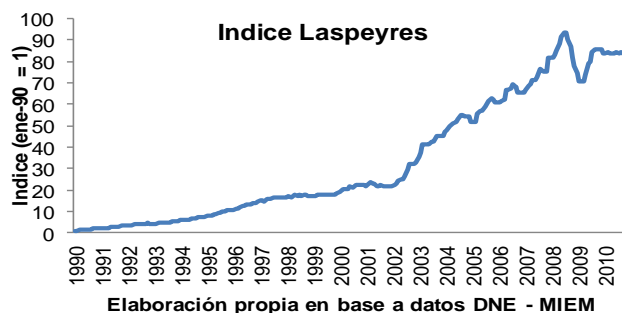


Gráfico 5:

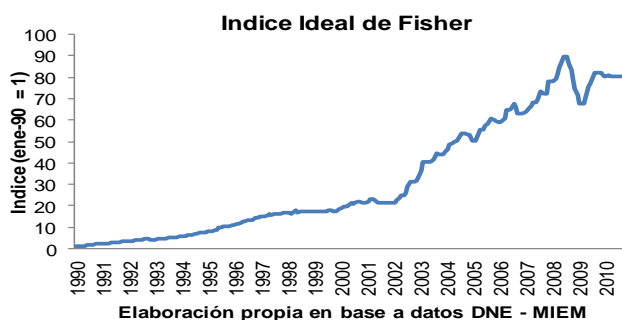


Gráfico 6:

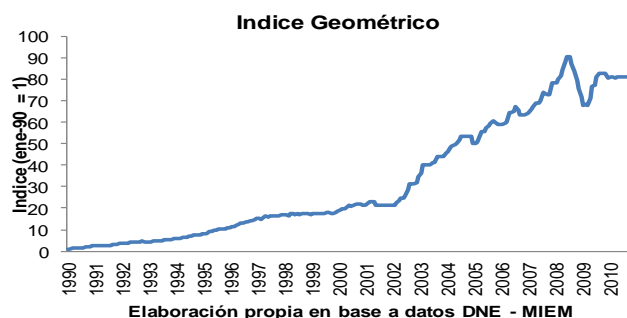
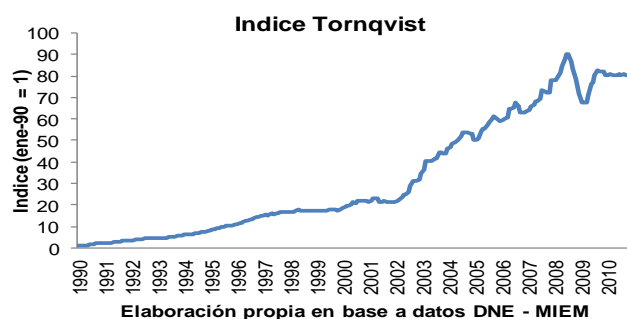
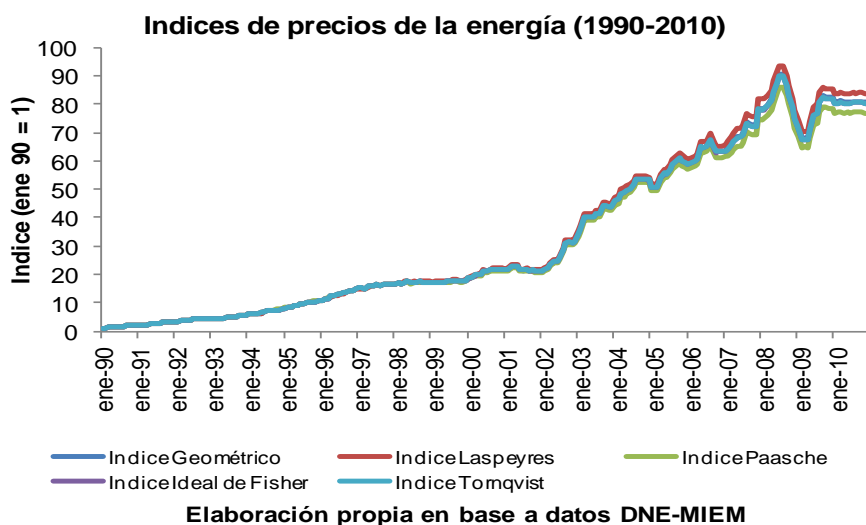


Gráfico 7



Asimismo se procedió a graficar un comparativo con todos los índices construidos y exhibidos anteriormente (incluyendo el índice de Paasche).

Gráfico 8



Como puede observarse en los gráficos precedentes, la evolución de los índices de precios calculados es (en apariencia) relativamente similar durante los 21 años. Sin embargo, la escala del gráfico no permite reflejar algunos elementos interesantes. Si se observa (por ejemplo) el pico máximo de la evolución de los índices (que para todos los casos corresponde al mes de julio de 2008) existen diferencias significativas entre los mismos. Particularmente se observa que el índice de precios de Paasche se encuentra un 4% por debajo de los índices de Tornqvist, Fisher y Geométrico, y un 9% por debajo del índice de Laspeyres. Estas variaciones se observan durante la mayor parte del período que es objeto de estudio (pero fundamentalmente en el segundo sub período, que es aquél en el que las variaciones en los precios son mayores).

De modo que la elección del índice reviste importancia, ya que aporta elementos conceptuales sobre lo que realmente se está intentando medir, y desde el punto de vista práctico, arroja resultados que presentan variaciones que merecen ser tenidas en cuenta.

6.2. Caracterización de las series a utilizar

Como un paso previo a la puesta en práctica de las técnicas econométricas con las que se estima la existencia o no de una relación entre los precios de la energía y el PIB, se ha considerado necesario realizar un análisis de caracterización de las series con las que se trabajó a fin de encontrar los patrones de comportamiento y niveles de

integración que poseen, para poder realizar los ajustes recomendables buscando evitar que los resultados de las pruebas econométricas posteriores puedan conducir a conclusiones erróneas.

Para lo anterior se utilizó el análisis gráfico de las variables, la observación de las funciones de autocorrelación simple y parcial, y el contraste de Dickey-Fuller Aumentado.

El análisis gráfico de las variables otorga una primera impresión sobre cuál es el comportamiento de las mismas en cuanto si se trata de series estables en el tiempo o si presentan algún tipo de comportamiento tendencial. Adicionalmente la observación de las funciones de autocorrelación simple y parcial, brinda información sobre el grado de integración del proceso generador al que responde cada serie, y por lo tanto sobre la presencia o no de estacionariedad. Por último, para formalizar y cuantificar el estudio de estacionariedad de las diferentes series es que se aplica el contraste de raíz unitaria de Dickey-Fuller Aumentado (ADF).

En términos generales se entiende que un proceso es estacionario en sentido amplio cuando los momentos del mismo son constantes o invariantes en el tiempo. Estos procesos no pueden presentar tendencias, se tiene que producir una reversión a la media cuando algún factor provoque un desvío, y la variabilidad de la serie debe ser estable.

Del análisis de las series utilizadas, se encontró que el Índice de precios de Paasche, los precios relativos de la energía respecto del IPC y el PIB son series integradas de orden 1, y que como consecuencia de ello, al trabajarlas en primeras diferencias, son estacionarias. Mientras que por otro lado el factor no lineal propuesto por Hamilton tanto en el contexto de precios en niveles como en precios relativos respecto del IPC, es una serie integrada de orden 0, es decir, estacionaria.

Cuando se analiza el comportamiento del PIB se puede observar que el gráfico en niveles de esta serie muestra un comportamiento no estacionario con un componente tendencial que se confirma al observar los gráficos de autocorrelación simple y correlación parcial²⁴, en los que se evidencia que esta serie en niveles parece no responder a un proceso integrado de orden 0, dado que la correlación parcial se muestra significativa únicamente respecto del primer rezago de la variable mientras que la autocorrelación muestra un lento decrecimiento.

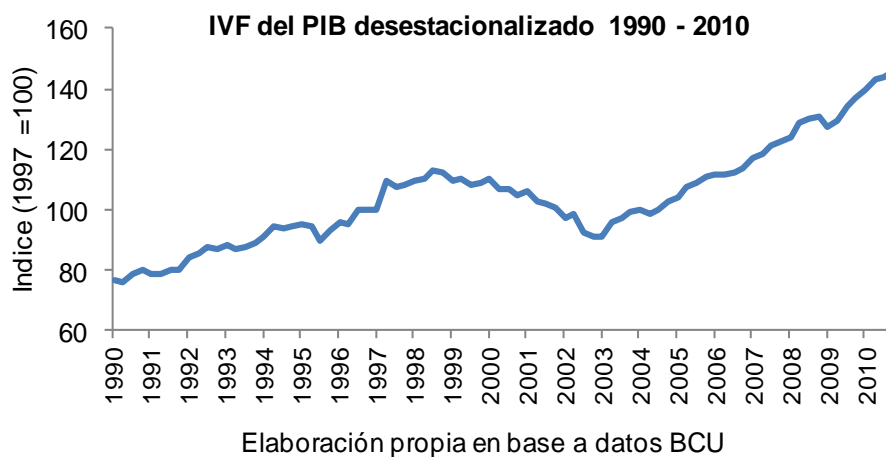
Por último, es claro y se puede comprobar mediante el contraste de ADF que para la serie del PIB en niveles no se puede rechazar la presencia de una raíz unitaria a pesar de incluir en la prueba información adicional acerca de la presencia de una tendencia, con lo que no se puede hablar de una serie estacionaria.

Por esta razón es que se aplicó una transformación logarítmica, y luego se construyeron las primeras diferencias, obteniendo así una serie

²⁴ Ver anexo

estacionaria, como muestra el gráfico de la serie en diferencias logarítmicas. Esta idea se ve reforzada en el análisis de los correlogramas²⁵ donde, tras las anteriores transformaciones se limpiaron las influencias que hacían al proceso no estacionario. El contraste de ADF muestra²⁶ de forma clara que la información existente es suficiente para rechazar la presencia de una raíz unitaria bajo diferentes especificaciones y número de rezagos, con lo que se puede sostener la estacionariedad de la variable en primeras diferencias logarítmicas.

