

Estado
de la
Nación

EN DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE

DECIMOQUINTO INFORME ESTADO DE LA NACIÓN EN DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE

Informe Final

Hidrocarburos

Investigador:
Marlon Yong Chacón¹



Nota: Las cifras de las ponencias pueden no coincidir con las consignadas por el Decimoquinto Informe Estado de la Nación en el capítulo respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

Índice

1.	Los fundamentos del mercado petrolero.....	3
2.	El largo plazo, los ciclos petroleros y la coyuntura en el 2008	4
2.1	Eventos históricos y los precios en el largo plazo	4
2.2.	Una discusión sobre las reservas, disponibilidad y picos y mesetas petroleras.....	7
2.3	La crisis del 2008: factores responsables	11
3.	Costa Rica: una economía dependiente de los hidrocarburos	13
3.1	La matriz energética y el consumo de combustibles	13
3.2	Las elasticidades de la demanda y la proyección de la demanda futura	19
4.	Efectos directos de la crisis petrolera del 2008 en la economía nacional.....	21
4.1	Correlación, volatilidad y riesgo	21
4.2	Prediciendo los movimientos de precios en el plazo instantáneo	24
4.3	Escenarios de coyuntura de corto plazo	24
4.4.	Sobre el shock de oferta y los efectos temporales y permanentes.....	31
4.5	Algunas consideraciones sobre la regulación de precios en el periodo 2008 y la sugerencia de usar coberturas de precios en mercados a futuros.....	34
4.5.1	Sobre la fórmula de precios de ajuste interno en el año 2008.....	34
4.5.2	Sobre la sugerencia de usar coberturas de precios en mercados a futuro	38
5.	Conclusión prospectiva: dependencia, sustituibilidad y eficiencia, el uso de los biocombustibles.....	41
6.	Conclusión propuesta para la creación de un fondo de estabilización de precios de los combustibles	42
a)	<i>Precio de referencia (primer parámetro)</i>	42
b)	<i>Precio de contado (segundo parámetro)</i>	43
c)	<i>precio futuro (tercer parámetro)</i>	44
7.	Petrocaribe como opción: Informe sobre la incorporación de Costa Rica a Petrocaribe. ...	47
7.1	Sobre las negociaciones y marco del acuerdo	47
7.2	Modelación econométrica de corto plazo de precios fijos anualizados en la propuesta de Petrocaribe y su efecto inmediato en la economía.....	50
	Referencias bibliográficas	52
	Sección de Anexos.....	55

1. Los fundamentos del mercado petrolero

Los hidrocarburos o bien, el petróleo² y sus derivados, son la fuente de energía no renovable del que la mayoría de las economías³ del mundo y los habitantes del planeta basan gran parte de su acontecer diario. Oferentes y demandantes se conjugan en un mercado mundialmente integrado en mercados spot y de futuros, así como en contratos y relaciones bilaterales. Acuerdos colusivos⁴ para tratar de mantener una cuota del poder de mercado se revisan cada vez que hay un cambio real y en las expectativas por parte de los consumidores en la Organización de Países Productores de Petróleo (OPEP).

Los cambios en los fundamentos (oferta, demanda, tecnología, clima, plantas, reservas, yacimientos, entre otros) están en estrecha relación con los acontecimientos históricos mundiales del día. A la pregunta de si hay o no hay petróleo y si ya el mundo ha sobrepasado el pico y la meseta petrolera sólo puede ser respondida por los nuevos descubrimientos y el uso intensivo de mejor tecnología de extracción. La disyuntiva a una posible escasez futura de este commodity ha hecho prever el uso alternativo de energías, sin embargo, la hegemonía del “oro negro” se mantiene en estos instantes, aún luego del hecho de que durante veinte años no se hubiese contraído una nueva refinería en los Estados Unidos y en muchos países del orbe.

La crisis petrolera del año 2008 tuvo sus efectos macroeconómicos en todas las economías: dichos aumentos del precio generaron una transferencia de renta de los países importadores a los países exportadores netos, al igual que un aumento spot en los costes de producción, con presiones a la baja en beneficios y al aumento en el nivel general de precios⁵. El impacto en los costes de producción dependerá del grado de competencia del mercado (capacidad de los productores de trasladar ese aumento de precios a los productos finales) y de la posición cíclica de la economía, de manera tal que se puede esperar entre un estado de crisis a uno de salida de la misma, un aumento permanente sobre el nivel de los precios pero sólo un efecto temporal en la tasa de inflación. Efectos de retroalimentación en esta variable y en otras variables como las tasas de interés y los términos de intercambio internacional y tipos de cambio dependerán también de las expectativas. En los mercados financieros los efectos dependerán del nivel de posiciones cortas y largas de los contratos, de los inventarios, los márgenes de refinación y la posible especulación.

En resumen, los fundamentos de este mercado dependen del crecimiento económico de los países –demanda-, de las condiciones climáticas, de los riesgos geopolíticos, de la capacidad ociosa (inversiones y reservas –upstream-, sustitutos), de la capacidad de refinación (inversiones en el downstream y en las especificaciones técnicas y tecnológicas de los productos –normativa ambiental en crudos pesados y productos livianos⁶-), de la moneda en que se transa el producto en los mercados mundiales (dólar), y de las expectativas y noticias.

Utilizando una fuente de datos sobre la oferta y demanda reciente de petróleo⁷, podemos observar que del total de reservas probadas (1390.1 miles de millones de

barriles) en el año 2007, Norteamérica mantuvo un 5.6% del total (Estados Unidos un 2.4%, Canadá un 2.2% y México un 1%), Centroamérica y Sudamérica un 9% (Venezuela un 7% y Brasil un 1%), Europa y EuroAsia un 11.6% (Kasakhstan un 3.2% y la Federación Rusa un 6.4%), el Medio este un 61% (Iran un 11.2%, Irak un 9.3%, Kuwait un 8.2%, Arabia Saudita un 21.3%, Emiratos Arabes Unidos un 7.9%. Qatar un 2.2%), Africa un 9.5% (Libia un 3.3%, Nigeria un 2.9%, Algeria un 1%) y Asia Pacífico un 3.3% (China un 1.3%).

En el Cuadro No. 1 se muestra para diversos años en particular, la producción, el consumo y la refinación del petróleo para grupos de países. Para el año 2007, Norteamérica producía un 16.5% del total de 81533 miles de barriles diarios, pero consumió un 28.7% del total de 85220 miles de barriles diarios y refinó un 29.9% 87913 miles de barriles diarios. El Medio este produjo un 30%, consumió un 7% y refinó un 8.6%. Esto indica un déficit en la capacidad de refinación de estos países, causado porque en varios de ellos (como Iran, Irak) no se había invertido en refinerías. Por otra parte, AsiaPacífico se convierte en un importado neto de petróleo pues sólo produjo en el 2007 un 9.7% y consumió un 30% del total diario. Estados Unidos es un importador neto de petróleo y su demanda es significativa en términos de los movimientos de precio a nivel mundial (importó en el 2007 el 24.9% del total). Lo mismo sucede con Europa. Por otra parte, el Medio Este es un exportador neto y su oferta determina también los precios internacionales en los mercados. Al final, es este balance de producción, reservas e inventarios uno de los fundamentos en la formación de los precios.

Así como el crecimiento económico es un factor determinante de los precios en el mercado a través de la demanda de este commodity, así también la especulación o el miedo a las rupturas en la oferta de petróleo hacen que los “*fundamentals*” no coincidan con el nivel de precio actual o de equilibrio.

