

Asociación Uruguaya de Historia Económica

5tas Jornadas de Investigación

**Modelos Energéticos en Perspectiva Histórica Comparada.
El origen, el uso y los significados de la Energía.**

**Impacto de variaciones en los precios de las fuentes
energéticas sobre el crecimiento económico de la economía
uruguaya, construcción de un Índice de Precios de los
Energéticos.**

Andrés Mendaro; andresmps@gmail.com
Maximiliano Murias; maximilianomurias@hotmail.com
Venancio Rodríguez; vrodriguez@hotmail.com

ÍNDICE

1.	PREGUNTA INICIAL	- 4 -
2.	FUNDAMENTACIÓN Y ANTECEDENTES.....	- 4 -
i)	ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	- 5 -
a)	<i>Precios de la energía y efectos macroeconómicos</i>	- 5 -
b)	<i>Energía y crecimiento económico</i>	- 10 -
c)	<i>Precios de la energía y crecimiento económico</i>	- 12 -
ii)	ANTECEDENTES NACIONALES.....	- 14 -
b)	<i>Energía eléctrica, situación actual y perspectivas</i>	- 16 -
3.	MARCO TEÓRICO.....	- 20 -
i)	FACTORES PRODUCTIVOS.....	- 20 -
ii)	ENERGÍA Y CRECIMIENTO. TEORÍAS DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO.....	- 22 -
iii)	SITUACIÓN ENERGÉTICA NACIONAL.....	- 26 -
4.	MODELO DE ANÁLISIS.....	- 30 -
i)	SUSTITUIBILIDAD ENTRE ENERGÍA Y OTROS INPUTS.....	- 32 -
ii)	CAMBIO TÉCNICO.....	- 33 -
iii)	CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA.....	- 33 -
iv)	CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN DEL PIB.....	- 34 -
5.	HIPÓTESIS.....	- 35 -
6.	ESTRATEGIA EMPÍRICA.....	- 36 -
i)	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	- 36 -
ii)	DEFINICIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.....	- 36 -
iii)	PROCESAMIENTO DE LAS SERIES DE DATOS.....	- 38 -
iv)	METODOLOGÍA A UTILIZAR.....	- 39 -
v)	EVOLUCIÓN HISTÓRICA.....	- 40 -
a.	<i>Los orígenes</i>	- 41 -
b.	<i>Una vista a las investigaciones de Edgeworth</i>	- 47 -
c.	<i>Enfoque de Test</i>	- 49 -
d.	<i>Las debilidades del enfoque de test</i>	- 52 -
e.	<i>El renacimiento del enfoque estocástico</i>	- 52 -
f.	<i>Enfoque Microeconómico</i>	- 54 -
vi)	ELABORACIÓN DEL ÍNDICE.....	- 56 -

7. RESULTADOS OBTENIDOS	- 59 -
8. DISCUSIONES PENDIENTES.....	- 63 -
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	- 65 -
10. ANEXO.....	- 68 -

1. Pregunta Inicial

La interrogante que guía y motiva la presente investigación es la siguiente: ¿cuál es el impacto de una variación en el precio de las fuentes energéticas sobre el crecimiento económico de la economía uruguaya? Para responder esta cuestión resulta imprescindible contar con un índice de precios de la energía que permita obtener resultados robustos. Este trabajo pretende avanzar y poder determinar cuál es el índice de precios más útil a los efectos de responder la pregunta precedente. Más adelante se ampliarán estos conceptos y las estrategias empíricas a utilizar.

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.

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, principalmente por los siguientes factores: ¹

- 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.

¹ Molinari, Jorge 2010

- Factor determinante de independencia económica y productiva.
- Fuerte interacción con el medio ambiente.

Otro de los motivos que nos han impulsado a adentrarnos en el tema energético, 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 nos parece un dato relevante para aportar.

i) 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**, en sus publicaciones de 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 simétricos 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

² Canadá, Reino Unido, Alemania, Francia, Japón e Italia

consiguientemente, genera menor PIB. A lo largo del período 1973-1983, el crecimiento del producto por trabajador se 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 que demuestra como 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 tests 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 **1991**³, **Tatom** 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 aquellos 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

³ Tatom John A (1991)

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 estas por efecto sustitución y sus precios suben.

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**, "Analysis of the Impact of High Oil Prices on the Global Economy", **2004**. Éste busca estudiar los efectos de los shocks de precios del petróleo sobre las economías de la OCDE y aquellas 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: que 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; que 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 de que reviste interés, es el paper publicado en el *International Business Research*⁴ en Julio de 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

⁴ Hussain A. Berkhet et al.(2009)

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, hacia el resto de las variables.

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, destacamos por último, los publicados en *Energy Economics* en los años 2000⁵ y 2005⁶. 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.

⁵ “The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: time series evidence from Asian developing countries” John Asafu-Adjaye (2000)

⁶ “Electricity consumption and economic growth: Evidence from Turkey” Galip Altinay , Erdal Karagol (2005)

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 trabajado presentado en 2005, se 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.

b) Energía y crecimiento económico

Uno de los trabajos que vinculan estas variables es el de **Alam⁷ (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, “el sistema económico debe ser visualizado como un sistema de flujos energéticos, una sucesión de conversiones energéticas que derivan en la producción de bienes y servicios”⁸.

⁷ Alam, Shahid 2006

⁸ Alam, Shahid 2006

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**⁹ “Energy and Economic Growth” (2003). En el mismo, también se realiza una crítica a los modelos neoclásicos por no considerar 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 y citado en la presente investigación, 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, se incluye el documento “Precios de la energía y crecimiento económico: evidencias de una relación” (**Blümel, Espinoza, Domper,**

⁹ Stern, David 2003

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”¹⁰.

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

¹⁰ Blümel et al. 2010

precios de largo plazo permitirán adicionalmente incrementar la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía.

ii) Antecedentes nacionales

a) Energía, crecimiento y desarrollo

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 a largo plazo, en el cual se elaboró 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 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.

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**¹¹, “**Energía y desarrollo: la restricción energética en Uruguay como problema**”, 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 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.

¹¹ Bertoni, Reto 2010

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 determinaron el fracaso del mismo, abandonando el sitio de privilegio que otrora ocupó el país, siendo 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 tecno-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”¹².

b) Energía eléctrica, situación actual y perspectivas

Otro trabajo que analiza, el sector energético, aunque más enfocado al sector eléctrico, es realizado por **Spinelli**¹³, en el marco del programa de investigación del **Banco Mundial: “URUGUAY, NOTAS DE POLÍTICA, Desafíos y Oportunidades 2010-2015”**, 2010.

En el capítulo 7 del presente trabajo del BM, se aborda el sector eléctrico en el país, este es un análisis del sector en el pasado reciente y en la actualidad, y se

¹² Bertoni, Reto 2010

¹³ Spinelli 2010

desarrollan los problemas que enfrenta el país y las posibles líneas de acción y estrategias a adoptar en materia energética.

La autora 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 dado la inestabilidad de la generación hidráulica y la insuficiencia de la generación térmica.

Se destaca 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 tarifas, desarrollar las energías renovables no convencionales, desarrollar la cogeneración, invertir en generación térmica de base y de respaldo, 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 este estudio, fue elaborado por el Ministerio de Industria, Energía y Minería: **“Lineamientos estratégicos para**

Uruguay 2005-2030” (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, se trata de incorporar otras fuentes energéticas provenientes de hidrocarburos (es el caso del gas natural y el carbón).