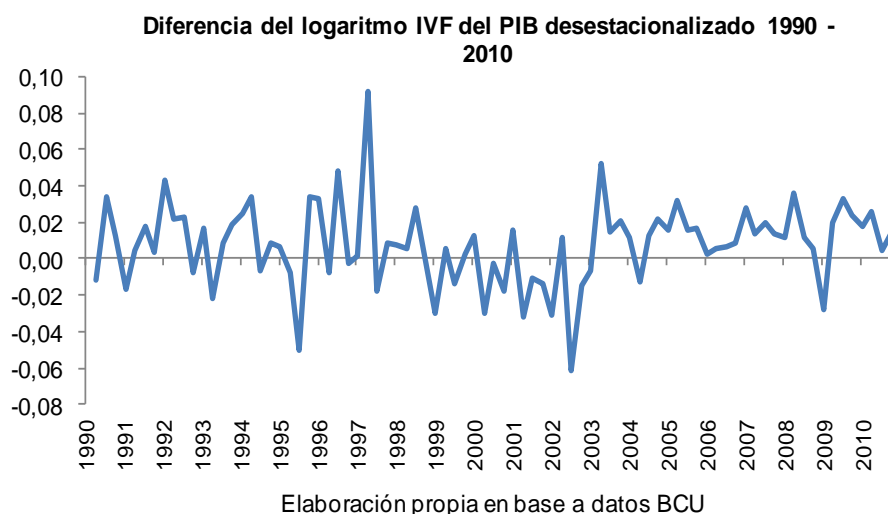
Gráfico 9:



²⁵ Ver anexo

²⁶ Ver anexo

Gráfico 10:



Un comportamiento muy similar presentó el índice de precios de la energía, tanto al medirlo a través del índice de Paasche como mediante los precios relativos entre el índice de Paasche y el IPC, el mismo no mostró estacionariedad en niveles. Este hecho se aprecia gráficamente y mediante la observación de los correlogramas²⁷, los cuales agregaron evidencia respecto de que se está frente a procesos integrados de orden 1. La confirmación de lo anterior se obtuvo mediante los contrastes de ADF²⁸, en los cuales no se pudo rechazar la presencia de una raíz unitaria a pesar de haber agregado información adicional sobre la presencia de una tendencia, y bajo la inclusión del número adecuado de rezagos seleccionados mediante el criterio de Información Akaike.

Por esta razón, se aplicaron logaritmos y primeras diferencias, obteniendo con ello los resultados esperados en cuanto a

²⁷ Ver anexo

²⁸ Ver anexo

estacionariedad, comprobable tanto gráficamente²⁹ como mediante los contrastes de ADF³⁰.

Gráfico 11:

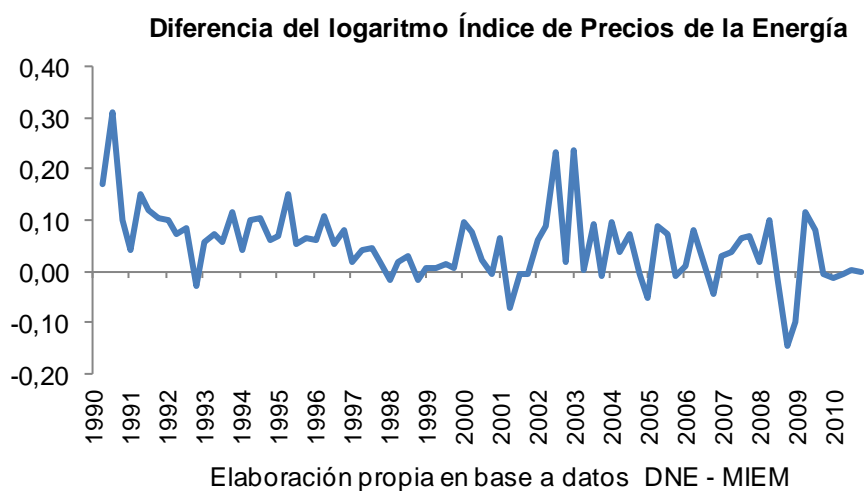
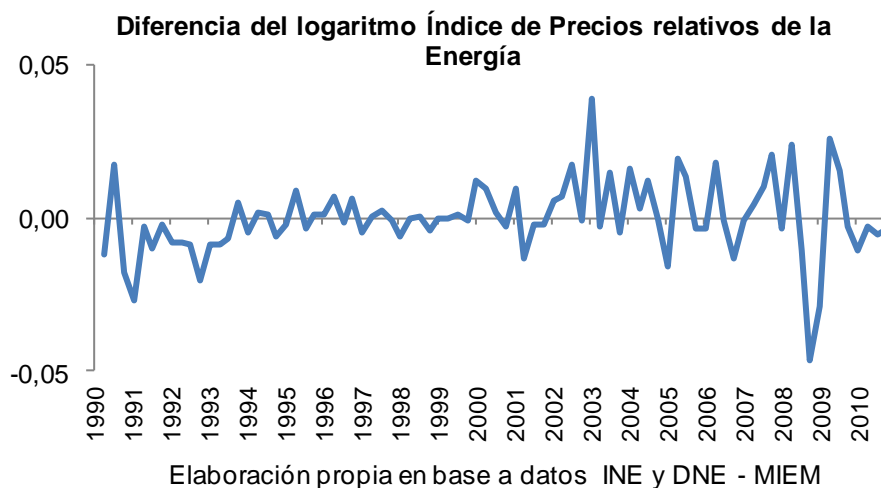


Gráfico 12:



Por último resta caracterizar las series representativas del factor no lineal, tanto calculado en base al índice de precios de Paasche como a los precios relativos de la energía respecto del IPC.

²⁹ Ver anexo

³⁰ Ver anexo

Gráfico 13:

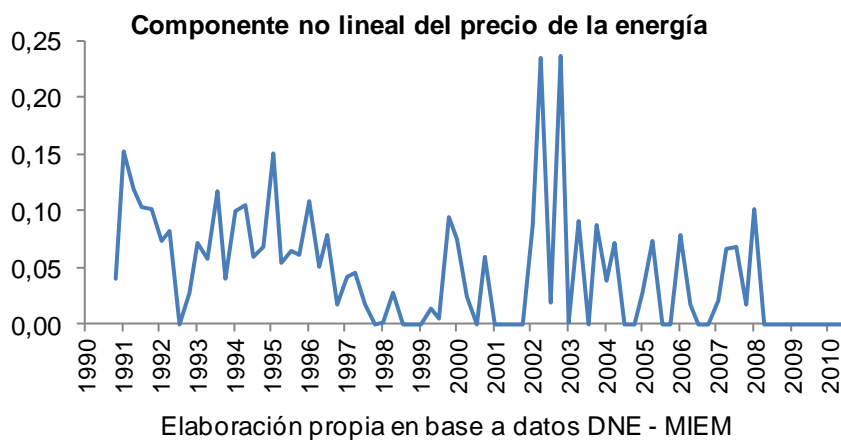
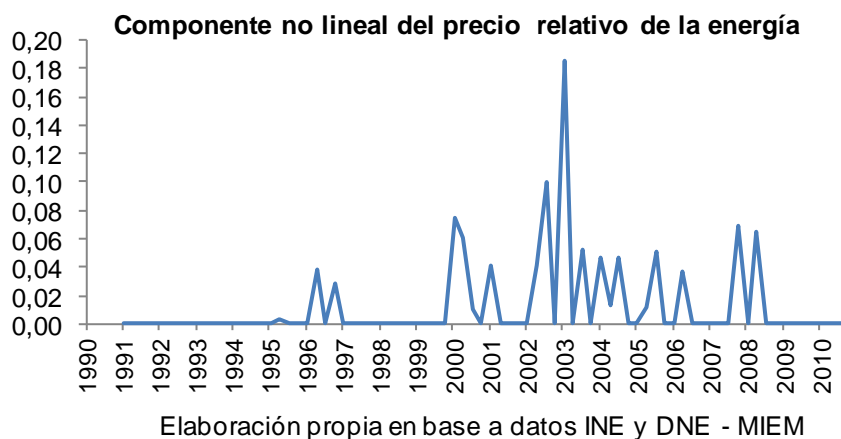


Gráfico 14:



Un primer análisis gráfico mostró claramente que ambas series no aparentan contener una tendencia. Para verificar formalmente la estacionariedad de dichas series, es que se observaron los correlogramas³¹ y contrastes de ADF³² para ambas series, y se pudo comprobar que en ambos casos se trata de series estacionarias.

³¹ Ver anexo

³² Ver anexo

Tras esta caracterización de las series se aprecia que se trata de 3 series integradas de orden 1, y que en diferencia se muestran estacionarias, como lo son el Índice de Precios de la Energía, los precios relativos de la energía y el PIB. A su vez, el factor no lineal incluido por Hamilton también mostró comportamiento estacionario tanto cuando se calcula en base al índice de precios de Paasche como en base a los precios relativos de la energía.

Por tanto y con estos resultados, se puede tener certeza de que al momento de trabajar con las series del PIB, de los precios de la energía (ya sea con el índice de Paasche o en términos relativos) en primeras diferencias, y del factor no lineal en niveles (bajo sus dos construcciones), las técnicas econométricas de estimación aplicadas entre dichas variables, como fue el caso de Mínimos Cuadrados Ordinarios, no corrieron riesgo de arrojar resultados erróneos asociados a distintos niveles de integración entre las series.