2. El largo plazo, los ciclos petroleros y la coyuntura en el 2008

2.1 Eventos históricos y los precios en el largo plazo

Tal y como se ilustra en el Gráfico 1, los precios reales del petróleo en dólares estadounidenses del año 2008 durante el período 1861-2008 muestra tres períodos en que los precios han sobrepasado los US\$80/bbl: a inicios de los años 1860-1865 en que se inicia la exploración petrolera y se da la necesidad de hacer inversiones en toda la cadena del valor (upstream y downstream), durante la crisis de los años 1979-1981 con los conflictos políticos de Iran e Irak y el pico del año 2008.

Cuadro 1
Estadísticas sobre producción, consumo y refinación de petróleo, por grupos de años

Oil: Production *

Thousand barrels daily	1965	1970	1980	1990	2000	2007	2007 share of total
Total North America	10296	13257	14063	13856	13904	13665	16,5%
Total S. & Cent. America	4334	4829	3747	4507	6813	6633	8,5%
Total Europe & Eurasia	5652	7982	15088	16106	14950	17835	22,0%
Total Middle East	8387	13904	18882	17540	23516	25176	30,8%
Total Africa	2240	6112	6225	6725	7804	10318	12,5%
Total Asia Pacific	898	1979	4943	6743	7928	7907	9,7%
TOTAL WORLD	31806	48064	62948	65477	74916	81533	100,0%

Oil: Consumption *

Thousand barrels daily	1965	1970	1980	1990	2000	2007	2007 share of total
Total North America	12941	16612	20012	20206	23548	25024	28,7%
Total S. & Cent. America	1702	2201	3463	3773	4907	5493	6,4%
Total Europe & Eurasia	11826	18628	24389	23540	19564	20100	24,0%
Total Middle East	957	1164	2046	3484	4716	6203	7,4%
Total Africa	531	725	1374	1976	2458	2955	3,5%
Total Asia Pacific	3284	6737	10557	13876	21147	25444	30,0%
TOTAL WORLD	31240	46066	61841	66855	76340	85220	100,0%

Oil: Refinery capacities

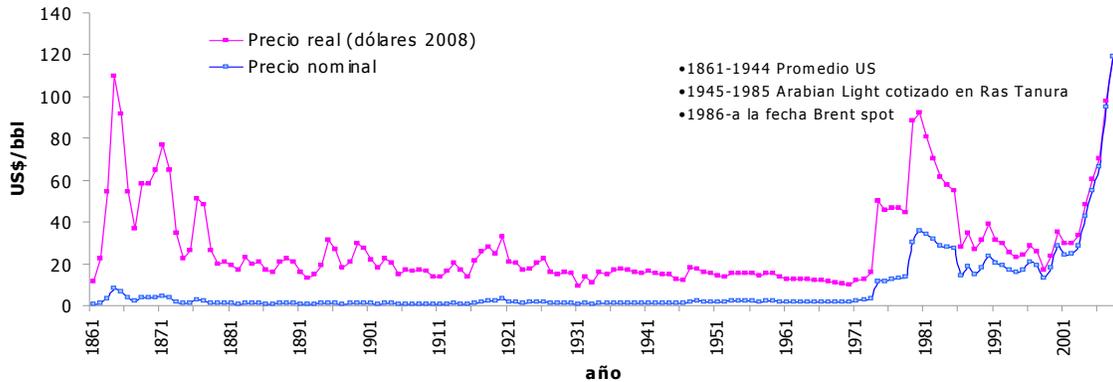
Thousand barrels daily *	1965	1970	1980	1990	2000	2007	2007 share of total
Total North America	11896	14818	21982	19195	19937	20970	23,9%
Total S. & Cent. America	3562	4808	7251	6009	6307	6513	7,4%
Total Europe & Eurasia	13194	21968	32037	27929	24837	25024	28,5%
Total Middle East	1702	2466	3529	5214	6335	7525	8,6%
Total Africa	560	697	2102	2804	2872	3280	3,7%
Total Asia Pacific	3600	6588	12365	13449	21641	24601	28,0%
TOTAL WORLD	34514	51344	79266	74600	81929	87913	100,0%

Oil: Trade movements

Thousand barrels daily	1980	1990	2000	2007	2007 share of total
Imports					
US	6735	8026	11092	13632	24,9%
Europe #	12244	9801	11070	13953	25,4%
Japan	4985	4802	5329	5032	9,2%
Rest of World *	8360	8812	15880	22207	40,5%
TOTAL WORLD	32324	31441	43371	54824	100,0%
Exports					
US	555	889	890	1439	2,6%
Canada	445	955	1703	2457	4,5%
Mexico	875	1387	1814	1975	3,6%
South & Central America	3010	2367	3079	3570	6,5%
Europe	n/a	n/a	1967	2273	4,1%
Former Soviet Union @	2040	2659	4273	8334	15,2%
Middle East	17510	14212	18944	19680	35,9%
North Africa	2820	2604	2732	3336	6,1%
West Africa	2475	2248	3293	4830	8,8%
Asia Pacific £	2099	2182	3736	5274	9,6%
Rest of World *	495	1938	940	1656	3,0%
TOTAL WORLD	32324	31441	43371	54824	100,0%

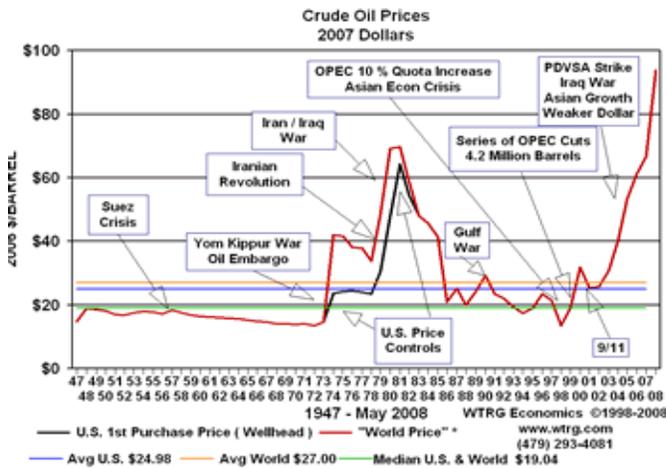
Fuente: Elaboración propia con base en <http://www.bp.com/statisticalreview>

Gráfico 1
Precios reales y nominales del petróleo



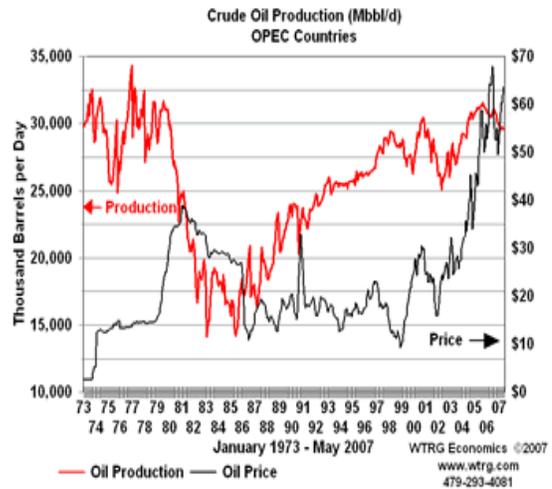
Fuente: RECOPE S.A. Departamento de Estudios Económicos. Presentación interna de los precios.