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 establece 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%, 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 preguntarnos 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.

3. Marco Teórico

Para la realización de esta investigación nos basamos en 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 los energéticos y analizar en qué medida la variación de precios de la energía, impacta sobre su consumo.

i) Factores productivos

Estos 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. Este enfoque 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, solo estos 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 aquellos que se crean durante el período de producción y son utilizados enteramente en ella.

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 el trabajo como 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 nos ubicásemos 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 utilizada¹⁴.

Una notoria diferencia entre los factores productivos “clásicos” y los energéticos es que los primeros tienden a ser reproducibles, mientras que los segundos, 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 primario¹⁵. 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.

ii) 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 evolución del producto de una economía de un sector que produce bienes, usando 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

¹⁴ Alam, Shahid 2006

¹⁵ Stern, David 2003

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 a ese estado estacionario, la economía presenciara 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 usando 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) acumulado.¹⁶

Podemos ver que tanto el modelo neoclásico de Solow como el modelo de crecimiento endógeno, dejan por fuera el factor energético como posible motor del crecimiento, divorciando la economía de la ecología y de las fuentes energéticas. Como resultado, el crecimiento económico es cuantificado en términos de capital, trabajo y progreso técnico exclusivamente.

Alam¹⁷, 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, estos 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 estas utilizan máquinas, el crecimiento dependerá de la capacidad de aceleración de las

¹⁶ Alam, Shahid 2006

¹⁷ Alam, Shahid 2006

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.

Hamilton¹⁸, así como Blümel *et al*¹⁹ 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, y como será explicado posteriormente en la estrategia empírica, se podrá establecer una relación entre la tasa de crecimiento del producto, el trabajo, el capital y el factor energético.

iii) 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

¹⁸ Hamilton, James 2005

¹⁹ Blümel et al. 2010

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 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 Botnia al sector industrial en el año 2008 como un fuerte consumidor de energía.

En el trabajo realizado por el DNETN/MIEM, 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, identificamos 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, con una excesiva 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, es el caso de nuevas refinerías, generación eléctrica y desulfuración.

- **Del lado cultural:**

Una escasa cultura de eficiencia energética, desarrollo de tecnologías y concientización del problema. 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 2005-2008 en el sector eléctrico, se incorporaron un mayor número de fuentes renovables no tradicionales. En el caso de la energía eólica, se incorporaron unos 36 MW, en el caso de la biomasa se incorporaron unas 170 MW. Se incorporó una nueva Central térmica de respaldo, Punta del Tigre con una capacidad de 300 MW y multi combustible (gas oil, gas natural).

Por el lado de la oferta energética, 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, se implementó una política tributaria frente a explosión del precio del crudo. Entre las principales estrategias para reducir el peso del petróleo en la economía, se implementó un fideicomiso para subsidiar el precio el 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 utilizados para la generación de energía (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, es un proceso de sustitución de fuentes energéticas de menor calidad por otras de mayor calidad. Siguiendo el enfoque propuesto por Kander (2008), se plantea que es posible abordar el proceso por el lado de la oferta o de la demanda. El modelo de Kander “the twin model of serial substitutions and energy ladder”²⁰, identifica cambios en la oferta, dado por la sustitución de fuentes energéticas de inferior calidad por nuevas y mejores fuentes energéticas. Visto del lado de la demanda, Kander plantea una “escalera de la energía”, siendo el resultado de un incremento de los ingresos de los hogares generará una tendencia a sustituir fuentes de menor calidad por formas de energía de mejor calidad.

4. 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

²⁰ Bertoni, Reto 2010

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 suponen 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 *et al*²¹ 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 en Tatom (1987)²²: 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

²¹ Blümel et al. 2010

²² Tatom 1987

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, este mismo autor 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.²³

La relación entre energía y PIB puede verse afectada por los siguientes fenómenos²⁴:

i) 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.

²³ Tatom 1987

²⁴ Stern, David 2003

ii) Cambio técnico

Según Stern, las innovaciones que ahorran energía pueden incluso terminar causando el uso de aún más energía, 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, 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.

iii) Cambios en la composición de la matriz energética

Schurr and Netschert 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.

iv) 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

Por último, 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*: la definimos 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*: la definimos 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.

5. Hipótesis

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

Asimismo, suponemos que, existe una fuerte relación entre el precio de la energía y el consumo de la misma, de forma de que cuando el primero se incrementa, el consumo presenta cambios a la baja. En la presente investigación, a

su vez, se presenta el índice que a nuestro juicio mejor se ajusta para el análisis precedente.

6. Estrategia Empírica

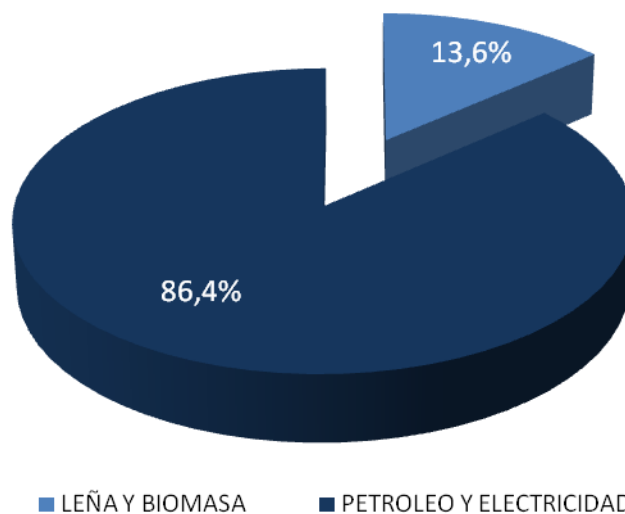
i) Fuentes de información

Esta investigación tendrá una amplitud temporal de 15 años, abarcando el período 1995-2010. 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 la misma otorgue un número de observaciones mínimas suficientes para la aplicación válida de técnicas econométricas de series de tiempo.

ii) Definición de variables e indicadores

La variable **Precio de la Energía** (P_{en}), se medirá a través de un índice de precios a construir. Por tanto, para la construcción del **Índice de precios de la energía** consideraremos la evolución de los precios de la energía eléctrica y de los derivados del petróleo, ya que en su conjunto representan aproximadamente el 86% (en promedio) del consumo final energético en el período de estudio.

**Participación de las distintas fuentes de energía en el
consumo energético del sector productivo 1980 - 2010 (Ktep)**



Fuente: Elaboración propia en base a datos DNE - MIEM

Por tanto, y en primer lugar, para la construcción de los ponderadores al interior de la canasta de derivados y energía eléctrica, se utilizarán las *matrices consolidadas del balance energético anual medido en ktep* que publica la Dirección Nacional de Energía (DNE) del MIEM, de donde se tomará el peso del consumo final energético de los derivados del petróleo y la participación de las distintas tarifas de energía eléctrica aplicadas a los sectores productivos.

Para la construcción de las series de ventas de la energía eléctrica, se recurrió a las series existentes tanto de la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE) como de la DNE, la unidad de medida para la venta de energía eléctrica es en Megavatios hora (Mwh).