6.3. Estimación

Como ya se mencionó anteriormente, para observar la relación que existe entre el precio de la energía y el PIB se utilizará la estrategia de estimación aplicada por Hamilton (2010). Según la propuesta del autor, el vínculo entre los precios de la energía y el crecimiento del PIB es de carácter no lineal, ya que no necesariamente la relación entre las variables es de tipo proporcional y constante. La posibilidad de no

respuesta simétrica del producto frente a movimientos opuestos de los precios, la reacción ante grandes shocks de los mismos, o las diferentes reacciones que se pueden dar frente a alzas de precios en escenarios de estabilización de los mismos versus cuando surgen como corrección de bajas anteriores; son ejemplos de algunos efectos que el término no lineal puede recoger, según la visión del autor. La ecuación que propone tiene la siguiente forma:

$$y_t = \alpha + \sum_{i=0}^p \phi_i y_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_i p_{e_{t-i}} + \sum_{i=0}^p \gamma_i p_{e^*_{t-i}} + \varepsilon_t$$

Donde y_t representa la tasa de crecimiento del PIB (es decir, es la diferencia primera de la variable en nivel, tomada en logaritmos), α es una constante, $p_{e_{t-i}}$ representa la tasa de crecimiento de los precios relativos de la energía y $p^*_{e_{t-i}}$ es una función no lineal de los precios relativos de la energía. Según Hamilton la forma adecuada de recoger el efecto no lineal del impacto de los precios de la energía sobre el crecimiento del PIB es la siguiente:

$$p^*_{e_{t-i}} = \max\{0, X_t - \max\{X_{t-1}, X_{t-2}, X_{t-3}, X_{t-4}\}\}$$

Donde X_t representa el logaritmo de los precios de la energía. Cabe destacar que en Hamilton (2010) se utilizan los primeros 12 rezagos en lugar de los primeros 4 como se muestra aquí. Sin embargo, las diferencias entre los resultados al utilizar una u otra transformación no

lineal, no son significativas en la presente investigación³³. Asimismo hay que tener en cuenta que al adicionar rezagos se pierden grados de libertad y por lo tanto se prefirió utilizar solamente 4 rezagos.

A su vez, se optó por utilizar un valor de $p = 4$, es decir, que todos los regresores incorporan sus primeros 4 rezagos en la ecuación. Esto se debió fundamentalmente a que en la presente investigación se utilizaron datos trimestrales. De esta forma la ecuación incorpora para cada momento del tiempo, la información asociada al período actual y a los 4 trimestres anteriores³⁴.

a. Modelo de precios absolutos de la energía

En una primera etapa se estimó un modelo suponiendo que el vínculo entre los precios de la energía y el crecimiento del PIB tuviera un comportamiento estrictamente lineal y que los precios que se utilizan no son los precios relativos de la energía sino los precios en términos absolutos, desestimando en esta instancia las recomendaciones realizadas por Hamilton. Dicho modelo explica la tasa de crecimiento del PIB por intermedio de sus propios rezagos, una constante y la tasa de crecimiento de los precios de la energía. Adicionalmente se incorporaron 4 variables binarias o dummies de forma de eliminar algunos datos atípicos en la serie del PIB³⁵.

³³ Ya que el número de rezagos refiere al número de períodos que se espera que el shock perdure.

³⁴ Notar que si se hubieran utilizado datos mensuales, el número de rezagos (p) hubiera sido igual a 12.

³⁵ Ver anexo.

En cuanto a los resultados obtenidos en este primer modelo, no se aprecian variables que resulten significativas al 5%, excepto las binarias incorporadas, por lo que el modelo lineal (en línea con el pensamiento de Hamilton) podría no ser la forma más adecuada para obtener la relación entre los precios de la energía y el PIB.

En una segunda etapa y teniendo en cuenta ahora sí, la recomendación de Hamilton de incorporar un término que recoja el efecto no lineal del impacto de las variaciones del precio de la energía sobre el PIB (pero no aún el hecho de utilizar precios relativos), se estimó el modelo propuesto por el autor (considerando nuevamente las variables binarias anteriormente mencionadas).

Del nuevo modelo propuesto puede apreciarse³⁶ que, además de que las variables binarias nuevamente se muestran significativas, la tasa de crecimiento de los precios de la energía, expresada a través del componente lineal, presenta una relación significativa y positiva con el PIB. Sin embargo, el componente no lineal contemporáneo de los precios de la energía opera en sentido contrario y también es significativo al 5%. Por tanto, del modelo precedente no se pueden extraer conclusiones contundentes acerca de la relación entre la tasa de crecimiento de los precios de la energía (tomados en términos absolutos) y la tasa de crecimiento del PIB, ya que resulta poco claro el signo del efecto neto de los precios. Se probó también ir eliminando rezagos (en función de si eran

³⁶ Ver anexo

significativos o no) y no pudo concluirse que exista una relación negativa entre las variables de interés de la presente investigación.

b. Utilización de precios relativos de la energía

Finalmente se procedió a utilizar los precios de la energía en términos relativos. Para ello se dividió el índice de precios de la energía de Paasche utilizado para las estimaciones anteriores, por el Índice de Precios al Consumo. Nuevamente en primer lugar se estimó un modelo de tipo lineal, sin tener en cuenta el término no lineal asociado a los precios de la energía propuesto por Hamilton. Los resultados mostraron una vez más que los parámetros no son significativos (a excepción del caso de las variables binarias).

En último término se estimó un modelo que toma en cuenta todas las recomendaciones efectuadas por Hamilton. En esta instancia se tomó en cuenta por un lado, la adición del componente no lineal de los precios de la energía, y por otro, la utilización de precios relativos de la energía.

En este caso, los resultados obtenidos (luego de eliminar los coeficientes individualmente no significativos al 10%) fueron los siguientes:

Cuadro 1: Modelo con precios relativos y sin rezagos:

Dependent Variable: DLOG(Y)
Method: Least Squares
Date: 02/05/12 Time: 13:26
Sample (adjusted): 1991Q1 2010Q4
Included observations: 80 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLOG(PEIPC)	0.100480	0.052204	1.924754	0.0582
PNLIPC	-0.208671	0.099871	-2.089403	0.0402
DUM199503	-0.053533	0.017942	-2.983742	0.0039
DUM199702	0.085122	0.017970	4.736897	0.0000
DUM2002	0.010426	0.004180	2.494366	0.0149
DUM200203	-0.067453	0.018984	-3.553101	0.0007
C	0.005988	0.002896	2.067379	0.0422
R-squared	0.447277	Mean dependent var		0.007554
Adjusted R-squared	0.401847	S.D. dependent var		0.022924
S.E. of regression	0.017729	Akaike info criterion		-5.143772
Sum squared resid	0.022946	Schwarz criterion		-4.935345
Log likelihood	212.7509	Hannan-Quinn criter.		-5.060207
F-statistic	9.845557	Durbin-Watson stat		1.841217
Prob(F-statistic)	0.000000			

La principal conclusión que se obtiene del presente modelo es la siguiente: en un contexto de crecimiento de los precios relativos de la energía, se puede afirmar que el PIB se resiente. Es decir, que cuando los precios de la energía crecen por encima del nivel general de precios de la economía, el PIB sufre un impacto negativo. De acuerdo al marco teórico previamente expuesto, este efecto opera bajo el canal de la oferta, según el cual, tras el incremento de los precios relativos del factor energía, se generan los incentivos para la sustitución de capital intensivo en el uso de energía por tecnologías menos intensivas en ésta, hecho que provoca una reasignación de la mano de obra y por tanto un cambio en la relación capital-trabajo que tiene como consecuencia una caída del producto.

Para poder cuantificar el efecto anteriormente mencionado, supóngase que los precios relativos de la energía crecen un 100% en

determinado período. En este contexto, en el período contemporáneo, el PIB recibiría un impacto negativo de 10% (esto surge de la obtención del efecto neto entre los coeficientes contemporáneos -lineal y no lineal- del precio relativo de la energía).

Si bien puede resultar sorprendente el hecho de que los resultados significativos se observen únicamente en el mismo período en que se verifica el shock de precios de la energía, resulta fundamental tener presente que el modelo es aplicable en un contexto de incrementos sostenidos de precios de la energía, existiendo varios períodos consecutivos de alza de precios con impacto negativo sobre el PIB.

De esta forma se comprueba que el modelo propuesto por Hamilton, pero trabajado con precios relativos resulta aplicable a la economía uruguaya y que los resultados obtenidos validan la hipótesis expuesta en esta investigación acerca del vínculo negativo que existe entre la tasa de crecimiento de los precios de la energía y la tasa de crecimiento del PIB.

7. Análisis Complementario

Una vez construido los índices de precios de la energía, habiendo determinado que el índice de Paasche es el índice que mejor refleja la evolución del precio de la energía que consume el sector productivo y habiendo encontrado un vínculo entre los precios de la energía y el producto interno bruto, resulta interesante realizar un breve análisis comparativo de la evolución de los precios de los factores productivos.

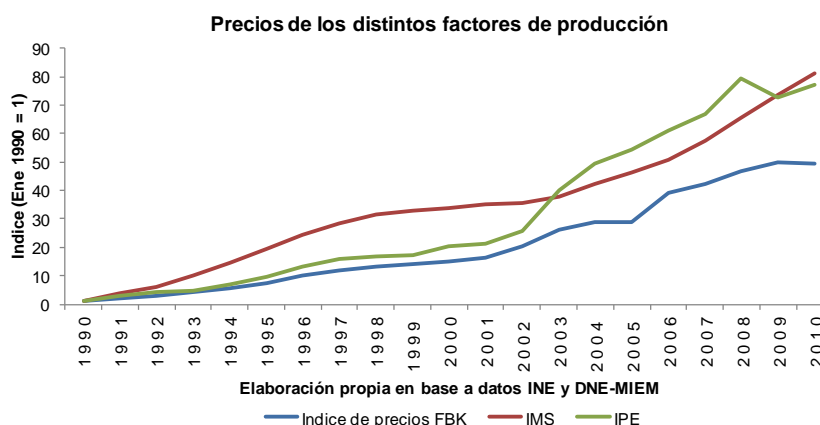
Como se mencionó anteriormente los tres factores productivos considerados en la presente investigación son el trabajo, el capital y la energía.