Gráfico 2
Eventos históricos y los precios del petróleo 1947-2008



Fuente: <http://www.wtrg.com/prices.htm>

Gráfico 3
Producción y precios en los países de la OPEP 1973-2008



En el corto plazo, la volatilidad de los precios está asociada a estos fundamentos de acontecimientos históricos (ver como ejemplo el Gráfico 2). No obstante lo anterior, el aumento de los precios en el año 2008 pareciera que tiene también otras causas. Si nos fundamentamos en este análisis histórico a partir de 1947, se podría señalar según se ilustra en el Gráfico 2 que la mediana de precios a nivel mundial se ubica en los US\$27/bbl en dólares del 2007 y el diferencial con el precio nominal menor a los US\$10/bbl es por los efectos propios de la inflación. No obstante lo anterior, y para el caso del cartel de la OPEP⁸, en el Gráfico 3 se ilustra una posible correlación entre una alta (baja) oferta –producción- y bajos (altos) precios con la excepción de los años 2005-2008, en que se da un crecimiento en la producción y en los precios. Estos eventos pueden ser explicados a la luz de la falta de refinación para los productos pesados, el exceso de demanda de productos livianos y la limitada capacidad ociosa en

las plantas y el abandono de la banda de precios de la canasta de crudo que tenía la OPEP hasta el año 2000 (que se instituyó como respuesta a la crisis del medio este).

Eventos históricos de los últimos cincuenta años que influenciaron el mercado petrolero fue la Guerra del Yom Kippur (con el ataque a Israel por parte de Siria y Egipto en 1973) y el Embargo Arabe (Arabia recorta su producción diaria en 5 millones de barriles diarios –mbd-) y como consecuencia, los precios se incrementan en un 400% en seis meses. Posteriormente, con la crisis Irán-Irak se incrementan los precios en 1979-80 (de \$14/bbl en 1978 a \$35/bbl en 1981): la revolución iraní hizo decaer la producción en 2.5 mbd entre Noviembre de 1978 y Junio de 1979. Una vez finalizada ésta, la producción aumenta en 4 mbd. A la par de lo anterior, Estados Unidos impuso controles de precios que tuvieron consecuencias negativas para sus consumidores, al pagar éstos un 50% más por las importaciones que por la producción doméstica, mientras que a la vez los productores estadounidenses recibían un precio menor que el del mercado.

Una de las consecuencias de los aumentos de precios fue el incentivo para la exploración y explotación petrolera en países no miembros de la OPEP, los cuales aumentaron su producción en más de 10 mbd hasta 1986, con lo cual el cartel se vio ante una menor demanda y una alta oferta de los competidores, reaccionado con la conocida política de imponer cuotas. Lo anterior fue una de las causas de que los precios cayeran de los US\$60/bbl en 1979 a US\$20/bbl en 1985.

Otro de los eventos que hicieron aumentar los precios del barril fue la crisis del Golfo Pérsico en 1990 (US\$25/bbl) pero una vez finalizada, los precios volvieron a bajar a los niveles pre-crisis. Posteriormente, con el aumento de la consumo promedio diario entre 1990 y 1997 de 6.2 mbd (sobretudo por la demanda por parte de Estados Unidos y Asia) y con el declive de la producción de Rusia entre 1990-96 (de 5 mbd), los precios vuelven al ciclo del alza continua de US\$25/bbl a los US\$80/bbl. En el interim, los precios tuvieron otro impulso a la baja con la crisis de Asia en 1997-98, y también con la menor demanda de los estados Unidos con la crisis de las empresas tecnológicas del año 2000. Esta baja demanda y el aumento de la producción de los países no miembros de la OPEP hicieron volátiles los precios a la baja. El declive coyuntural de los precios en esta época se acentúa con el efecto del ataque terrorista del 11 de setiembre del 2001. Sin embargo, éstos vuelven a aumentar con la huelga en PDVSA en Venezuela, lo que hizo bajar la capacidad en el pico de 3.5 mbd.

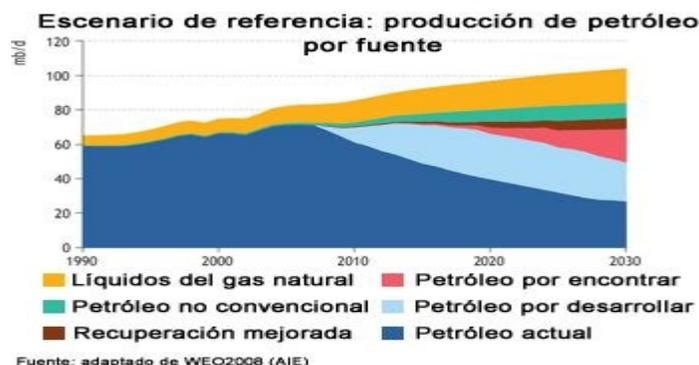
Finalmente, eventos climáticos (huracanes) también afectaron el mercado petrolero en el año 2005, provocando otro ciclo coyuntural de precios volátiles, que se soportaron con la creciente demanda y los problemas en los inventarios en los Estados Unidos.

2.2. Una discusión sobre las reservas, disponibilidad y picos y mesetas petroleras

Para el año 2007, el consumo mundial de energía fue de un 36% en petróleo, un 24% de gas natural, un 28% de carbón, un 6% de hidroelectricidad, un 6% en energía nuclear (<http://www.bp.com/statisticalreview>). Para el caso del petróleo, las predicciones de la Agencia Internacional de la Energía esperan un crecimiento anual continuo de la

demanda de un 1.7% hasta el 2030 (www.iae.org, Reporte Mundial de Energía World Economic Outlook –WEO- 2008), a la vez que subrayan que la producción de petróleo seguirá creciendo, desde los 84 mbd actuales hasta los 106 mbd en 2030 (ver Gráfico 4).

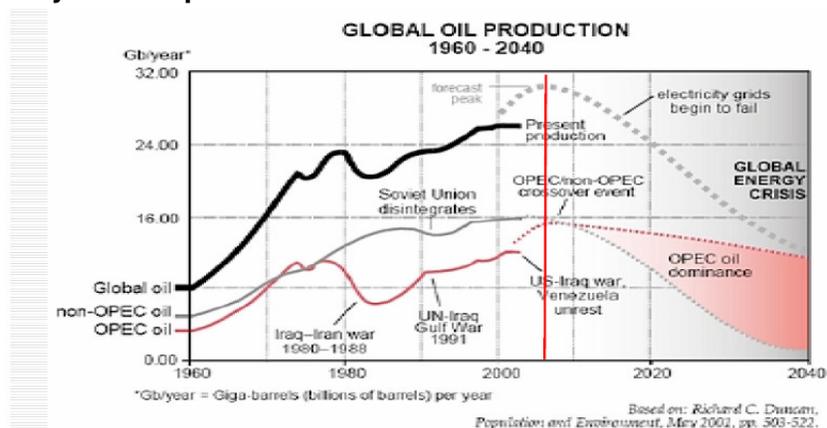
Gráfico 4
Producción mundial proyectada de energía.



Lo anterior representa un descenso desde que los anteriores reportes de energía (WEO 2007 y 2006), estimaban unos 116 mbd para el mismo periodo, y también respecto al WEO 2004, en el que la cifra de producción para 2030 se estimaba en 121 mbd. Con estas revisiones de los escenarios de proyección de corto plazo, parece que la capacidad de producción esperada puede que no vaya a satisfacer la demanda futura. En efecto, un aumento del 26% de la producción mundial de petróleo en 22 años puede que sea escasa si vemos los tipos de petróleo que van a cargar con ese aumento son líquidos provenientes de las explotaciones de gas natural (cuyo desarrollo depende de otros factores) y de los petróleos no convencionales: el petróleo convencional sería una muy pequeña de este incremento, aportaría un crecimiento de solo 5 mbd en los próximos 22 años (ver Gráfico 4): este sufrirá una importante caída: de los 70 mbd de 2007 a los 51 mbd en 2015 a los 27 mbd en 2030. De esta manera, la nueva capacidad que habrá que poner en marcha durante estos 22 años será de 64 mbd, el equivalente a seis veces la producción actual Arabia Saudita. Inclusive, el suministro de los próximos 22 años descansa en aquellos yacimientos descubiertos pero que aún no han sido desarrollados y aquellos que aún no han sido ni siquiera encontrados.