Las series de precios de la energía eléctrica, fueron obtenidas desde UTE y la DNE, en todos los casos, las tarifas eléctricas están expresadas en pesos uruguayos.

En relación a los derivados del petróleo, la fuente de datos, fue la DNE. Se trabajó con todos los precios en pesos uruguayos, siendo necesaria la realización de la conversión a pesos, de algunas series existentes en dólares americanos. Para esto se utilizó las series de cotización del dólar publicadas por el Banco Central del Uruguay (BCU).

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

iii) Procesamiento de las series de datos

Para la elaboración de los números índices se procedió en distintas etapas: en una primera etapa, se utilizaron las distintas series de precios de los subcomponentes de los derivados del petróleo y la energía eléctrica, para construir las series de precios superiores de los derivados del petróleo y la energía eléctrica. Estas series superiores reflejan la evolución promedio de los precios al interior de cada canasta.

En relación a las ventas de los derivados del petróleo, se procuró depurar las series obtenidas de 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). Para el caso de la energía eléctrica esta depuración ya

está hecha, producto de que se tomaron las tarifas correspondientes a los sectores productivos.

Una vez desarrolladas las series superiores, se procedió a la construcción de los distintos números índices, utilizando las series de ventas de energía eléctrica y derivados del petróleo previamente construidas.

iv) Metodología a utilizar

A fin de identificar cuál es el impacto de una variación del precio de la energía sobre el crecimiento del PIB, se deberá encontrar cuál es la mejor relación entre ambas variables mediante el uso de técnicas econométricas aplicables a series de datos. Por tanto, teniendo en cuenta la selección de una función de producción de tipo neoclásica, ampliada mediante la inclusión de la energía como factor de producción tenemos que:

$$Y_t = f(L_t, K_t, E_t) \quad (1)$$

Donde Y_t corresponde al Producto Interno Bruto (PIB), L_t representa el empleo total, K_t es el stock de capital y E_t es la energía total consumida.

En base a esta función de producción y de aplicarle una diferenciación, obtendremos:

$$dY_t = Y_L dL_t + Y_K dK_t + Y_E dE_t \quad (2)$$

Con Y_i derivada parcial de Y con respecto al argumento i .

El precio real de la energía se incluye en la ecuación por medio de la “condición de primer orden” para la maximización de los beneficios, particularmente

en relación al uso del factor energía. Con esta inclusión y tras realizar una transformación logarítmica a la función, obtendremos una expresión del tipo:

$$\ln Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln L_t + \alpha_2 \ln K_t + \alpha_3 \ln Pen_t \quad (3)$$

Con Pen_t representando el precio real de la energía y el coeficiente α_3 interpretable como la elasticidad-precio de la energía del PIB.

Mediante la aplicación de técnicas de cointegración multivariada, es posible derivar el impacto de una variación del precio de la energía sobre el crecimiento del PIB. Sin embargo, el presente trabajo, no profundizará en el análisis antes mencionado, sino que se focalizará en la construcción de un índice de precios de los energéticos, robusto, que permita avanzar en la resolución del mismo. Para ello será necesario apoyarse y buscar en la teoría de índices que se desarrollará a continuación, el índice que revista mayor conveniencia para su uso.

Resulta de particular interés mostrar que la teoría de índices, es su concepción más amplia, es una construcción histórica evolutiva, esto es, los números índices no son meras construcciones aisladas de diferentes autores, sino que por el contrario, cada índice, viene a salvar un obstáculo o a presentar un nuevo enfoque, en relación a la teoría dominante hasta el momento.

v) Evolución histórica

Por tanto, en una primera instancia desarrollaremos los diferentes enfoques y formulaciones de los números índice desde una perspectiva histórica que permita comprender mejor tanto el proceso evolutivo antes mencionado, así como su adecuada utilización.

Para esta tarea tomaremos como fuentes de consulta fundamentales, los trabajos realizados por Erwin Diewert (1988) en “The early history of Price index research” y por Bert M. Balk (2008) en “Price and quantity index numbers”. 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 seguiremos de cierta forma la categorías de análisis planteadas por Bert 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).

Diewert 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 $4N$ variables, con 2 vectores de precios y 2 vectores de cantidades.

William Fleetwood por la publicación de su libro “Chronicon Preciosum” en 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 promotor²⁵ 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”²⁶. Plantea el acuerdo que existe en que el primer índice de precios genuino fue construido por el economista francés Dutot (1738).

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

²⁵ Pag. 4 - Diewert (1988)

²⁶ Pág. 5 – Balk (2008)

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

En una línea similar, el economista italiano Carli (1764) planteó como índice de precios, una simple media aritmética 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 (1812) es el primero en identificar esta necesidad y por tanto el primero en proponer diferentes ponderaciones a los bienes, que reflejen la distinta importancia de los mismos. Para 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 (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 este contexto de incipiente investigación sobre las mejores alternativas para la ponderación de los bienes, surge un sistema de ponderaciones desarrollado por Lowe (1823), que tras mencionar sus referencias al libro de Fleetwod, sugiere 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 fue una estimación de las cantidades del bien n , consumidas durante el período de tiempo b .

Scrope (1833)²⁷ fue el primero en usar el término **Tabular Standard** para describir este sistema de ponderaciones propuesto por Lowe, el cual según Diewert (1988)²⁸ puede ser reconocido como El Padre del Índice de Precios al Consumo. En definitiva este índice compara el costo de una canasta fija de bienes entre 2 períodos.

En la segunda mitad del siglo XIX el interés en la construcción de números índices se fue incrementando gradualmente. Así, Jevons (1863) introduce lo que luego fue llamado el Índice de precios de media geométrica:

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

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, encuentra en la media geométrica de los precios relativos una buena medida para estos impactos. Sin embargo y en contraposición a esta postura, Laspeyres (1864) sostenía su preferencia en el Índice de Carli anteriormente mencionado.

En 1871, Dobrisch tras discutir una serie de alternativas, propone la siguiente formulación:

²⁷ Pág. 406-407 -Scrope 1833,

²⁸ Pág. 4 - Diewert 1988

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

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, y en segundo lugar, como un índice de valor dividido un Índice de cantidad del tipo Dutot.

Laspeyres (1871) retomó la cuestión de los números índices 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 $n=1, \dots, N$ sean idénticos en ambos períodos. Frente a esto 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 muestra variaciones frente a movimientos de los precios:

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

Lo interesante en este punto es que Laspeyres, omitió la notación alternativa que posteriormente propuso Irving Fisher, y que salvaba la crítica operacional que el propio Laspeyres identificaba en su formulación, en cuanto a que no sería posible determinar de forma ajustada las cantidades necesarias para el cálculo del índice, y por tanto perdería validez 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 puede deducir que lo importante es el peso relativo en el momento inicial, de cada bien en la valor de la canasta consumida en el dicho período.

Tres años más tarde, Paasche (1874) 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, ni 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 período de comparación.

b. Una vista a las investigaciones de Edgeworth

Este investigador tenía como propósito encontrar los mejores métodos para la medición de las variaciones en el valor del dinero. En las categorías de análisis que utiliza Diewert (1988) este autor se enmarca dentro del Enfoque Estadístico de los números índices. Dicho enfoque asume que incrementos de la oferta de dinero generan incrementos de todos los precios equiproporcionales excepto por fluctuaciones aleatorias.