Para el caso del factor trabajo se tuvo en cuenta la evolución del Índice Medio de Salarios (IMS) elaborado por el INE. En el caso del capital se procedió a construir un índice de precios a partir de las series de formación bruta de capital elaboradas por el INE. Se tomaron las series de formación bruta de capital a precios corrientes, y a precios constantes, obteniendo de la segunda la variación en volumen físico de la formación bruta de capital. Dividiendo la serie en precios corrientes sobre la evolución en volumen físico, se llegó a un índice de variaciones de precios de la formación bruta de capital fijo. Por su parte, para analizar la trayectoria de los precios de la energía, se utilizó el índice de precios de Paasche construido en la presente investigación.

De comparar la evolución de las tres series de precios, lo que se puede concluir es que **punta a punta**, en estos veintidós años, los factores trabajo y energía tuvieron una evolución similar, no existiendo prácticamente variación en los precios relativos. En relación al capital, lo que se observa es una caída en el precio relativo, tanto frente al trabajo como en comparación con la energía.

Por tanto en estos últimos veintidós años se observa un abaratamiento en términos relativos del capital frente a los otros factores productivos, trabajo y energía y una evolución similar de los precios de estos últimos dos factores. En el siguiente gráfico se puede observar la evolución de los precios de los tres factores. Mientras el precio del capital aumenta en el entorno de un 5.000% en el período de estudio, el trabajo y la energía aumentan en el entorno de un 8.000% en dicho período, reflejando el contraste antes mencionado.

Gráfico 12:



Sin embargo, si se recuerda el gráfico del índice de precios de la energía, la evolución en los primeros años es de crecimiento relativamente bajo, mientras que en una segunda etapa la tasa de crecimiento es superior. Es por eso que también se consideró relevante comparar la evolución de los precios de los tres factores de producción, pero en este caso, para un marco temporal más acotado. Se procedió entonces a estudiar la evolución de los precios para los últimos 10 años.

Aquí los resultados muestran variaciones respecto a los obtenidos para el período en su conjunto. Según se observa, en los últimos 10 años los precios de la energía crecieron (punta a punta) un 261%, seguido por el capital, que lo hizo al 206%. Por su parte, los salarios crecieron solamente un 130%.

Se puede concluir entonces que si bien para los veintiún años que abarca la presente investigación los precios de la energía y del trabajo crecieron aproximadamente a igual tasa, si se consideran solamente los últimos 10 años, los precios de la energía han crecido por encima de los precios de los restantes factores de producción.

8. Conclusión

La motivación principal de la presente investigación fue mostrar la importancia que actualmente y de cara al futuro tiene el tema energético en cualquier país (los estudios al respecto así lo reflejan) pero particularmente en un país como Uruguay que se caracteriza por la fuerte dependencia de la importación de combustibles fósiles.

Para ello se construyó un Índice de Precios de la Energía y se buscó hallar su vínculo con el PIB. Se procedió a calcular una serie de Índices de Precios de la Energía, tanto de canasta fija como variable, y se optó finalmente por un índice de precios de Paasche como consecuencia de que, en opinión de los autores, es aquél que mejor refleja el esfuerzo económico que deben realizar los agentes económicos a la hora de proveerse del factor energía. Esto debido a que el cálculo del índice refleja la variación de precios en la canasta contemporánea para todos los momentos del tiempo, mientras que el resto de los índices, o bien utilizan la canasta de algún período anterior, o bien una combinación entre ambas formas de cálculo. Asimismo, se debe tener en cuenta que la presente investigación no posee las limitaciones que sí atañen a los Institutos de Estadística, los que disponen de un cronograma de publicación de los datos, por lo que actualizar las canastas en cada período sería imposible. Esta ventaja permitió elegir entre una batería mayor de índices, cuál era considerado más apropiado para los propósitos de la presente

investigación. A su vez, en el plano empírico se constató que existen diferencias entre los valores arrojados por los diferentes índices. Particularmente se observó que en los períodos de mayor crecimiento de los precios de la energía, las diferencias se acrecientan y por tanto la elección cobra real importancia. A modo ilustrativo, para el mes de julio de 2008 (mes que representa el pico más alto en los valores de los precios de la energía) se observó que el índice de precios de Paasche es un 4% menor que los índices de Torqvist, Geométrico y Fisher, y un 9% menor que el índice de Laspeyres.

En cuanto al vínculo que existe entre los precios de la energía y el crecimiento económico puede afirmarse que de acuerdo al primer modelo estimado, en el cuál se supuso que la relación entre las variables precio de la energía en términos absolutos y PIB era de carácter lineal, los resultados muestran coeficientes no significativos, por lo que no existe evidencia de una relación entre las variables de interés.

En una segunda etapa se tomó la recomendación propuesta por Hamilton, que establece que los precios de la energía y el PIB no se relacionan de forma lineal, sino que se debe adicionar un componente no lineal en el modelo de estimación, los resultados no permiten extraer conclusiones contundentes acerca de la existencia de una relación entre la tasa de crecimiento del PIB y la tasa de crecimiento de los precios de la energía en términos absolutos.

Cuando se trabajó sobre el modelo de Hamilton pero utilizando precios relativos, se obtuvo un modelo que muestra que en un contexto de crecimiento de los precios relativos de la energía, el PIB se resiente. Este efecto opera a través del canal de la oferta, según el cual, tras el incremento de los precios relativos del factor energía, se sustituye capital de tipo intensivo en el uso de energía, por tecnologías menos intensivas en ésta, lo que provoca una reasignación de la mano de obra y un cambio en la relación capital-trabajo que tiene como consecuencia una caída del producto.

Particularmente se observó que un incremento del 100% en los precios relativos de la energía, tendrá un impacto negativo sobre el PIB de un 10% (esto surge de la obtención del efecto neto entre los coeficientes contemporáneos -lineal y no lineal- del precio relativo de la energía).

Los resultados obtenidos validan la hipótesis expuesta en esta investigación acerca del vínculo negativo que existe entre la tasa de crecimiento de los precios de la energía y la tasa de crecimiento del PIB.

Este último comentario toma importante valor en el marco de una economía, como la uruguaya, que busca reducir su exposición a los *shocks* de precios de energía, mediante la transformación de la matriz energética.

Finalmente se desarrolló un estudio comparativo de la evolución de los precios de los tres factores productivos considerados relevantes en la

presente investigación. De dicho estudio se constató que en los últimos veintiún años los precios de la energía y del trabajo crecieron en torno al 8.000%, mientras que el capital lo hizo al 5.000%. Sin embargo, si se tienen en cuenta únicamente los últimos diez años, se observa que los precios de la energía crecieron un 261% seguidos por el capital que lo hizo un 206%. Finalmente el precio del factor trabajo creció al 130%. Estos resultados muestran que en los últimos años el precio relativo de la energía respecto de los factores restantes ha experimentado una evolución creciente.

Como conclusión general, y habiendo obtenido resultados significativos en la relación precios de la energía y crecimiento económico, resulta de suma relevancia plantear la necesidad de que los países, y en particular Uruguay, por tratarse de una economía dependiente en términos energéticos, desarrollen mecanismos que salvaguarden los procesos de crecimiento económico.

Plantearse por tanto la creación de fondos de estabilidad, y de contratos de abastecimiento de energías renovables y autóctonas, que aislen o amortigüen los impactos de las variaciones de precios de la energía, parecen ser estrategias adecuadas a seguir. En este sentido, cabe destacar que el país ha avanzado en esta materia en los últimos años y está procurando la consecución de una matriz energética, que otorgue mayor seguridad y estabilidad al abastecimiento de energía nacional.

Referencias bibliográficas

- Argonne National Laboratory (1995). Uruguay Energy Supply Options Study.
- ALTINAY, Galip & KARAGOL, Erdal (2005) "Electricity consumption and economic growth: Evidence from Turkey"
- ASAFU-ADJAYE, John (2000): "The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: time series evidence from Asian developing countries". En Energy Economics, Brisbane, n 22, Department of Economics, The University of Queensland, pp. 615-625.
- BALK, Bert M. (2008): "Price and Quantity Index Numbers: Models for measuring aggregate change and difference". Cambridge University Press, New York, United States of America.
- BANCO CENTRAL DEL URUGUAY (2009) "Revisión Integral de las Cuentas Nacionales 1997-2008: Metodología". Asesoría Económica / Área de Estadísticas Económicas. Programa de Cambio de Año Base e Implementación del Sistema de Cuentas Nacionales 1993.
- BANCO MUNDIAL: "Uruguay. Notas de política. Desafíos y oportunidades 2010-2015".
- BEKHET, H. & MOHAMED YUSOP, N. (2009): "Assessing the Relationship between Oil Prices, Energy Consumption and Macroeconomic Performance in Malaysia: Co-integration and Vector Error Correction Model (VECM) Approach". En International Business Research, Paghan, Vol 2, n 3.
- BERTONI, R. (2010): "Energía y Desarrollo: la restricción energética en Uruguay como Problema". FCS, Universidad de la República.
- BLÜMEL, ESPINOZA, ROMPER (2009): "Precios de la energía y Crecimiento económico: evidencia de una relación". Serie Informe Económico. N 206.
- BOHI, Douglas R. (1990) "On the macroeconomic effects of energy price shocks"
- CIDE (1966). Diagnóstico y Plan de Energía 1965-1974. Montevideo.
- Congress of the United States. Congressional Budget Office (2006): "The Economic Effects of Recent Increases in Energy Prices". n 2835.
- DAVIES M., SUGDEN C., (2010): "Macroeconomic Impacts of Energy Prices in the Pacific". International Monetary Fund. Suva.
- DELFINO José A. (2002): "Introducción a la teoría de los números índices". Universidad Nacional de Córdoba / Facultad de Ciencias Económicas / Departamento de Economía y Finanzas. Córdoba, Argentina.
- DIEWERT W. (1975): "Exact and Superlative index numbers". Journal of Econometrics 4 (1976). North-Holland Publishing Company.