Coinciden los pronósticos (ver de nuevo el Informe Mundial de la IEA del 2008, en www.iea.org) que en 2015 los productores no OPEP llegarán a su cenit, quedando por tanto la responsabilidad de los futuros aumentos de la producción en los países OPEP, que verán elevarse su participación en el mercado del petróleo del 44% en 2007 al 51% en 2030. Al final, lo que indica las predicciones es que por cada consumo de 5 barriles de petróleo, solamente hoy día se encuentra uno. Lo anterior es lo que se conoce como el pico y la meseta petrolera (ver Gráfico 5).

Gráfico 5
Pico y meseta petrolera



Países como Estados Unidos, Egipto, Inglaterra, Pakistan, Congo, Perú, Noruega, Tunes, Australia, Nueva Zelandia, Gabón, Colombia, Argentina, entre otros se mencionan como países que ya pasaron el pico petrolero y están en declinación. México, Brunei, China, India, Canadá con petróleo convencional, entre otros se mencionan como países que están en el pico. En efecto, de acuerdo con el Reporte Mundial de Energía del 2008 y después de analizar datos de 580 de los mayores pozos de petróleo del mundo, el informe determina que la tasa de declive media es del 5,1%, y extrapolando esto al resto a la totalidad de los yacimientos mundiales, la tasa anual de declive sería del 6,7%, es decir, que tan solo para mantener la producción plana, se necesitaría llevar cada año al sistema petrolero el 6,7% de la producción actual, o unos 5,6 mbd (más o menos la capacidad de extracción de Irán e Irak juntos durante el año 2007). De los 798 yacimientos que componen la base de datos utilizada por la Agencia Internacional de la Energía, se seleccionaron 651, cuyas reservas iniciales eran de al menos 50 millones de barriles. De este conjunto, 580 yacimientos, o el 89% han pasado ya su cenit de producción. Solo los desarrollos en Oriente Medio, con yacimientos de mayor tamaño terrestres, podría compensar esta tendencia. Otras de las dificultades mencionadas es que precios bajos del petróleo pueden no estar estimulado la inversión necesaria, sobretodo en el caso de proyectos como el de las arenas asfálticas del Canadá.

Pese al argumento mundial de la falta de reservas de petróleo, otros reportes⁹ indican que existen unos 2 billones de barriles de reservas “recuperables” que no se clasifican como probadas, pero es probable que pasen a esa categoría conforme las innovaciones tecnológicas, el creciente conocimiento del subsuelo y el incentivo económico creado por los altos precios o bien, por los costos relativos más bajos para la extracción. Por ejemplo, sólo el 35% del petróleo contenido en campos conocidos se puede recuperar hoy con la tecnología existente en comparación con el 22% en 1980.

Uno de los problemas de la falta de producción se remonta al hecho de que los países del Golfo Pérsico dejaron de producir antes de los años 80s. Desde los años 20 a los 70s, las Siete Hermanas (Exxon, Shael, British Petroleum, Mobil, Chevron, Gula y Texaco) dominaron el mercado, ejerciendo prácticas oligopólicas de poder de mercado.

Con las nacionalizaciones de los años 70s, las empresas petrolera occidentales fueron expulsadas de la mayoría de las naciones del Medio Oriente, ocasionando un descenso de la región al conocimiento técnico, reduciendo las posibilidades de desarrollo.

En efecto, en Irak no se han utilizado pruebas sísmicas tridimensionales, perforación profunda y horizontal para recuperar el crudo, prácticas que son comunes en el resto del mundo en esa industria. En el Golfo Pérsico sólo se han perforado unos 2000 pozos nuevos, en comparación con más de 1 millón en los Estados Unidos. En los últimos 20 años, más del 70% de la exploración petrolera se ha realizado en Estados Unidos y Canadá pese a que juntos contienen menos del 3% de las reservas mundiales probadas. Sólo el 3% de la exploración se ha hecho en el Medio Oriente pese a que cuentan con el 70% de las reservas probadas. Entre 1995 y el 2004 se perforaron menos de 100 pozos de exploración en el Golfo Pérsico con comparación con 15700 en Estados Unidos. Se perforaron 150 pozos de evaluación (que es lo que prueba la capacidad productora de un campo petrolero) y menos de 5000 pozos de desarrollo (que ayudan a preparar un campo para la producción) en contraste con más de 12300 de los primeros y 250000 de los segundos, en los Estados Unidos. En Irak sólo se han perforado 2500 pozos de cualquier tipo mientras que en Texas se han perforado más de 1 millón. Tampoco indican que Arabia esté en su máximo. De los 260 000 millones de reservas probadas del país (que son el 25% del total mundial), son apenas una tercera parte del petróleo que se sabe que existe bajo suelo Saudita. Sólo se han perforado menos de 300 nuevos pozos entre 1930 y 1995, sólo 30 nuevos entre 1995 y el 2004.

Adicionalmente, de acuerdo con DeGolyer y McNaughton (ver discusión en <http://www.demac.com/>), la principal firma de evaluación petrolera del mundo, el potencial de Rusia está subestimado: las reservas potenciales rusas son 3 veces superiores a sus reservas probadas, de 50 000 millones de barriles. Desde 1965 sólo se perforaron 8500 nuevos pozos en Rusia, cantidad similar que se hizo en Estados Unidos en sólo 5 años. El problema de Rusia es el siguiente: conocimiento técnico inadecuado y manejo deficiente de campos. En dicho país sólo se recobra menos del 20% de un campo, cuando la industria mundial es cercano al 50% (ver discusión en <http://www.demac.com/>). Por otra parte, las reservas probadas de Azerbaiyan y Kazajstán ascienden a 18 000 millones de barriles, pero se estima que dichas reservas ascienden a 80 000 millones.

El punto de coincidencia es la existencia de petróleo crudo, pero no así, de la capacidad de refinación necesaria para convertirlo en productos livianos. El de alta calidad como el West Texas Intermediate (WTI) o el Brent, que contienen menos azufre y son ligeros, o tienen baja densidad, rinden más gasolina que productos de menos calidad como el maya mexicano o el Pesado iraní. La nueva capacidad de refinación debe permitir la conversión de diferentes grados de crudo en productos refinados, como gasolina y diesel. Y esta refinación ha sido el eslabón débil en la producción petrolera en los últimos 20 años. Reglamentos ambientales estrictos tanto en la calidad de combustibles como en emisiones elevaron el precio del crudo de mejor calidad y de alto rendimiento. El problema es que sólo el 20% del crudo cae en las categorías de ligero o de bajo azufre. De esta manera, Europa tiene escasez de este combustible favorito y en