En este contexto y con esos objetivos, Edgeworth publicó en 1887 y 1889 tres memorándums, que posteriormente fueron republicados en sus papers *Relating to Political Economy, Volume 1 (1925b)*, en los que distingue 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 por la comunidad anualmente, 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 distingue entre 2 casos. El primer caso se da cuando el intervalo de tiempo entre los dos períodos 0 y 1 es muy chico, 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 expresión hoy en día es conocida como el Índice de Precios Marshall-Edgeworth, el cual 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 propone 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:

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

El *estándar indefinido* de Edgeworth sigue la línea de razonamiento ya planteada por Jevons y Frisch (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} . Entonces, 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 llevaría a diferentes estimadores del componente común. Posteriormente en su segundo memorándum (1888) Edgeworth expresa 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

Hacia 1886, Pierson plantea que el sistema de índices debe ser abandonado, basándose en tres críticas fundamentales. En primer lugar Pierson plantea que el índice de precios de Carli, no satisface el test de *reversión temporal*. El cual 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.

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

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*: 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 criticar estas tres falencias de los números índices, 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 Pierson, es el aporte de dos tests sobre los índices de precios: *dimensionalidad* y *reversión temporal*.

Hacia 1890, Westergaard, 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*: si un índice de precios entre dos periodos se descompone, el cambio total debe ser igual al producto del cambio de sus nuevos componentes:

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

Edgeworth (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 (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 (1911), introduce la concepción de construir índices de cantidades, y no solo focalizarse en la construcción de índices de precios. Una de las contribuciones más importantes de Fisher (1922), fue el *test de reversión* de factores: el producto del índice de precios y de su similar índice de cantidades, debe ser igual al índice de valor.

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

Fisher 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 la condición antes mencionada, de la cual la más simple es la conocida como índice ideal de Fisher (1921), aun cuando ya fuera sugerida por Bowley (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 lado²⁹. La justificación de dicha afirmación resulta de la constatación de que ningún índice puede satisfacer

²⁹ Pág. 14 - Diewert (1988)

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

d. Las debilidades del enfoque de test

Una de las debilidades del enfoque planteado por Fisher fue la poca relevancia otorgado al test de circularidad. Este punto fue el centro de críticas de los economistas que, al igual que el propio Fisher, estaban preocupados por las medidas del poder de compra del dinero, ya que entendían como indispensable el cumplimiento de este test. Sin embargo, era de común conocimiento que todos los índices bilaterales conocidos violaban este test. Y fue esa cuestión la que rigió la discusión entre Edgeworth y Walsh en los años 1923 y 1924.

Edgeworth

e. El renacimiento del enfoque estocástico

Si bien en este proceso de evolución histórica que estamos desarrollando, cronológicamente deberíamos adentrarnos en el enfoque microeconómico, dado que este último será el enfoque que el presente trabajo utilizará como sustento teórico para la construcción del índice de precios de los energéticos, se desarrollará más adelante, junto con la construcción del índice.

Por lo antes mencionado, ahora nos enfocaremos en 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 dicho 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 & Izn (1987) plantean:

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

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 (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.

Finalmente existen otros enfoques para la construcción de índices de precios y cantidades. Los mismos comparten con el enfoque axiomático la no imposición de la optimización. Estos enfoques realizan una descomposición de los cambios en valor entre componentes del precio y de las cantidades, utilizando modelos estocásticos formales.

La generalización de estos enfoques para más de dos períodos (enfoques multilaterales), arrojan algunas dificultades prácticas ya que muchas veces no se consiguen obtener soluciones cerradas.

Las comparaciones intertemporales de precios y cantidades en el marco de los enfoques multilaterales no han encontrado demasiadas aplicaciones debido a que cuando se adiciona un nuevo período de tiempo, todos los números índice previamente obtenidos deben ser recalculados.

f. Enfoque Microeconómico

El enfoque económico plantea 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 (1930, p.95) 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 en la imposibilidad de 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 (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 de 1920-30, con Bennet(1920), Haberler (1927), Bowley (1928), and Konüs (1924) como los principales exponentes. Este enfoque se transformó en la teoría dominante en los siguientes años, con los aportes, de Pollak (1971), Afriat (1972,1977), Samuelson and Swamy (1974) y Diewert (1981) entre otros. Este ultimo introdujo el concepto de “Índice Superlativo” (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. 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).

vi) Elaboración del Índice

Utilizando el enfoque económico y dado el análisis desde el sector productivo que se plantea en el presente trabajo, nos planteamos el problema de minimización de costos para el sector productivo, el cual se desarrolla a continuación

Sea $F(x)$ función de producción

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

$$p \equiv (p_1, \dots, p_N)$$

$$x \equiv (x_1, \dots, x_N)$$

Función de Costos

$$C(u, p) \equiv \min(p \cdot x : F(x) \geq u)$$

Por la forma en que queda determinada, la forma funcional de la función de costos, está dada por la forma funcional que posee la función de producción.

En el presente trabajo se determinó que la función de producción que mejor se ajusta al análisis del sector productivo nacional es una función neoclásica, por lo que nos parece pertinente desarrollar sus propiedades y principales características.

Una función de producción es neoclásica si es continua, positiva y linealmente homogénea. A continuación se define el índice de precios de Konüs:

$$Pk(p_1, p_2, x) \equiv \frac{C[F(x), p_2]}{C[F(x), p_1]}$$
$$P(P^1, P^0, U^0) = \frac{e(P^1, U^0)}{e(P^0, U^0)} = \frac{e(P^1)}{e(P^0)} = \prod_{i=1}^n \left(\frac{P_i^1}{P_i^0} \right)^{\alpha_i}$$

Por su propia definición, y dado que hemos asumido una función de producción neoclásica, lo que supone una función de costos del mismo tipo, podemos concluir que la forma funcional del índice de Konüs es neoclásica.

Este índice de Konüs, puede ser interpretado de la siguiente manera: dado un nivel de producción, el índice P_k es el costo mínimo necesario para alcanzar dicho nivel de producción, cuando el productor enfrenta P_2 , en relación al costo mínimo necesario para alcanzar el mismo producto enfrentando P_1 .

Una vez que llegamos al resultado final, puede observarse que cuando la función de producción es de tipo Cobb Douglas, el índice de precios asociado es

una media geométrica del cambio de todos los precios entre ambos períodos, ponderados por la participación de cada producto en el gasto total.

Los números índices (bajo el enfoque económico) son cocientes entre funciones de costo mínimo que se corresponden a dos posiciones de equilibrio en el consumo o la producción. Y es como consecuencia de lo anteriormente mencionado que la fórmula del índice dependerá de las funciones de agregación de las que se derivan las funciones de gasto. Distintos índices tienen vínculos con distintas funciones de producción. En particular, el índice de precios Geométrico se encuentra asociado con una especificación de tipo Cobb Douglas.