- DIEWERT W. (1988): "The early history of price index research". National Bureau of Economic Research. Cambridge.
- DIEWERT W. and NAKAMURA O. (1993): "Essays in Index Number Theory, Volume I". Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, The Netherlands.
- DNETN/MIEM (2008): Lineamientos Estratégicos (2005 – 2030). Montevideo, Uruguay. Disponible en www.dnetn.gub.uy
- GONZÁLEZ POSSE, E Y PATIÑO, E. (1994): "Análisis prospectivo de la economía uruguaya". Resultados del convenio UTE-Udelar. Montevideo, Uruguay.
- FOSTER V, TRE J, WODON Q (2000): "Energy consumption and income: An inverted-U at the household level?". World Bank.
- Global Wind Energy Council (GWEC) - Generación de energía eólica. Disponible en: <http://www.gwec.net/index.php?id=126> [acceso 20/12/2011]
- HAMILTON, J. (2000) *What is an oil shock?* Working Paper 7755, National Bureau of Economic Research, Cambridge.
- HAMILTON, J. (2005): "Oil and Macroeconomy". Department of Economics, University of California. San Diego.
- HAMILTON, J. (2010): "Nonlinearities and the Macroeconomic effects of oil prices". NBER Working papers series.
- HICKMAN (1984): "Macroeconomic effects of energy shocks and policy responses: a structural comparison of fourteen models." Bert G.
- HOWARTH, R. (1997): "Energy efficiency and economic growth, Contemporary Economic Policy".
- Informe Kalas (1982). Misión Técnica de ONUDI.
- INE - Índice de Precios al Consumo [online] (actualizado enero 2012) Disponible en <http://www.ine.gub.uy/preciosysalarios/ipc2008.asp?Indicador=ipc> [acceso 22/1/2012]
- International Energy Agency (2004): "Analysis of the Impact of High Oil Prices on the Global Economy".
- KANDER, A. MALANIMA, P. WARDE, P. (2008) "Energy transitions in Europe: 1600-2000". CIRCLE Electronic Working Paper Series, Lund University, Paper no. 2008/12.
- MAHADEVA, L. & ROBINSON, P (2009): "Ensayo 76: Prueba de Raíz Unitaria para ayudar a la construcción de un modelo". Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos. Primera edición – México.
- MELOGNIO, Porras (2008): "Sensibilidad de la demanda laboral ante cambios en las variables que la determinan Uruguay: 1986 – 2005". Trabajo Monográfico para obtención título de Grado. FCCCE, Universidad de la República.

- MOLINARI, J (2010): “Energía y Desarrollo: un análisis de la evolución reciente del Sub-Sector Eléctrico Uruguayo”. Notas de clase, curso de Seminario de Economía Nacional - Facultad de Ciencias Económicas y de Administración - Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.
- MOLINARI, J Y RUCHANSKY B. (2002): “Sector Eléctrico: uso y abuso de las comparaciones tarifarias” Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.
- NOVALES, Alfonso (1993): “Econometría”, segunda edición. Editorial Isabel Capella.
- OIT / FMI / OCDE / Oficina Estadística de las Comunidades Europeas / Organización de las Naciones Unidas / Banco Mundial (2006). “Manual del índice de precios al consumidor: Teoría y práctica”. Departamento de Tecnologías y Servicios Generales, Washington, Estados Unidos. Fondo Monetario Internacional.
- PEÑA, Daniel (2005): “Análisis de series temporales”. Editorial Alianza.
- PNUD Uruguay (2007): “Uruguay: El cambio climático aquí y ahora”. Informe Mundial sobre Desarrollo Humano.
- RASCHE, R & TATOM, J. (1981) “Energy price shocks, aggregate supply and monetary policy: The theory and the international evidence”. North-Holland Publishing Company.
- RAY, Debraj. “Development economics”. Princeton University Press, 1998 (ed. en ingles).
- ROMER, Paul (1986) “Increasing Returns and Long Run Growth”. Journal of Political Economy, vol. 94, núm.5, octubre.
- SALA-I-MARTIN, Xavier. “Apuntes de crecimiento económico”. Barcelona, Antoni Bosch, 1994 (1ª. Edición).
- SCHURR, S. & NETSCHERT B. (1960) “Energy and the American Economy, 1850-1975”. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- SCROPE, G. Poulett (1983): “Principles of Political Economy”. London: Longman, Rees, Orme, Brown, Green and Longman.
- SHAHID ALAM, M. (2006) *Economic Growth with Energy*. MPRA Paper 1260, University Library of Munich, Germany.
- SOLOW, R. M. (1956) “A contribution to the theory of economic growth”. Quarterly Journal of Economics, 70: 65-94.
- STERN, David (2003): “Energy and economic growth”. Department of Economics, Rensselaer Polytechnic Institute. NY, USA.
- TATOM, John A (1987): “The Macroeconomic Effects of the Recent fall in Oil Prices”. Federal Reserve Bank of St.Louis.
- TATOM, John A (1991): “The 1990 Oil Price Hike in Perspective”. Federal Reserve Bank of St.Louis.
- WOOLDRIGE, Jeffrey M. (2002): “Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data”. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. London, England

Anexo

Correlograma 1: PIB en niveles

Date: 02/05/12 Time: 12:03
Sample: 1990Q1 2010Q4
Included observations: 84

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.935	0.935	76.061	0.000	
2	0.869	-0.042	142.54	0.000	
3	0.802	-0.042	199.86	0.000	
4	0.737	-0.015	248.97	0.000	
5	0.675	-0.022	290.66	0.000	
6	0.613	-0.036	325.47	0.000	
7	0.556	0.002	354.48	0.000	
8	0.503	-0.009	378.49	0.000	
9	0.443	-0.084	397.41	0.000	
10	0.382	-0.053	411.65	0.000	
11	0.323	-0.020	422.01	0.000	
12	0.270	-0.002	429.34	0.000	
13	0.221	-0.012	434.32	0.000	
14	0.172	-0.035	437.39	0.000	
15	0.127	-0.022	439.06	0.000	
16	0.084	-0.021	439.81	0.000	
17	0.050	0.039	440.08	0.000	
18	0.022	0.008	440.13	0.000	
19	-0.006	-0.030	440.14	0.000	
20	-0.032	-0.019	440.25	0.000	
21	-0.059	-0.036	440.65	0.000	
22	-0.082	-0.007	441.43	0.000	
23	-0.105	-0.027	442.74	0.000	
24	-0.117	0.060	444.40	0.000	
25	-0.124	0.011	446.29	0.000	
26	-0.128	-0.005	448.33	0.000	
27	-0.125	0.033	450.33	0.000	
28	-0.126	-0.031	452.36	0.000	
29	-0.122	0.017	454.33	0.000	
30	-0.105	0.111	455.80	0.000	
31	-0.087	0.004	456.82	0.000	
32	-0.056	0.098	457.25	0.000	
33	-0.024	0.016	457.34	0.000	
34	0.008	0.026	457.35	0.000	
35	0.034	-0.037	457.52	0.000	
36	0.061	0.043	458.08	0.000	

Test ADF 1: PIB en niveles

Null Hypothesis: Y has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=8)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.379057	0.9869
Test critical values:		
1% level	-4.072415	
5% level	-3.464865	
10% level	-3.158974	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(Y)
Method: Least Squares
Date: 02/05/12 Time: 12:09
Sample (adjusted): 1990Q2 2010Q4
Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Y(-1)	-0.011975	0.031593	-0.379057	0.7056
C	1.242967	2.566028	0.484394	0.6294
@TREND(1990Q1)	0.019741	0.021059	0.937430	0.3514
R-squared	0.019415	Mean dependent var		0.830969
Adjusted R-squared	-0.005100	S.D. dependent var		2.335059
S.E. of regression	2.341006	Akaike info criterion		4.574514
Sum squared resid	438.4247	Schwarz criterion		4.661942
Log likelihood	-186.8423	Hannan-Quinn criter.		4.609637
F-statistic	0.791972	Durbin-Watson stat		1.908158
Prob(F-statistic)	0.456469			

Correlograma 2: 1ª Diferencias del logaritmo del PIB

Date: 02/05/12 Time: 12:08
Sample: 1990Q1 2010Q4
Included observations: 83

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.018	0.018	0.0291	0.864	
2	0.114	0.114	1.1581	0.560	
3	0.138	0.136	2.8353	0.418	
4	-0.093	-0.112	3.6052	0.462	
5	0.156	0.133	5.8178	0.324	
6	0.116	0.123	7.0543	0.316	
7	-0.022	-0.035	7.1002	0.419	
8	0.062	-0.012	7.4631	0.488	
9	0.172	0.195	10.274	0.329	
10	0.005	0.004	10.277	0.417	
11	-0.016	-0.121	10.302	0.503	
12	-0.072	-0.117	10.814	0.545	
13	-0.101	-0.041	11.846	0.540	
14	0.052	0.034	12.126	0.596	
15	0.032	0.014	12.235	0.661	
16	-0.135	-0.142	14.157	0.587	
17	-0.031	-0.034	14.260	0.649	
18	-0.039	0.015	14.426	0.701	
19	-0.078	-0.043	15.102	0.716	
20	0.007	-0.019	15.107	0.770	
21	-0.065	0.027	15.595	0.792	
22	-0.202	-0.145	20.300	0.564	
23	-0.090	-0.145	21.256	0.565	
24	0.028	0.094	21.346	0.618	
25	-0.053	0.077	21.687	0.654	
26	0.046	0.035	21.947	0.692	
27	-0.015	0.003	21.977	0.739	
28	-0.095	-0.041	23.133	0.726	
29	0.027	-0.014	23.228	0.766	
30	-0.002	0.040	23.228	0.806	
31	-0.164	-0.118	26.874	0.678	
32	0.006	-0.014	26.879	0.724	
33	-0.175	-0.190	31.199	0.557	
34	-0.053	-0.098	31.610	0.585	
35	-0.025	-0.115	31.705	0.628	
36	-0.058	0.070	32.204	0.650	