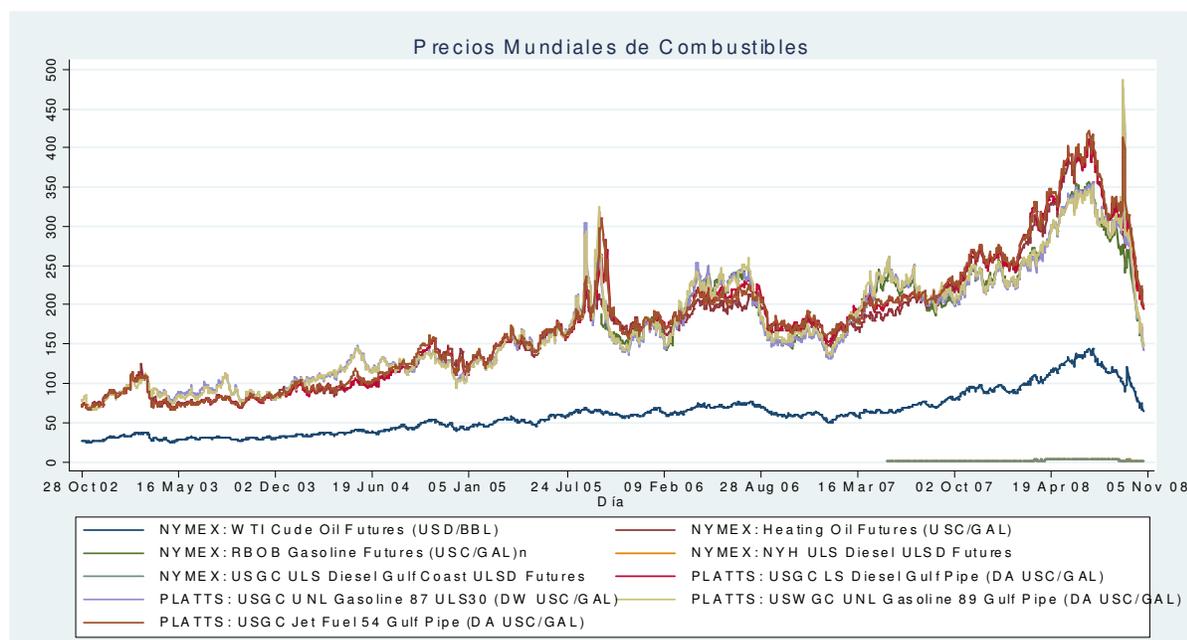
Estados Unidos no puede entrar el de baja calidad, además de que en 30 años no se ha construido una sola refinería y no se han dado las inversiones suficientes para satisfacer las normas ambientales, aunado a que cada estado fija sus propias regulaciones: la gasolina producida en un estado no se puede vender en otro. Hoy día, en Estados Unidos, hay 18 tipos de calidades de gasolina.

Lo anterior, deja dos conclusiones: hay petróleo y hay un negocio en la refinación, pero es un negocio de ciclos de negocios sobre el incentivo que es el precio y los márgenes de refinación.

2.3 La crisis del 2008: factores responsables

Durante el año 2008 se dieron los aumentos de precios del petróleo más altos desde que se utiliza dicho commodity a nivel mundial, en efecto, el WTI llegó a cotizarse en US\$113/bbl en Abril y en US\$147/bbl en Julio del ese año. El Gráfico 6 ilustra la evolución de los precios de diversos tipos de clasificación de petróleo y derivados. Dadas las explicaciones sobre los fundamentos de este mercado, la primera observación es que dichos precios fueron consecuencia de aspectos de oferta y demanda. Sin embargo, otros eventos ayudaron a este incremento, teniendo como consecuencia adicional la alta volatilidad e incertidumbre en la predicción de los mercados de precios futuros (tal y como se indicará en una sección más adelante).

Gráfico 6



Fuente: Conferencia del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica en RECOPE S.A. el 11 de Noviembre del 2008.

Como se indicó, por el lado de estos fundamentos, dicha crisis obedeció a la menor disponibilidad de petróleo liviano en el mercado mundial y a la insuficiente capacidad de refinación en la industria. Esto fue provocado por años de precios bajos, inversión

insuficiente y los temores de tener excedentes. El temor al exceso de excedentes para los países de la OPEP les reforzaron su determinación de minimizar la capacidad excesiva en el corto plazo. Este fue el problema, la planificación entre el corto y el largo plazo. Para un productor con poder de mercado la decisión es racional en ese corto plazo: es decir, no tenía caso gastar dinero en desarrollar capacidad e inversión para productos que probablemente no encontrarán mercado. Dicha decisión también se tomó en el mercado subyacente de los combustibles alternativos. No vamos a producir combustibles alternativos en un mercado que no genera ganancias netas intertemporales. Además, los inventarios desde el año 2004 dejaron de ser un predictor de la cantidad ofrecida en el mercado (inventarios altos podrían indicar precios bajos pero se tuvieron inventarios altos y precios altos), como consecuencia de la falta de capacidad ociosa en los países de la OPEP.

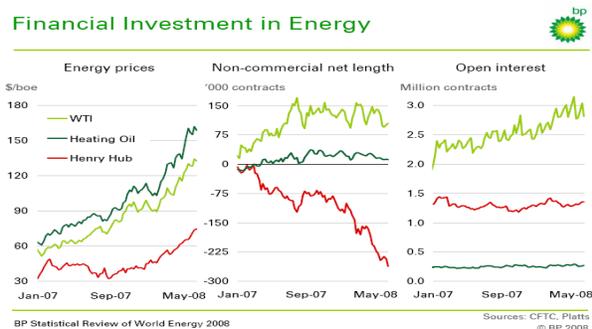
En efecto, en un reciente trabajo de investigación¹⁰, el Profesor Hamilton examina algunos factores que pudieron ser responsables del crecimiento de los precios del petróleo, analizando primero las correlaciones con datos históricos, luego el comportamiento intertemporal de los precios con base en las predicciones teóricas económicas y finalmente los aspectos de la oferta y la demanda. Históricamente los cambios en los precios han sido efectos permanentes, con particularidades en ciertos períodos de tiempo y difíciles de predecir. Por el lado de la demanda, la elasticidad precio es cambiante en el tiempo pero es consistentemente inelástica (la demanda cambia proporcionalmente menor que cuando hay un cambio proporcional en el precio) y decreciente en años recientes; mientras que la elasticidad ingreso es cercana a la unidad para los países en vías de desarrollo y menor a la unidad en Estados Unidos.

Por el lado de la oferta y tomando en cuenta los picos y mesetas petroleras, en ausencia de nuevos proyectos, indica que la producción global de petróleo disminuirá en 3.4 mbd (una tasa de un 4%), es decir, que para satisfacer la demanda anual, una nueva área productiva debe ser puesta en operación en línea cada año y ser equivalente a la producción actual de Irán (segundo mayor productor de la OPEP). No obstante lo anterior, indica que no hay información pública disponible para confrontar las observaciones de la Agencia Internacional de Energía y de organizaciones privadas como Platts en relación al tema de que el pozo Ghawar en Arabia Saudita ha estado declinando.

Aunado a lo anterior, uno de los puntos de máximo acuerdo mundial es que los precios del petróleo también aumentaron en dicho año por la formación de una burbuja especulativa y por la debilidad del dólar como moneda de intercambio mundial. Dicha burbuja fue el reflejo del deseo de los especuladores de maximizar sus beneficios en el corto plazo. Esto inició en el año 2006 cuando se dio el primer fondo de intercambio petrolero (Exchange Traded Fund –EFF-) en el American Stock Exchange el 4 de octubre de ese año, con lo cual, cualquier inversionista pequeño podría comprar “petróleo”. A la par, los fondos de inversión se empezaron a ligar a índices de commodities (“passive Money/passive indexing) y se da un acelerado incremento en las posiciones abiertas en los mercados. Como ejemplo, en el NYMEX, el “interés abierto” (“open interest”) subió de 818.000 contratos del 27 de diciembre del 2005 a 1.091.000 contratos el 5 de mayo del 2006. Ya para enero del año 2007, dicha suma es de 2

millones de contratos y para mayo del 2008 es de 3 millones de contratos, según se puede apreciar en el Gráfico 7.