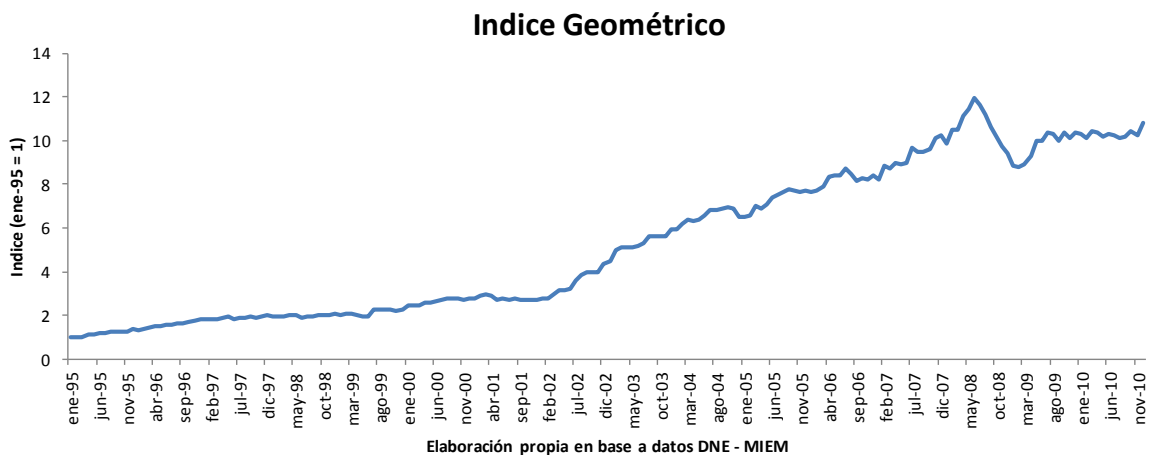
Por otra parte, resulta conveniente realizar algunas precisiones. En primer lugar puede observarse que cuando la función Cobb Douglas es homogénea de grado $\sum_i^n a_i = a$, y como consecuencia es homotética, el índice de precios calculado no dependerá de los niveles de utilidad U^0 ya que la función de gasto es separable entre precios y niveles de utilidad, por lo que puede realizarse la simplificación.

En segundo término cabe destacar que solamente cuando $\sum_i^n a_i = 1$ y por lo tanto la función de producción es linealmente homogénea, cada parámetro a_i representa la participación del gasto en el i - *ésimo* producto en relación al total.

En el presente trabajo, se pondrá especial interés en la construcción de un índice de precios geométrico, el cual encuentra fundamento teórico en el enfoque económico que hemos desarrollado hasta el momento.

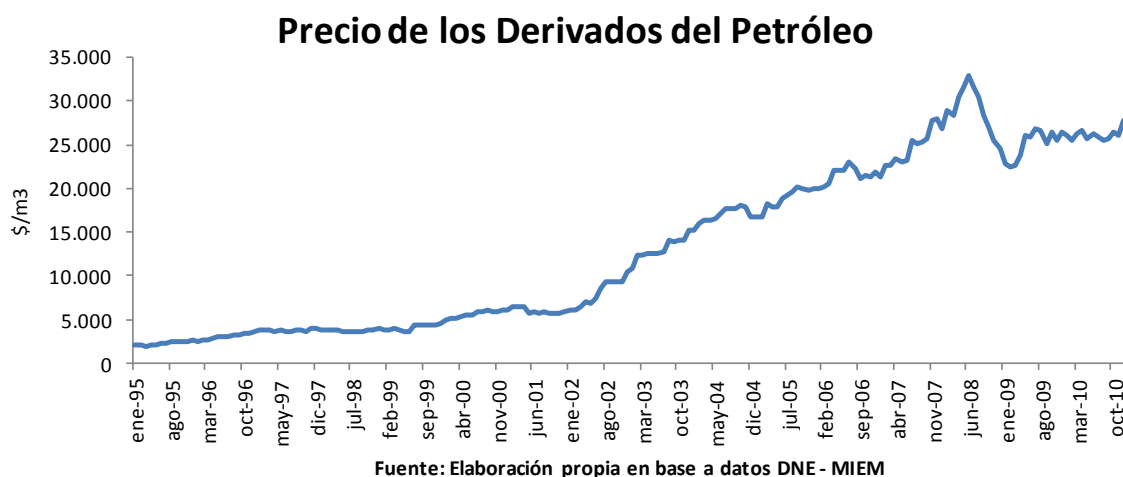
7. Resultados obtenidos

En la presente sección se mostrarán los resultados obtenidos como consecuencia de la elaboración de diferentes índices de precios. Si bien la fundamentación teórica explicitada oportunamente determina la utilización de un único índice, se procedió a calcular algunos índices adicionales. En primer lugar se confeccionó un índice de precios geométrico debido al ya mencionado fuerte vínculo que tiene con la función de producción de tipo Cobb – Douglas.



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 (1995) 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 212%, explicado por un crecimiento promedio mensual de 1%. El segundo sub período abarca desde junio de 2002 hasta junio de 2008, y muestra un alza en la tasa de crecimiento que acumuló un 269% y la tasa promedio de crecimiento fue de 2%. Este cambio en la tendencia de los precios de los energéticos se debió

fundamentalmente a la evolución de los precios de los derivados del petróleo. El siguiente gráfico muestra la evolución de dichos precios en el período de estudio de la presente investigación.

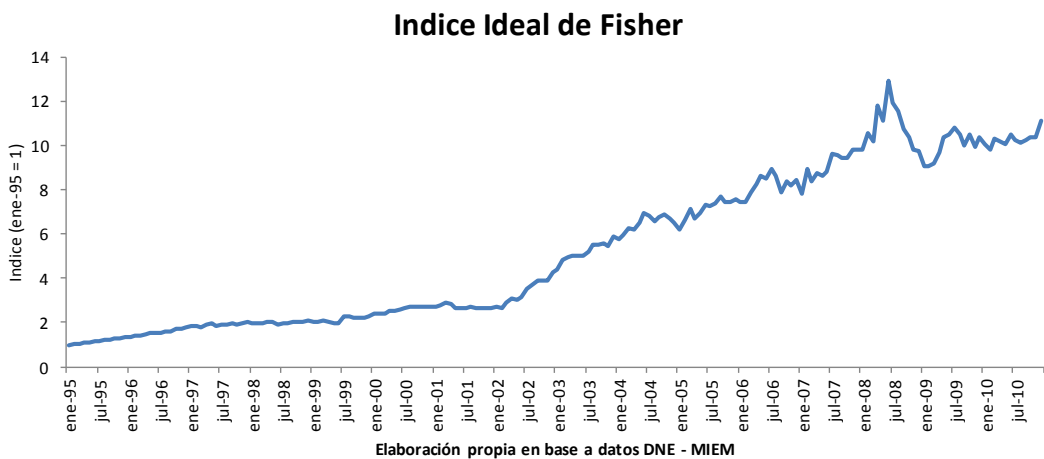
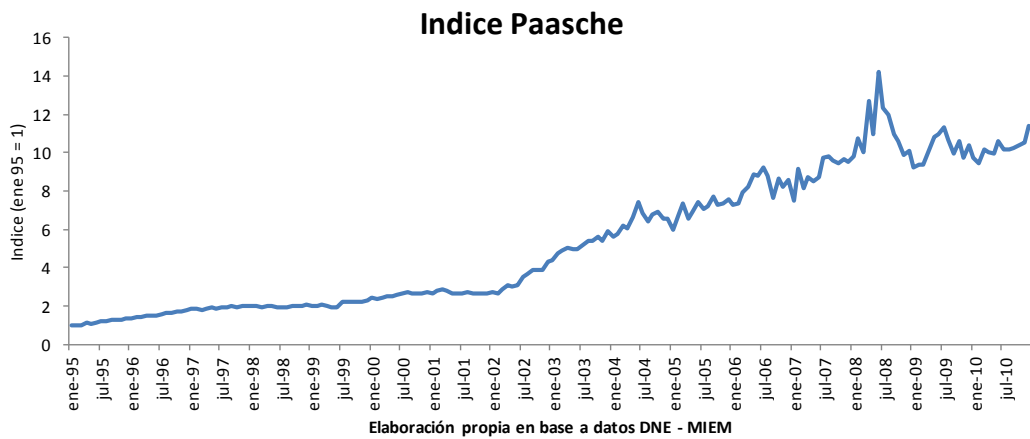
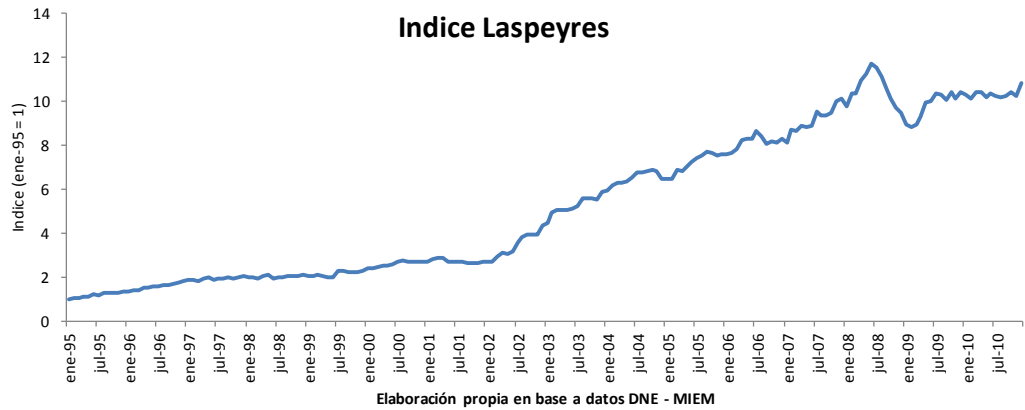