Test ADF 2: 1ª Diferencias del logaritmo del PIB

Null Hypothesis: D(LOG(Y)) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=8)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-8.817628	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.512290	
5% level	-2.897223	
10% level	-2.585861	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOG(Y),2)
Method: Least Squares
Date: 02/05/12 Time: 12:11
Sample (adjusted): 1990Q3 2010Q4
Included observations: 82 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOG(Y(-1)))	-0.981556	0.111317	-8.817628	0.0000
C	0.007807	0.002676	2.917224	0.0046
R-squared	0.492870	Mean dependent var		0.000307
Adjusted R-squared	0.486531	S.D. dependent var		0.032064
S.E. of regression	0.022976	Akaike info criterion		-4.684626
Sum squared resid	0.042233	Schwarz criterion		-4.625925
Log likelihood	194.0697	Hannan-Quinn criter.		-4.661059
F-statistic	77.75057	Durbin-Watson stat		1.961594
Prob(F-statistic)	0.000000			

**Correlograma 3:
Precios de la energía en niveles**

Date: 02/05/12 Time: 12:13
Sample: 1990Q1 2010Q4
Included observations: 84

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.970	0.970	81.809	0.000	
2	0.936	-0.066	158.99	0.000	
3	0.904	0.014	231.89	0.000	
4	0.873	-0.007	300.72	0.000	
5	0.839	-0.075	365.02	0.000	
6	0.803	-0.029	424.74	0.000	
7	0.771	0.042	480.54	0.000	
8	0.744	0.048	533.12	0.000	
9	0.708	-0.156	581.43	0.000	
10	0.662	-0.182	624.22	0.000	
11	0.616	-0.031	661.71	0.000	
12	0.575	0.053	694.83	0.000	
13	0.532	-0.051	723.63	0.000	
14	0.492	0.057	748.65	0.000	
15	0.456	0.026	770.45	0.000	
16	0.421	-0.071	789.25	0.000	
17	0.384	-0.054	805.12	0.000	
18	0.344	-0.023	818.09	0.000	
19	0.306	0.033	828.50	0.000	
20	0.271	0.004	836.78	0.000	
21	0.235	-0.042	843.12	0.000	
22	0.197	-0.069	847.66	0.000	
23	0.162	-0.019	850.77	0.000	
24	0.131	0.003	852.82	0.000	
25	0.098	-0.034	853.99	0.000	
26	0.065	0.006	854.51	0.000	
27	0.035	0.024	854.66	0.000	
28	0.006	-0.046	854.67	0.000	
29	-0.021	-0.005	854.72	0.000	
30	-0.048	-0.026	855.03	0.000	
31	-0.073	0.021	855.77	0.000	
32	-0.099	-0.063	857.13	0.000	
33	-0.119	0.075	859.14	0.000	
34	-0.139	-0.013	861.93	0.000	
35	-0.154	0.040	865.42	0.000	
36	-0.168	-0.031	869.65	0.000	

**Test ADF 3:
Precios de la energía en niveles**

Null Hypothesis: P has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 5 (Automatic - based on AIC, maxlag=8)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.711135	0.7371
Test critical values:		
1% level	-4.080021	
5% level	-3.468459	
10% level	-3.161067	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(P)
Method: Least Squares
Date: 02/05/12 Time: 12:14
Sample (adjusted): 1991Q3 2010Q4
Included observations: 78 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
P(-1)	-0.067575	0.039491	-1.711135	0.0915
D(P(-1))	0.248599	0.115223	2.157551	0.0344
D(P(-2))	-0.237793	0.117844	-2.017870	0.0474
D(P(-3))	-0.203555	0.118150	-1.722858	0.0893
D(P(-4))	0.186665	0.116503	1.602238	0.1136
D(P(-5))	-0.221585	0.117213	-1.890448	0.0628
C	-0.680377	0.911957	-0.746063	0.4581
@TREND(1990Q1)	0.092072	0.044665	2.061374	0.0430

R-squared	0.235980	Mean dependent var	0.952176
Adjusted R-squared	0.159578	S.D. dependent var	2.773439
S.E. of regression	2.542537	Akaike info criterion	4.801116
Sum squared resid	452.5144	Schwarz criterion	5.042830
Log likelihood	-179.2435	Hannan-Quinn criter.	4.897879
F-statistic	3.088669	Durbin-Watson stat	1.966094
Prob(F-statistic)	0.006778		

**Correlograma 4:
1ª Diferencias del logaritmo de los Precios de la energía**

Date: 02/05/12 Time: 12:25
Sample: 1990Q1 2010Q4
Included observations: 83

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.269	0.269	6.2035	0.013	
2	0.179	0.115	8.9881	0.011	
3	0.077	0.004	9.5141	0.023	
4	0.237	0.215	14.520	0.006	
5	0.003	-0.125	14.521	0.013	
6	0.114	0.100	15.722	0.015	
7	0.060	0.021	16.060	0.025	
8	0.170	0.093	18.767	0.016	
9	0.025	-0.022	18.826	0.027	
10	-0.035	-0.125	18.943	0.041	
11	-0.016	0.030	18.969	0.062	
12	0.141	0.117	20.945	0.051	
13	0.046	0.001	21.161	0.070	
14	-0.036	-0.078	21.293	0.094	
15	0.058	0.080	21.645	0.117	
16	0.117	0.053	23.078	0.112	
17	-0.033	-0.089	23.197	0.143	
18	-0.073	-0.043	23.780	0.162	
19	0.053	0.073	24.089	0.193	
20	0.012	-0.064	24.104	0.238	
21	0.091	0.132	25.039	0.245	
22	-0.028	-0.056	25.129	0.291	
23	0.008	-0.033	25.137	0.343	
24	-0.094	-0.113	26.188	0.344	
25	-0.019	0.001	26.229	0.395	
26	-0.153	-0.051	29.110	0.306	
27	-0.017	-0.015	29.148	0.354	
28	-0.008	0.035	29.157	0.405	
29	0.033	0.024	29.300	0.450	
30	-0.097	-0.029	30.540	0.438	
31	0.001	0.002	30.540	0.490	
32	-0.018	0.030	30.583	0.538	
33	-0.024	-0.040	30.663	0.584	
34	-0.016	0.041	30.698	0.630	
35	0.026	0.002	30.798	0.671	
36	0.001	0.003	30.799	0.714	

**Test ADF 4:
1ª Diferencias del logaritmo de los Precios de la energía**

Null Hypothesis: D(LOG(P)) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=8)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.886411	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.512290	
5% level	-2.897223	
10% level	-2.585861	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

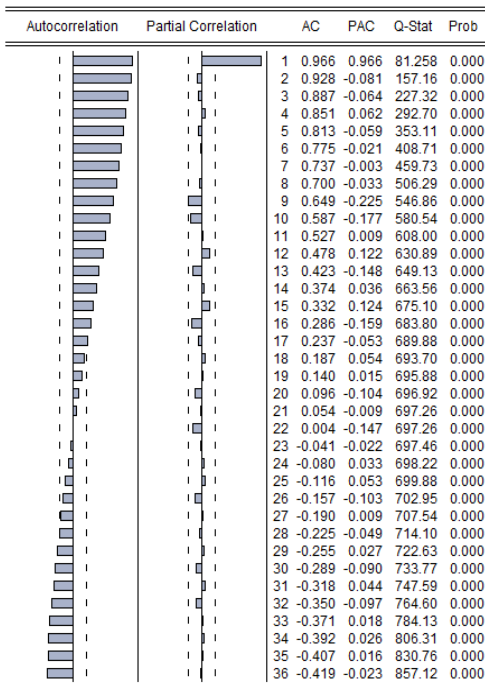
Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOG(P),2)
Method: Least Squares
Date: 02/05/12 Time: 12:19
Sample (adjusted): 1990Q3 2010Q4
Included observations: 82 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOG(P(-1)))	-0.729307	0.105905	-6.886411	0.0000
C	0.034456	0.009005	3.826227	0.0003

R-squared	0.372168	Mean dependent var	-0.002093
Adjusted R-squared	0.364320	S.D. dependent var	0.082626
S.E. of regression	0.065878	Akaike info criterion	-2.577947
Sum squared resid	0.347189	Schwarz criterion	-2.519246
Log likelihood	107.6958	Hannan-Quinn criter.	-2.554380
F-statistic	47.42266	Durbin-Watson stat	2.067942
Prob(F-statistic)	0.000000		

Correlograma 5:
Precios relativos de la energía en niveles

Date: 02/05/12 Time: 12:41
Sample: 1990Q1 2010Q4
Included observations: 84



Test ADF 5:
Precios relativos de la energía en niveles

Null Hypothesis: PEIPC has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=8)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.760218	0.2162
Test critical values:		
1% level	-4.072415	
5% level	-3.464865	
10% level	-3.158974	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