Gráfico 7
Inversión Financiera en Energía 2007-2008



Dicha demanda de interés abierto viene como consecuencia del exceso de liquidez en el mercado (provocado por las bajas tasas de interés de la Reserva federal de los Estados Unidos) y la creciente aversión al riesgo de los inversionistas en empresas triple AAA, resultado este último hecho de la crisis del Nasdaq¹¹ en el año 2000: entre marzo de ese año y octubre del año 2002 las compañías de tecnología perdieron un total de 5 trillones de dólares (i.e., 5 millones de millones) del valor de mercado, empobreciendo a miles de inversionistas que habían colocado hasta el dinero de su pensión en ese tipo de empresas. Sin embargo, los inversionistas con liquidez que se escaparon de la burbuja, encontraron en el mercado de commodities y en el de bienes raíces, dos fuentes adicionales de ingresos. Además, el crecimiento de China y la India estaba absorbiendo la cantidad importante de la oferta excedente de petróleo, lo que también motivó a los especuladores a colocar el exceso de liquidez en los mercados a futuro de petróleo, elevando exponencialmente su precio. La burbuja del precio del petróleo es un choque de oferta negativo que eleva los costos de producción y los precios de casi todos los bienes y servicios.

Como conclusión, los precios aumentaron porque la demanda de energía creció como mínimo al ritmo del crecimiento mundial (4% anual); mientras la producción mundial sólo lo ha hecho al 1.1% promedio anual en la última década, por la existencia de la burbuja especulativo provocada por inversionistas con liquidez en un mercado incompleto y por la depreciación del dólar frente a otras monedas.

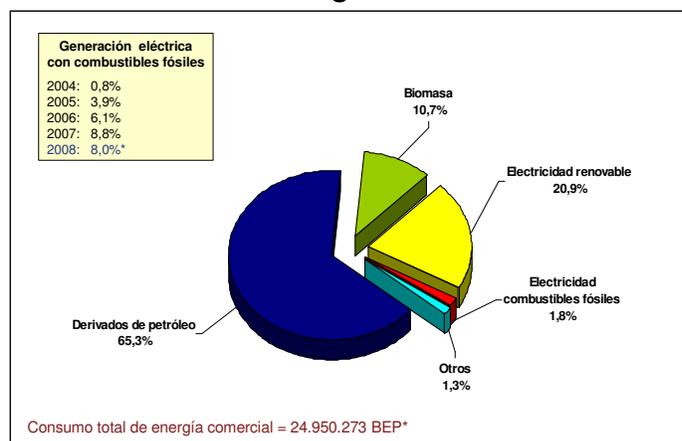
3. Costa Rica: una economía dependiente de los hidrocarburos

3.1 La matriz energética y el consumo de combustibles

Costa Rica es una economía dependiente del petróleo y sus derivados. Efectivamente, según se observa en el Gráfico 8, el un 66.8% del consumo total de energía es de los derivados del petróleo, incluyendo un 8% de generación eléctrica con combustibles

fósiles. Y como es de conocimiento común, dicho consumo de petróleo se satisface a través de importaciones.

Gráfico 8
Consumo Final de Energía

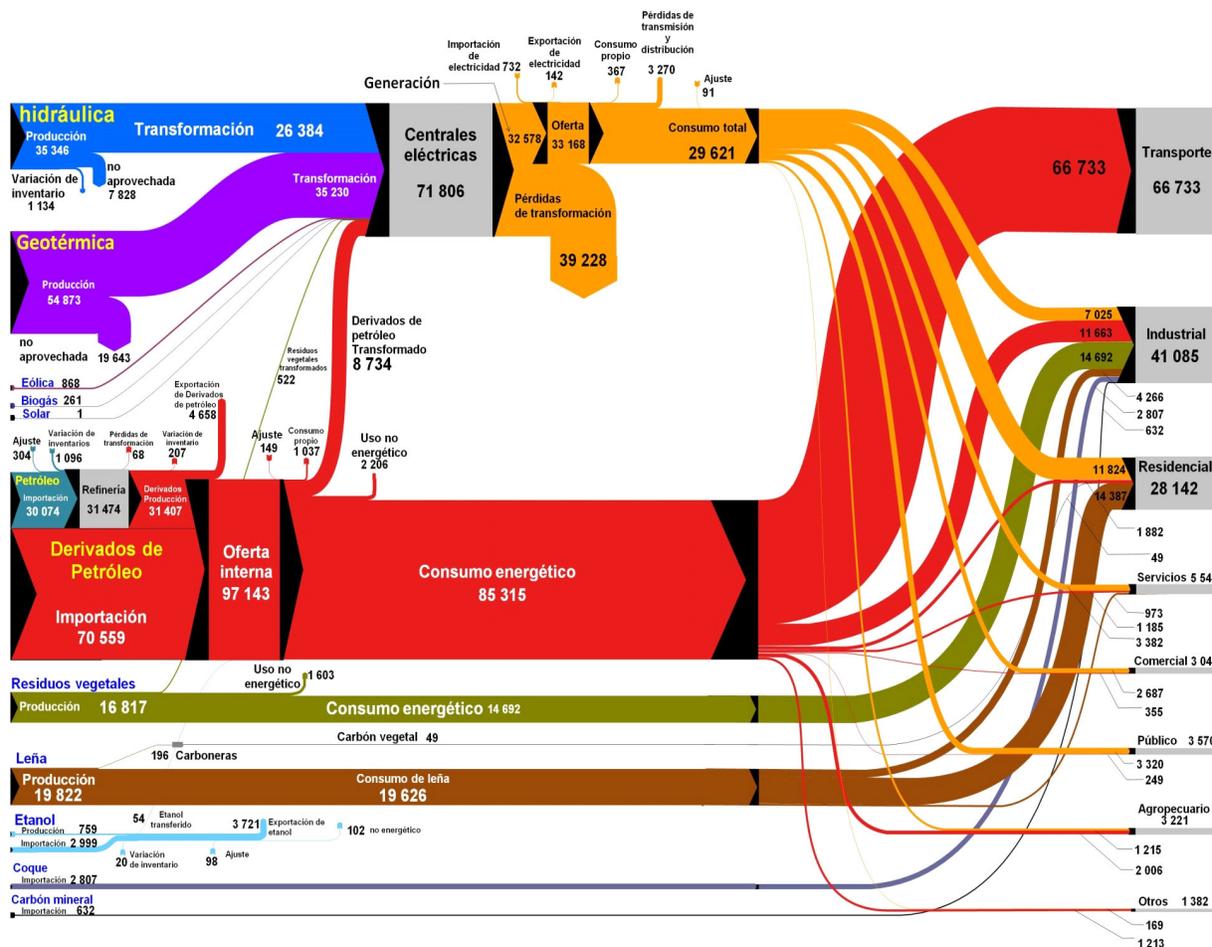


* Estimaciones preliminares
Fuente: Dirección Sectorial de Energía, Balance Nacional de Energía 2008, datos preliminares, enero 2009

El crecimiento de la demanda del sector transporte ha estado asociado con el crecimiento del parque automotor. Por ejemplo, para 1963 existían aproximadamente 11863 vehículos, lo que equivalía a una tasa de 1 vehículo por cada 112 habitantes. Para 1973 existían 59760 vehículos para una tasa de 1 vehículos por cada 31 habitantes. Ya para el año 2000 se estimó el parque vehicular en 677883 vehículos, equivalentes a 1 vehículo por cada 6 habitantes, y finalmente, para el año 2007 dicha flotilla estimada fue de 1109570 automotores, equivalentes a 1 vehículo pro cada 4 habitantes.