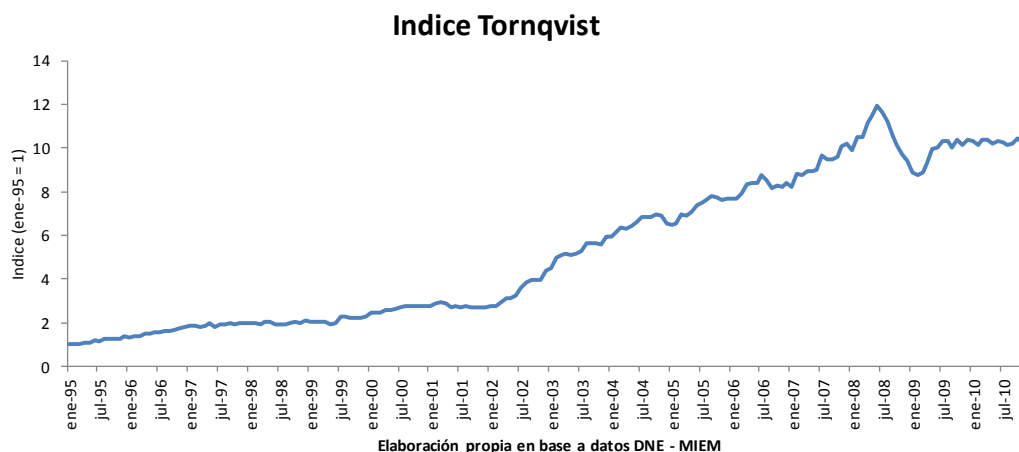
El tercer sub período, que se encuentra entre julio de 2008 y diciembre de 2010 muestra una caída acumulada de 7%, mientras que la tasa promedio de variación no presentó variaciones (0%).

En segundo término se construyeron los índices³⁰:

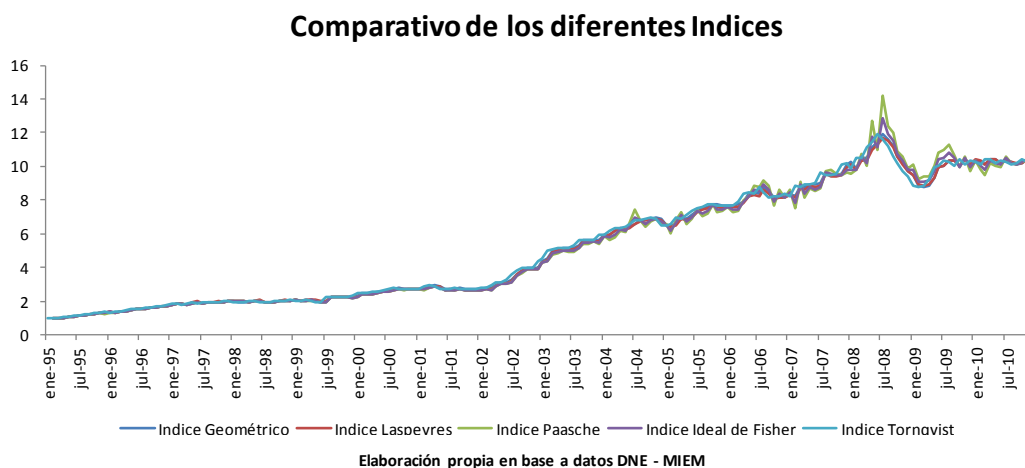
- Laspeyres
- Paasche
- Ideal de Fisher
- Tornqvist

³⁰ Ver cuadro 1 Anexo





Asimismo se procedió a graficar un comparativo con todos los índices construidos y exhibidos anteriormente, donde se observa que existe cierta similitud entre ellos.



Si bien este resultado puede parecer extraño, este comportamiento ya había sido señalado por Fisher (1922) y Ruggles (1967). Según los autores, los índices de precios superlativos se pueden aproximar entre sí con una diferencia de 0,2% en contextos de series de tiempo.

8. Discusiones pendientes

Nos parece relevante plantear el siguiente problema, sobre cuya resolución estamos avocados en estos momentos. Durante la discusión de la selección del índice a utilizar, se justificó la utilización de una función de producción neoclásica, y mediante la aplicación de la teoría económica de números índices, se concluyó que el índice más apropiado, y sobre el cual nos centraríamos, es el índice de precios geométrico.

La derivación del índice geométrico, surge, como fue explicado oportunamente, a través de la realización del problema de minimización de costos sujeto a un nivel de producción dado, y he aquí el problema. Al realizar este ejercicio de minimización, partiendo de la función de producción neoclásica, lo que estaríamos obteniendo es un índice de precios geométrico, pero de los tres factores de producción: capital, trabajo y energía. Como el objetivo es alcanzar un índice de precios de la energía únicamente, lo que se propone, es realizar un análisis sectorial, asumiendo el supuesto de que los precios del capital y el trabajo permanecen constantes, con lo cual el índice obtenido a través del problema de minimización, reflejaría solo variaciones en los precios de los energéticos.

Este razonamiento, deberá ser profundizado, analizando en particular, la validez teórica del mismo.