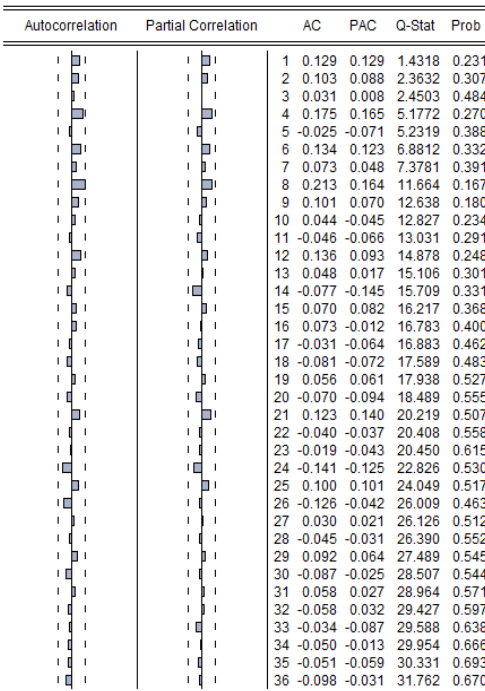
Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(PEIPC)
Method: Least Squares
Date: 02/05/12 Time: 12:42
Sample (adjusted): 1990Q2 2010Q4
Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PEIPC(-1)	-0.077406	0.028043	-2.760218	0.0072
C	0.006989	0.004820	1.449844	0.1510
@TREND(1990Q1)	0.000208	6.72E-05	3.100453	0.0027
R-squared	0.119698	Mean dependent var		-0.000140
Adjusted R-squared	0.097690	S.D. dependent var		0.012353
S.E. of regression	0.011734	Akaike info criterion		-6.017210
Sum squared resid	0.011015	Schwarz criterion		-5.929782
Log likelihood	252.7142	Hannan-Quinn criter.		-5.982086
F-statistic	5.438938	Durbin-Watson stat		1.801045
Prob(F-statistic)	0.006099			

Correlograma 6:
1ª diferencia del logaritmo de los Precios relativos de la energía

Date: 02/05/12 Time: 12:44
Sample: 1990Q1 2010Q4
Included observations: 83



Test ADF 6:
1ª diferencia del logaritmo de los Precios relativos de la energía

Null Hypothesis: D(LOG(PEIPC)) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=8)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.886947	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.512290	
5% level	-2.897223	
10% level	-2.585861	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOG(PEIPC),2)
Method: Least Squares
Date: 02/05/12 Time: 12:45
Sample (adjusted): 1990Q3 2010Q4
Included observations: 82 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOG(PEIPC(-1)))	-0.870925	0.110426	-7.886947	0.0000
C	6.20E-05	0.005965	0.010393	0.9917
R-squared	0.437428	Mean dependent var		0.000382
Adjusted R-squared	0.430395	S.D. dependent var		0.071567
S.E. of regression	0.054013	Akaike info criterion		-2.975085
Sum squared resid	0.233395	Schwarz criterion		-2.916385
Log likelihood	123.9785	Hannan-Quinn criter.		-2.951518
F-statistic	62.20393	Durbin-Watson stat		1.973437
Prob(F-statistic)	0.000000			

Correlograma 7:
Factor no lineal en niveles

Date: 02/05/12 Time: 14:31
Sample: 1990Q1 2010Q4
Included observations: 80

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.193	0.193	3.1031	0.078
		2	0.416	0.393	17.634	0.000
		3	0.102	-0.028	18.525	0.000
		4	0.184	0.014	21.451	0.000
		5	-0.018	-0.088	21.478	0.001
		6	0.104	0.050	22.429	0.001
		7	-0.052	-0.039	22.674	0.002
		8	0.141	0.125	24.494	0.002
		9	0.032	0.055	24.589	0.003
		10	0.062	-0.064	24.951	0.005
		11	-0.005	-0.041	24.953	0.009
		12	0.088	0.070	25.703	0.012
		13	0.008	0.025	25.708	0.019
		14	-0.071	-0.169	26.208	0.024
		15	0.016	0.062	26.235	0.036
		16	-0.008	0.060	26.242	0.051
		17	-0.084	-0.142	26.984	0.058
		18	-0.106	-0.117	28.180	0.059
		19	-0.020	0.119	28.223	0.079
		20	-0.030	0.063	28.323	0.102
		21	0.056	0.012	28.669	0.122
		22	-0.092	-0.109	29.635	0.128
		23	0.003	-0.006	29.636	0.160
		24	-0.111	-0.098	31.088	0.151
		25	-0.048	-0.038	31.362	0.177
		26	-0.146	0.038	33.943	0.136
		27	-0.069	-0.024	34.533	0.151
		28	-0.127	-0.109	36.574	0.129
		29	0.022	0.106	36.635	0.156
		30	-0.113	0.014	38.314	0.142
		31	0.070	0.003	38.969	0.154
		32	0.051	0.117	39.321	0.175
		33	0.061	0.029	39.846	0.192
		34	0.051	0.006	40.218	0.214
		35	0.195	0.166	45.764	0.105
		36	0.034	-0.037	45.934	0.124

Correlograma 8:
Factor no lineal en niveles (calculado en base a precios relativos de la energía)

Date: 02/05/12 Time: 12:53
Sample: 1990Q1 2010Q4
Included observations: 80

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.012	-0.012	0.0122	0.912
		2	0.405	0.404	13.774	0.001
		3	0.015	0.027	13.792	0.003
		4	0.146	-0.020	15.639	0.004
		5	-0.075	-0.107	16.137	0.006
		6	0.140	0.102	17.880	0.007
		7	-0.102	-0.042	18.820	0.009
		8	0.130	0.054	20.350	0.009
		9	0.078	0.168	20.918	0.013
		10	0.122	0.058	22.314	0.014
		11	0.073	-0.005	22.825	0.019
		12	0.143	0.050	24.807	0.016
		13	0.085	0.086	25.522	0.020
		14	-0.049	-0.172	25.764	0.028
		15	0.053	-0.021	26.050	0.037
		16	-0.045	0.051	26.262	0.050
		17	-0.003	-0.018	26.263	0.070
		18	-0.105	-0.155	27.439	0.071
		19	0.082	0.095	28.171	0.080
		20	-0.166	-0.082	31.172	0.053
		21	0.171	0.052	34.427	0.033
		22	-0.061	0.041	34.853	0.040
		23	-0.033	-0.159	34.979	0.052
		24	-0.077	-0.087	35.673	0.059
		25	-0.003	0.022	35.674	0.077
		26	-0.169	-0.027	39.148	0.047
		27	-0.000	-0.033	39.148	0.061
		28	-0.162	-0.071	42.444	0.039
		29	-0.062	-0.026	42.936	0.046
		30	-0.089	-0.015	43.981	0.048
		31	-0.021	0.001	44.037	0.061
		32	-0.063	0.031	44.581	0.069
		33	-0.030	-0.038	44.710	0.084
		34	-0.111	-0.153	46.466	0.075
		35	-0.088	-0.002	47.599	0.076
		36	-0.105	0.033	49.255	0.069

Test ADF 7:
Factor no lineal en niveles

Null Hypothesis: PNL has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=8)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.611636	0.0076
Test critical values:		
1% level	-3.516676	
5% level	-2.899115	
10% level	-2.586866	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(PNL)

Method: Least Squares

Date: 02/05/12 Time: 12:51

Sample (adjusted): 1991Q3 2010Q4

Included observations: 78 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PNL(-1)	-0.474060	0.131259	-3.611636	0.0005
D(PNL(-1))	-0.401513	0.103135	-3.893077	0.0002
C	0.019756	0.008023	2.462309	0.0161

R-squared	0.510811	Mean dependent var	-0.001939
Adjusted R-squared	0.497766	S.D. dependent var	0.065003
S.E. of regression	0.046067	Akaike info criterion	-3.279747
Sum squared resid	0.159161	Schwarz criterion	-3.189104
Log likelihood	130.9101	Hannan-Quinn criter.	-3.243461
F-statistic	39.15749	Durbin-Watson stat	2.041518
Prob(F-statistic)	0.000000		

Test ADF 8:
Factor no lineal en niveles (calculado en base a precios relativos de la energía)

Null Hypothesis: PNLIPC has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=8)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.355196	0.0010
Test critical values:		
1% level	-2.594946	
5% level	-1.945024	
10% level	-1.614050	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(PNLIPC)

Method: Least Squares

Date: 02/05/12 Time: 12:56

Sample (adjusted): 1991Q3 2010Q4

Included observations: 78 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PNLIPC(-1)	-0.440543	0.131302	-3.355196	0.0012
D(PNLIPC(-1))	-0.487086	0.100181	-4.862081	0.0000

R-squared	0.564815	Mean dependent var	0.000000
Adjusted R-squared	0.559089	S.D. dependent var	0.042261
S.E. of regression	0.028062	Akaike info criterion	-4.283500
Sum squared resid	0.059848	Schwarz criterion	-4.223071
Log likelihood	169.0565	Hannan-Quinn criter.	-4.259309
Durbin-Watson stat	2.081798		

Salida Modelo 1:
Lineal en precios absolutos

Dependent Variable: DLOG(Y)
Method: Least Squares
Date: 02/05/12 Time: 13:03
Sample (adjusted): 1991Q2 2010Q4
Included observations: 79 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLOG(Y(-1))	0.005947	0.090958	0.065386	0.9481
DLOG(Y(-2))	0.109292	0.093205	1.172607	0.2452
DLOG(Y(-3))	0.029821	0.094547	0.315412	0.7535
DLOG(Y(-4))	-0.06010	0.093337	-1.029647	0.3075
DLOG(P)	0.060671	0.039160	1.549309	0.1262
DLOG(P(-1))	0.051034	0.036196	1.409933	0.1533
DLOG(P(-2))	0.004113	0.035859	0.114686	0.9090
DLOG(P(-3))	0.027287	0.031680	0.861315	0.3922
DLOG(P(-4))	0.006355	0.033059	0.192246	0.8481
DUM199503	-0.061124	0.018561	-3.293058	0.0016
DUM199702	0.087252	0.018614	4.687355	0.0000
DUM2002	0.011561	0.004319	2.677061	0.0094
DUM200203	-0.085571	0.020021	-4.274090	0.0001
C	-0.003747	0.004323	-0.866793	0.3892
R-squared	0.495728	Mean dependent var	0.007867	
Adjusted R-squared	0.394873	S.D. dependent var	0.022897	
S.E. of regression	0.017812	Akaike info criterion	-5.058555	
Sum squared resid	0.020622	Schwarz criterion	-4.638653	
Log likelihood	213.8129	Hannan-Quinn criter.	-4.890329	
F-statistic	4.915282	Durbin-Watson stat	1.995974	
Prob(F-statistic)	0.000007			