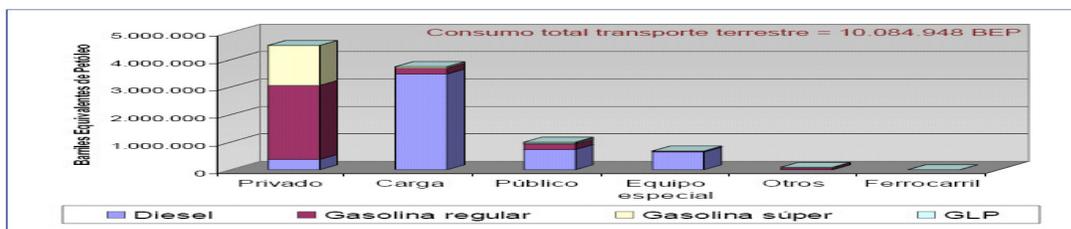
De acuerdo con la matriz energética de Costa Rica del año 2007 (ver Gráfico 9), se importó durante ese año el equivalente a 30.074 terajulios de crudos (petróleo), los cuales fueron utilizados en su totalidad para la refinación. Las importaciones de derivados de petróleo fueron de 70.559 terajulios, con lo cual, la suma del total de importaciones de combustibles fueron 100.663 terajulios. La refinación generada durante ese año fue de 31.474 terajulios (al tomar en cuenta los ajustes y la variación de inventarios). Es decir, el país refinó internamente el equivalente al 28.9% del total de combustible importados. Se observa también en dicha matriz energética que de la oferta interna de energía de 97.143 terajulios, 85315 (un 87%) terajulios fueron para consumo energético, mientras un 8.9% (8.734 terajulios) fue utilizado en centrales eléctricas. El restante fue utilizado en uso no energético y otros ajustes. Adicionalmente, de ese total del consumo energético de 85.315 terajulios, un total de 66.733 (78% del total de ese consumo) fue utilizado por el sector transporte mientras que 11663 terajulios (un 13.67% del total de ese consumo interno) fueron consumidos por el sector industrial y el resto se distribuyó en sector residencial, agropecuario y otros.

Gráfico 9
Costa Rica: diagrama de flujo del balance energético nacional en el 2007
 (cifras en terajulios)

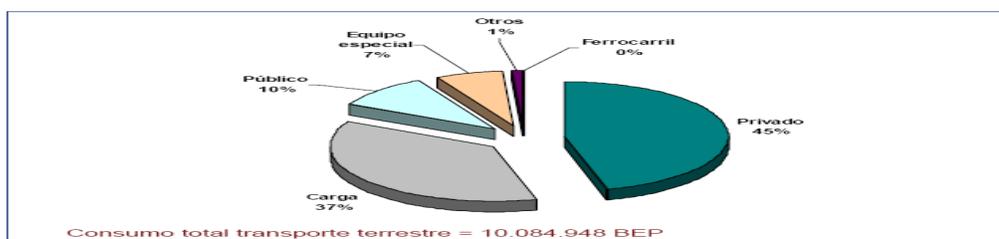


Dirección Sectorial de Energía
 Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones

Gráfico 10
Consumo de energía en el transporte terrestre según fuente y modo para el año 2007



Fuente: Dirección Sectorial de Energía, Balance Nacional de Energía 2007, marzo 2007



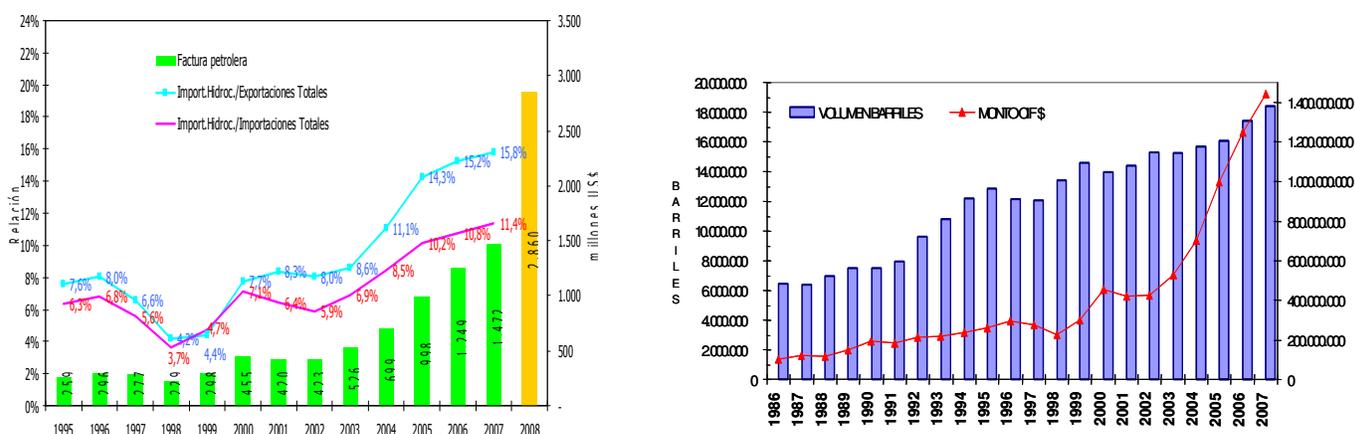
Fuente: Dirección sectorial de Energía. MINAET

Aproximadamente un 45% del total de energía (en barriles equivalentes de petróleo) del año 2007 utilizada en transporte, se destinó para el transporte privado, un 37 para carga, un 10% para transporte público y un 7% para equipo especial. El transporte de carga, el del servicio público y el de equipo especial son intensivos en el uso del diesel (ver Gráfico 10). De manera análoga, las ventas de combustibles en Costa Rica para el año 2007 por tipo de productos fueron un 42.4% en diesel (un 35.4% en diesel para consumidores distintos al ICE y un 7% para el ICE) y un 30% en gasolinas (20.3% en gasolina plus 91 y 9.7% en gasolina super). Un 2.2% del total de ventas fue para asfalto, un 6.8% para fuel oil, un 6.7% para Gas Licuado de petróleo, un 7.5% para Jet fuel, un 6.8% para fuel oil y un 4.12 para IFOs. En particular, el consumo de diesel se distribuyó en un 67% en transporte, un 16.6% en generación eléctrica y un 8.1% para la industria, de los cuales el sector de alimentos y bebidas es el mayor consumidor de dicho producto

El valor de las importaciones de petróleo y sus derivados han ido en ascenso en los últimos años principalmente por el efecto precio. Mientras en 1985 la factura petrolera era de US\$259 millones, ya para el 2005 fue de US\$998 millones y para el 2007 fue de US\$1472 millones, mientras que para el 2008 fue aproximadamente de US\$2900 millones. Dichas importaciones en 1985 representaron un 6.3% del total de importaciones, mientras que para el 2007 representaron un 11.4%. Para el año 2007, se requirió un 16% del esfuerzo exportador para cancelar la factura petrolera¹².

El monto de la factura petrolera fue similar a las exportaciones de circuitos electrónicos, mientras que se esperaba que en el 2008 la factura petrolera fuese equivalente a las exportaciones agrícolas del país o bien, cerca del 30% de las exportaciones totales (ver Gráfico 11). Finalmente, la factura petrolera pasó de representar el 5.5% del PIB en 2007, a casi un 10% en el 2008. Mientras tanto, el número de embarques paso de 120 en el año 2000 a 139 en el año 2007 (un embarque cada 2.6 días) y como consecuencia de la crisis del año 2008, un barco de diesel que en promedio costaba US\$ 20 millones a principios de año, aumentó a US\$ 25 millones en marzo y terminó costando cerca de US\$ 35 millones.