Por otro lado, si bien ya se mencionó que la realización del estudio econométrico para derivar la vinculación entre los precios de los energéticos y el producto no está comprendido en la presente investigación, se procurará demostrar

la existencia de una vinculación del consumo energético con el precio de la energía.

En el marco de futuras ampliaciones, y en el caso de obtener resultados significativos, sería de particular interés, abrir el estudio hacia un análisis sectorial, en el cual se analizara el impacto de los precios de la energía, sobre los distintos sectores de actividad económica. Estos resultados podrían representar insumos más valiosos a la hora de desarrollar políticas específicas.

A su vez, un desarrollo complementario al presente trabajo podría ser un análisis prospectivo del impacto que sobre los precios y por consiguiente sobre el crecimiento económico, tendría la consecución de la matriz energética proyectada por el MIEM al 2030.

9. Referencias bibliográficas

ALAM, Shahid (2006): “*Economic growth with energy*”.

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 Mundial: “Uruguay. Notas de política. Desafíos y oportunidades 2010-2015”.

BEKHET, Hussain (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*, Paghán, Vol 2, n 3.

BLÜMEL, ESPINOZA, ROMPER (2009): “*Precios de la energía y Crecimiento económico: evidencia de una relación*”. Serie Informe Económico. N 206.

BERTONI, Reto (2010): “*Energía y Desarrollo: la restricción energética en Uruguay como Problema*”. FCS, Universidad de la República.

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.

HAMILTON, James (2005): “*Oil and Macroeconomy*”. Department of Economics, University of California. San Diego

International Energy Agency (2004): “*Analysis of the Impact of High Oil Prices on the Global Economy*”.

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. FCCEE, Universidad de la Republica.

MOLINARI, J Y RUCHANSKY B. (2002): “*Sector Eléctrico: uso y abuso de las comparaciones tarifarias*” Universidad de la Republica. 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.

STERN, David (2003): “*Energy and economic growth*”. Department of Economics, Rensselaer Polytechnic Institute. NY, USA.

SCROPE, G. Poulett (1983): “*Principles of Political Economy*”. London: Longman, Rees, Orme, Brown, Green and Longman.

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.

10. ANEXO

AÑO	Derivados	Derivados	Electricidad	Electricidad
	Ventas (m3)	Precios (\$/m3)	Ventas (Mwh)	Precios (\$/Mwh)
ene-95	71,27	2.025,68	228.658,43	0,45
feb-95	68,60	2.026,42	208.533,86	0,47
mar-95	77,14	2.010,10	219.151,34	0,47
abr-95	74,89	2.196,61	214.668,09	0,50
may-95	83,11	2.173,54	196.235,94	0,50
jun-95	106,08	2.315,99	211.338,56	0,55
jul-95	75,94	2.296,83	240.789,38	0,55
ago-95	79,35	2.419,58	221.909,26	0,59
sep-95	81,11	2.449,34	224.323,19	0,59
oct-95	75,96	2.439,76	273.072,33	0,62
nov-95	78,11	2.454,14	170.176,73	0,62
dic-95	101,62	2.629,88	201.448,67	0,64
ene-96	100,38	2.576,81	224.616,43	0,64
feb-96	67,16	2.711,32	233.547,13	0,67
mar-96	81,98	2.747,56	204.932,23	0,67
abr-96	70,79	2.941,16	217.219,84	0,69
may-96	86,67	3.057,58	222.113,03	0,69
jun-96	114,63	3.017,49	204.361,78	0,73
jul-96	121,84	3.051,55	241.548,40	0,73
ago-96	106,82	3.192,92	244.420,56	0,74
sep-96	97,29	3.210,73	230.827,25	0,74
oct-96	85,79	3.377,75	232.768,95	0,78
nov-96	83,59	3.484,85	205.207,10	0,78
dic-96	80,22	3.630,71	235.101,47	0,81
ene-97	89,42	3.752,89	249.921,81	0,81
feb-97	88,84	3.726,94	259.301,90	0,82
mar-97	81,73	3.736,25	227.847,84	0,78
abr-97	124,31	3.668,41	249.498,31	0,91
may-97	166,45	3.826,81	237.359,38	0,96
jun-97	101,21	3.538,73	257.885,91	0,88
jul-97	116,04	3.688,16	265.637,63	0,92
ago-97	85,95	3.739,91	244.576,66	0,90
sep-97	92,19	3.812,83	250.882,34	0,94
oct-97	98,14	3.676,39	280.690,43	0,94
nov-97	86,89	3.927,67	222.678,73	0,92
dic-97	92,71	3.991,06	248.480,13	0,94
ene-98	87,12	3.813,79	274.404,51	0,95
feb-98	87,42	3.817,91	259.517,72	0,96
mar-98	99,92	3.791,63	369.729,63	0,91
abr-98	91,28	3.752,92	222.279,92	1,03
may-98	93,61	3.689,74	189.368,95	1,08
jun-98	99,34	3.571,01	268.579,12	0,97
jul-98	98,94	3.555,67	266.238,90	1,01
ago-98	105,17	3.614,16	280.422,22	0,99
sep-98	108,68	3.663,64	264.704,12	1,04
oct-98	108,81	3.847,70	265.428,94	1,02
nov-98	121,36	3.791,43	273.657,52	1,00
dic-98	179,69	4.055,07	259.410,71	1,00

Asociación Uruguaya de Historia Económica
5tas Jornadas de Investigación

ene-99	139,16	3.910,57	299.753,66	0,98
feb-99	158,00	3.889,88	264.747,16	1,00
mar-99	144,21	3.929,39	266.221,02	1,02
abr-99	142,49	3.820,58	295.686,95	1,03
may-99	115,05	3.591,45	261.694,73	1,01
jun-99	193,02	3.569,28	270.214,24	1,05
jul-99	103,36	4.437,08	283.848,89	1,05
ago-99	106,03	4.411,01	280.830,77	1,05
sep-99	103,99	4.361,08	274.221,82	1,06
oct-99	105,67	4.381,14	269.199,19	1,04
nov-99	124,94	4.391,46	278.199,38	1,02
dic-99	155,65	4.636,23	286.716,12	0,99
ene-00	148,12	5.054,24	299.048,30	1,02
feb-00	96,02	5.134,29	321.755,69	0,99
mar-00	126,06	5.113,70	305.507,81	1,02
abr-00	72,53	5.415,39	302.978,37	1,03
may-00	77,84	5.539,90	271.741,80	1,01
jun-00	79,03	5.502,96	271.281,35	1,08
jul-00	75,99	5.842,03	294.651,73	1,04
ago-00	84,22	5.964,81	287.739,21	1,08
sep-00	75,30	6.009,62	294.191,35	1,05
oct-00	81,51	5.938,66	275.602,86	1,06
nov-00	86,94	5.987,44	276.800,63	1,03
dic-00	84,37	6.057,13	277.237,49	1,03
ene-01	78,48	6.087,60	305.864,60	1,02
feb-01	77,02	6.516,05	306.681,41	1,02
mar-01	80,87	6.544,29	300.463,17	1,07
abr-01	77,74	6.510,21	310.212,14	1,04
may-01	73,51	5.776,01	278.979,33	1,08
jun-01	73,75	5.862,08	288.244,14	1,07
jul-01	78,87	5.808,81	302.857,50	1,07
ago-01	78,92	5.869,94	270.259,40	1,08
sep-01	75,51	5.811,18	291.005,65	1,05
oct-01	77,08	5.763,97	264.350,90	1,06
nov-01	90,05	5.741,88	284.352,37	1,05
dic-01	81,27	5.894,28	285.589,78	1,04