Salida Modelo 2:
No Lineal en precios absolutos

Dependent Variable: DLOG(Y)
Method: Least Squares
Date: 02/05/12 Time: 13:07
Sample (adjusted): 1992Q1 2010Q4
Included observations: 76 after adjustments

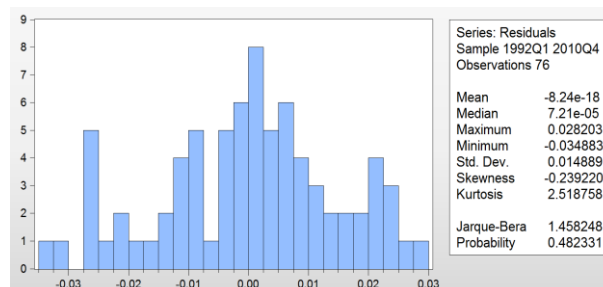
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLOG(Y(-1))	-0.054538	0.102665	-0.531228	0.5973
DLOG(Y(-2))	0.133538	0.099426	1.343094	0.1846
DLOG(Y(-3))	0.080776	0.097535	0.828171	0.4110
DLOG(Y(-4))	-0.153502	0.095979	-1.599327	0.1153
DLOG(P)	0.214014	0.074006	2.891833	0.0054
DLOG(P(-1))	0.138368	0.078592	1.760580	0.0837
DLOG(P(-2))	0.089692	0.085972	1.043269	0.3012
DLOG(P(-3))	-0.002225	0.075006	-0.029665	0.9764
DLOG(P(-4))	0.034676	0.075093	0.461774	0.6460
PNL	-0.262366	0.102151	-2.568430	0.0129
PNL(-1)	-0.159676	0.104493	-1.528098	0.1320
PNL(-2)	-0.035311	0.109631	-0.322094	0.7486
PNL(-3)	0.134691	0.086157	1.563326	0.1235
PNL(-4)	-0.012866	0.086677	-0.148440	0.8825
DUM199503	-0.057452	0.018221	-3.152990	0.0026
DUM199702	0.078937	0.018202	4.336601	0.0001
DUM2002	0.011679	0.004192	2.786348	0.0072
DUM200203	-0.057769	0.022458	-2.572341	0.0127
C	-0.003317	0.004671	-0.710160	0.4805
R-squared	0.592088	Mean dependent var	0.007845	
Adjusted R-squared	0.463274	S.D. dependent var	0.023312	
S.E. of regression	0.017078	Akaike info criterion	-5.089689	
Sum squared resid	0.016625	Schwarz criterion	-4.507006	
Log likelihood	212.4082	Hannan-Quinn criter.	-4.856821	
F-statistic	4.596454	Durbin-Watson stat	1.793130	
Prob(F-statistic)	0.000005			

Correlograma residuos del Modelo 2:
No Lineal en precios absolutos

Date: 02/05/12 Time: 13:14
Sample: 1992Q1 2010Q4
Included observations: 76

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1		0.089	0.089	0.6303	0.427
2		0.084	0.076	1.1909	0.551
3		0.008	-0.006	1.1956	0.754
4		-0.072	-0.080	1.6261	0.804
5		0.005	0.018	1.6281	0.898
6		0.139	0.152	3.2531	0.776
7		0.304	0.291	11.191	0.131
8		0.081	0.015	11.760	0.162
9		0.231	0.193	16.499	0.057
10		0.076	0.080	17.024	0.074
11		0.022	0.048	17.066	0.106
12		-0.044	-0.073	17.248	0.140
13		-0.102	-0.171	18.229	0.149
14		0.046	-0.036	18.431	0.188
15		-0.031	-0.121	18.522	0.236
16		0.073	-0.104	19.051	0.266
17		-0.072	-0.209	19.567	0.297
18		0.055	-0.009	19.873	0.340
19		-0.081	-0.073	20.561	0.362
20		-0.044	0.011	20.764	0.411
21		-0.106	-0.099	21.984	0.400
22		-0.172	-0.074	25.214	0.287
23		-0.045	0.031	25.439	0.328
24		-0.079	0.038	26.156	0.345
25		-0.077	-0.090	26.854	0.363
26		-0.147	-0.109	29.422	0.292
27		-0.032	0.035	29.547	0.335
28		-0.125	-0.008	31.482	0.296
29		-0.084	-0.000	32.362	0.304
30		-0.009	0.031	32.374	0.350
31		-0.193	-0.068	37.281	0.202
32		-0.156	-0.078	40.563	0.142

Histograma residuos del Modelo 2:
No Lineal en precios absolutos



**Salida del Modelo 3:
Lineal en precios relativos**

Dependent Variable: DLOG(Y)
Method: Least Squares
Date: 02/05/12 Time: 13:22
Sample (adjusted): 1991Q2 2010Q4
Included observations: 79 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLOG(Y(-1))	0.023980	0.092911	0.258093	0.7972
DLOG(Y(-2))	0.115344	0.098189	1.174720	0.2444
DLOG(Y(-3))	0.027665	0.101259	0.273205	0.7856
DLOG(Y(-4))	-0.130464	0.098697	-1.321863	0.1908
DLOG(PEIPC)	0.035708	0.045096	0.791823	0.4313
DLOG(PEIPC(-1))	0.030366	0.043815	0.693034	0.4908
DLOG(PEIPC(-2))	-0.034705	0.042534	-0.815927	0.4175
DLOG(PEIPC(-3))	-0.028378	0.039544	-0.717629	0.4756
DLOG(PEIPC(-4))	-0.052878	0.040025	-1.321130	0.1911
DUM199503	-0.057477	0.019099	-3.009471	0.0037
DUM199702	0.089978	0.019325	4.655981	0.0000
DUM2002	0.010319	0.004843	2.130691	0.0369
DUM200203	-0.078142	0.019359	-4.036426	0.0001
C	0.003534	0.003108	1.137153	0.2596
R-squared	0.466099	Mean dependent var	0.007867	
Adjusted R-squared	0.359319	S.D. dependent var	0.022897	
S.E. of regression	0.018327	Akaike info criterion	-5.001461	
Sum squared resid	0.021833	Schwarz criterion	-4.581559	
Log likelihood	211.5577	Hannan-Quinn criter.	-4.833235	
F-statistic	4.365035	Durbin-Watson stat	1.959411	
Prob(F-statistic)	0.000031			

**Salida del Modelo 4:
No Lineal en precios relativos**

Dependent Variable: DLOG(Y)
Method: Least Squares
Date: 02/05/12 Time: 13:26
Sample (adjusted): 1991Q1 2010Q4
Included observations: 80 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLOG(PEIPC)	0.100480	0.052204	1.924754	0.0582
PNLIPC	-0.208671	0.099871	-2.089403	0.0402
DUM199503	-0.053533	0.017942	-2.983742	0.0039
DUM199702	0.085122	0.017970	4.736897	0.0000
DUM2002	0.010426	0.004180	2.494366	0.0149
DUM200203	-0.067453	0.018984	-3.553101	0.0007
C	0.005988	0.002896	2.067379	0.0422
R-squared	0.447277	Mean dependent var	0.007554	
Adjusted R-squared	0.401847	S.D. dependent var	0.022924	
S.E. of regression	0.017729	Akaike info criterion	-5.143772	
Sum squared resid	0.022946	Schwarz criterion	-4.935345	
Log likelihood	212.7509	Hannan-Quinn criter.	-5.060207	
F-statistic	9.845557	Durbin-Watson stat	1.841217	
Prob(F-statistic)	0.000000			

**Correlograma residuos del Modelo 4:
No Lineal en precios relativos**

Date: 02/05/12 Time: 13:35
Sample: 1991Q1 2010Q4
Included observations: 80

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.076	0.078	0.4836	0.487
		2 0.120	0.115	1.7025	0.427
		3 0.102	0.087	2.5869	0.460
		4 -0.151	-0.181	4.5422	0.338
		5 0.011	0.012	4.5529	0.473
		6 0.174	0.217	7.2453	0.299
		7 0.138	0.156	8.9599	0.256
		8 0.104	0.002	9.9458	0.269
		9 0.221	0.152	14.448	0.107
		10 0.050	0.068	14.685	0.144
		11 0.031	0.020	14.778	0.193
		12 -0.028	-0.106	14.854	0.250
		13 -0.132	-0.146	16.554	0.221
		14 0.013	0.019	16.571	0.280
		15 0.032	0.010	16.674	0.339
		16 0.084	0.009	17.395	0.360
		17 -0.054	-0.186	17.693	0.408
		18 0.175	0.187	20.932	0.283
		19 -0.077	-0.014	21.577	0.306
		20 0.015	0.043	21.602	0.363
		21 -0.025	-0.099	21.671	0.419
		22 -0.218	-0.145	27.042	0.210
		23 -0.106	-0.077	28.333	0.203
		24 -0.093	-0.073	29.337	0.208
		25 -0.079	-0.117	30.072	0.222
		26 -0.031	-0.080	30.192	0.260
		27 0.010	0.003	30.203	0.305
		28 -0.054	0.059	30.566	0.337
		29 0.006	0.090	30.572	0.386
		30 -0.043	0.013	30.816	0.424
		31 -0.132	0.033	33.131	0.364
		32 -0.142	-0.082	35.882	0.291
		33 -0.131	-0.020	38.278	0.242
		34 -0.022	-0.029	38.346	0.279
		35 -0.062	-0.082	38.915	0.298
		36 0.006	-0.117	38.921	0.340

**Histograma residuos del Modelo 4:
No Lineal en precios relativos**