Asociación Uruguaya de Historia Económica
5tas Jornadas de Investigación

ene-02	78,08	6.030,11	291.324,83	1,05
feb-02	67,77	6.082,88	298.393,05	1,02
mar-02	71,01	6.433,98	281.966,09	1,12
abr-02	81,20	6.978,26	277.392,12	1,14
may-02	76,48	6.941,08	283.728,90	1,13
jun-02	71,52	7.428,50	287.147,38	1,12
jul-02	78,56	8.539,04	274.719,35	1,17
ago-02	73,11	9.251,64	282.959,19	1,19
sep-02	72,14	9.421,48	269.646,14	1,30
oct-02	71,24	9.236,34	248.651,27	1,33
nov-02	76,89	9.346,87	260.415,94	1,30
dic-02	77,62	10.468,25	260.899,55	1,39
ene-03	75,53	10.846,83	272.706,56	1,40
feb-03	68,12	12.399,39	290.183,71	1,47
mar-03	66,67	12.363,43	268.743,07	1,56
abr-03	73,37	12.565,15	260.442,70	1,55
may-03	69,44	12.549,81	264.532,95	1,54
jun-03	68,36	12.551,98	269.690,93	1,57
jul-03	74,03	12.714,10	267.886,68	1,67
ago-03	72,54	14.040,37	283.478,56	1,65
sep-03	73,29	13.892,54	274.381,66	1,66
oct-03	86,61	14.017,32	273.761,80	1,64
nov-03	70,59	14.028,33	279.206,30	1,60
dic-03	82,66	15.228,72	265.442,24	1,61
ene-04	70,46	15.301,75	309.115,78	1,60
feb-04	67,06	15.993,92	311.787,67	1,65
mar-04	80,37	16.373,80	290.570,04	1,70
abr-04	83,27	16.374,25	318.483,14	1,65
may-04	119,40	16.543,36	292.478,89	1,69
jun-04	217,16	17.113,75	287.946,39	1,71
jul-04	100,52	17.635,43	303.295,29	1,79
ago-04	69,28	17.658,43	307.772,21	1,80
sep-04	87,78	17.720,98	294.453,50	1,81
oct-04	93,69	18.022,45	292.988,99	1,80
nov-04	73,70	17.921,09	290.706,40	1,77
dic-04	102,68	16.651,57	299.163,17	1,77
ene-05	70,24	16.664,49	343.331,12	1,75
feb-05	136,99	16.815,02	326.444,67	1,76
mar-05	137,92	18.213,19	311.392,72	1,77
abr-05	78,29	17.869,00	310.947,21	1,80
may-05	85,53	17.793,19	296.092,55	1,98
jun-05	112,04	18.743,74	309.379,83	1,98
jul-05	72,37	19.191,07	306.307,74	2,01
ago-05	77,50	19.627,04	315.051,69	1,99
sep-05	103,60	20.212,93	316.874,48	1,98
oct-05	73,63	19.988,65	310.047,22	1,99
nov-05	81,06	19.759,51	299.511,76	1,97
dic-05	97,29	19.978,72	318.958,88	1,96

Asociación Uruguaya de Historia Económica
5tas Jornadas de Investigación

ene-06	88,72	19.995,71	342.075,07	1,92
feb-06	85,15	20.101,62	333.342,28	1,94
mar-06	112,48	20.486,62	325.152,70	2,04
abr-06	107,11	22.008,14	343.218,73	2,01
may-06	140,52	22.108,39	304.018,42	2,08
jun-06	137,94	21.993,28	313.797,74	2,05
jul-06	138,03	23.030,68	304.526,47	2,12
ago-06	124,52	22.155,19	297.029,70	2,15
sep-06	73,87	21.107,47	317.201,84	2,13
oct-06	135,47	21.455,60	306.635,20	2,12
nov-06	100,71	21.377,38	313.520,23	2,11
dic-06	125,08	21.850,49	324.406,28	2,12
ene-07	69,56	21.281,55	353.123,74	2,13
feb-07	151,51	22.674,12	367.227,91	2,35
mar-07	73,96	22.607,27	323.770,49	2,26
abr-07	96,22	23.319,94	344.021,41	2,28
may-07	83,43	22.962,05	324.311,03	2,33
jun-07	94,84	23.270,15	339.877,76	2,32
jul-07	119,27	25.556,64	336.737,90	2,30
ago-07	140,85	25.140,51	353.927,78	2,27
sep-07	126,70	25.206,21	365.287,27	2,25
oct-07	101,69	25.628,17	325.737,43	2,20
nov-07	93,66	27.712,55	350.712,91	2,12
dic-07	83,79	28.030,02	344.614,17	2,16
ene-08	117,19	26.872,28	366.146,78	2,15
feb-08	141,60	28.843,33	377.469,14	2,16
mar-08	99,40	28.379,35	362.110,17	2,29
abr-08	243,73	30.424,28	347.568,37	2,34
may-08	96,78	31.477,88	346.736,76	2,33
jun-08	327,94	32.906,56	338.728,44	2,37
jul-08	150,12	31.638,86	331.664,44	2,54
ago-08	157,35	30.370,44	339.291,96	2,54
sep-08	126,90	28.339,67	335.076,10	2,54
oct-08	137,30	26.924,06	340.593,48	2,54
nov-08	120,10	25.507,95	351.803,88	2,52
dic-08	172,43	24.602,20	362.595,19	2,52
ene-09	156,39	22.744,64	386.451,79	2,52
feb-09	177,79	22.411,51	370.273,72	2,53
mar-09	158,61	22.548,93	354.328,73	2,64
abr-09	196,00	23.851,00	361.756,07	2,62
may-09	185,57	25.951,31	333.410,97	2,64
jun-09	203,08	25.853,18	337.446,93	2,75
jul-09	209,08	26.787,99	362.659,14	2,80
ago-09	141,81	26.623,75	371.360,87	2,82
sep-09	101,84	25.009,07	350.795,02	3,02
oct-09	121,89	26.404,63	352.574,89	2,99
nov-09	83,04	25.468,92	351.752,11	2,98
dic-09	105,50	26.389,44	350.308,11	2,99
ene-10	85,57	26.124,94	391.238,87	2,98
feb-10	77,13	25.441,34	385.322,82	2,99
mar-10	100,79	26.317,76	373.265,21	3,03
abr-10	94,89	26.533,12	394.561,94	2,96
may-10	94,83	25.662,47	355.683,13	2,99
jun-10	136,88	26.205,42	367.974,14	2,98
jul-10	109,87	25.816,25	369.395,68	3,02
ago-10	119,41	25.483,77	385.609,43	3,00
sep-10	119,16	25.637,41	368.992,75	3,02
oct-10	104,98	26.435,60	352.394,29	3,01
nov-10	133,09	26.015,00	360.977,98	2,95
dic-10	167,95	27.840,06	380.647,43	2,98

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Dirección Nacional de Energía