Gráfico 11
Factura petrolera 1985-2008



Fuente: RECOPE. Presidencia de RECOPE.

En otro orden de ideas, en el Anexo 2 se ilustra el Sistema Nacional de Combustibles, el cual está en continuo cambio debido al nivel de las inversiones en infraestructura que está ejecutando la empresa nacional RECOPE S.A. Aproximadamente para el año 2007 existían 344 estaciones de servicio, de las cuales un 30% se ubicaban en San José. El Muelle petrolero tenía un calado de 11 metros y RECOPE tiene planteles de distribución en Moín, El Alto, la Garita y Barranca, además de un Poliducto que va desde la costa en Limón y llega a La Garita en Alajuela, atravesando El Alto de Ochomogo, Siquirres y Turrialba. La capacidad de refinación está en 25 mil barriles por día. Proyectos futuros abarcan la ampliación de la refinería, del poliducto, del tancaje, la creación de terminales y la descarga por el Pacífico.

En Costa Rica mediante la Ley 5508 en que se dio la Adquisición de RECOPE por parte del Estado, se le otorgó la potestad a RECOPE de tomar las medidas que aseguren la distribución eficiente y económica de todos los derivados del petróleo, así como para su producción o importación. La LEY 6588 que Regula la actividad de RECOPE le confiere las tareas de: i) Refinar, transportar, comercializar a granel el petróleo crudo y sus derivados; ii) Mantener y desarrollar las instalaciones necesarias para ello; y, iii) Ejecutar, los planes de desarrollo del Sector Energía conforme al Plan Nacional de Desarrollo. Además, mediante la LEY 7356 sobre el Monopolio del Estado, se declara monopolio del Estado "la importación, refinación y distribución al mayoreo de petróleo crudo y sus derivados, que comprenden combustibles, asfaltos y naftas para satisfacer la demanda nacional", y además se concede la administración de ese monopolio a RECOPE.

Por otra parte, la Ley 7593, Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP), define mediante el Artículo 3 el servicio público aquel que por su importancia para el desarrollo sostenible del país sea calificado como tal por la Asamblea Legislativa. Además se entenderá por servicio al costo la forma de fijar las tarifas y los precios de los servicios públicos, de manera que se contemplen únicamente

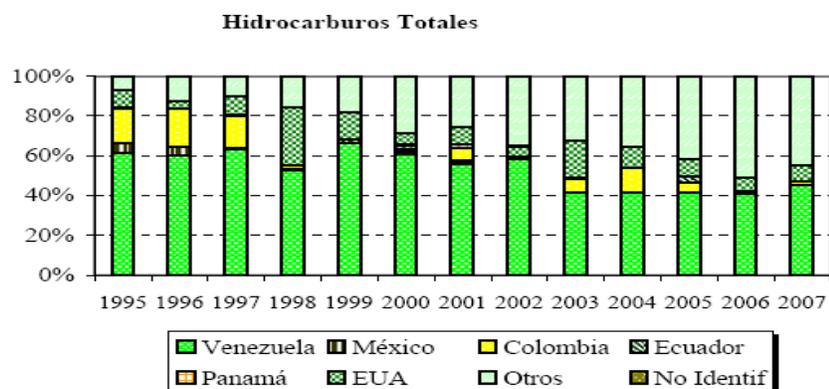
los costos necesarios para prestar el servicio, que permitan una retribución competitiva y garanticen el adecuado desarrollo de la actividad. Y en particular, el Artículo 5 define los servicios que se definen como “Servicio Público”:, entre otros: 5.d): Suministro de combustibles derivados de hidrocarburos, dentro de los que se incluyen: i) Los derivados del petróleo, asfaltos, gas y naftas destinados a abastecer la demanda nacional en planteles de distribución; ii) Los derivados del petróleo, asfaltos, gas y naftas destinados al consumidor final. Además, la Autoridad Reguladora deberá fijar las tarifas del transporte que se emplea para el abastecimiento nacional y le compete al MINAE (hoy MINAET) el otorgamiento de la concesión para la prestación de los servicios públicos indicados en 5.d.2., y la regulación del almacenamiento y comercialización de hidrocarburos, para lo que se han promulgado los decretos 30131-MINAE-S y 31502-MINAE-S. (PEDDLER).

De esta manera, en la cadena del valor de los combustibles son actividades del Estado la importación del crudo y del producto terminado, la refinación y mezclado, el trasiego y la distribución a granel. Son actividades privadas (y algunas en conjunto con el Estado o mediante concesión), la exploración y el suministro internacional de crudos y derivados, explotación, la importación de biococombustibles y la producción de etanol y biodiesel. Es actividad privada luego de la distribución a granel, el transporte a las estaciones de servicio y grandes consumidores o clientes (vendedor sin punto fijo o Peddler), a la plantas envasadoras y distribuidoras de LPG, así como la distribución al consumidor final (mercado minorista). Para la actividad de importación, RECOPE utiliza los mecanismos de las contrataciones directas, los concursos internacionales y las contrataciones con otras empresas estatales¹³. En promedio, para el año el costo de las ventas de RECOPE fue el 90.2% de los ingresos (unos 872 mil millones de colones), el servicio de la deuda representó el 0.8%, otros impuestos y el de renta el 0.5%, los gastos de operación el 4.1% y las inversiones el 4.4%.

La procedencia de los combustibles se puede observar en el Gráfico 12: en 1995 un 60% de los hidrocarburos provenía de Venezuela, mientras que para el 2007, dicha participación fue de un 42%, en contraposición a las importaciones de otros países, pues éstas pasaron de menos de un 4% en 1995 a más de un 40% en el 2007.

Gráfico 12

COSTA RICA: PROCEDENCIA DE LAS IMPORTACIONES DE HIDROCARBUROS



Fuente: CEPAL. EVOLUCION DEL MERCADO HIDROCARBUROS EN CENTROAMERICA 2007

3.2 Las elasticidades de la demanda y la proyección de la demanda futura

Esta sección está fundamentada en el documento reciente del Departamento de Planificación de RECOPE “Pronósticos de la demanda de combustibles 2009-2023 (Febrero del 2009). En el Cuadro 2 se indica que la elasticidad precio de la función de consumo (demanda) de gasolina regular es inelástica (-0.13), al igual que la de gasolina super (-0.8). Es decir, que la cantidad demandada de gasolina cambia en menor proporción al cambiar proporcionalmente el precio de ésta. Situación similar sucede con el diesel y el gas licuado de petróleo (LPG). Es decir, que por efecto precio, las cantidades no variarían “significativamente” en el muy corto plazo.

Cuadro 2

Cuadro 2
Elasticidades de demanda de hidrocarburos

Gasolina regular			Gasolina super			Gasolina total			Diesel			LPG		
e_p	e_i	R^2	e_p	e_i	R^2	e_p	e_i	R^2	e_p	e_i	R^2	e_p	e_i	R^2
-0.13	1.07	98.2	-0.80	0.85	98.5	-0.28	0.65	99.7	-0.15	0.91	97.8	-0.28	0.30	97.8
(-2.42)	(19.9)		(-6.72)	(5.22)		(-6.72)	(4.85)		(-2.90)	(18.3)		(2.37)	(2.00)	

Nota: El estadístico t se indica en paréntesis.
Fuente: Departamento de Planificación de RECOPE. Febrero 2009.

Sin embargo, el efecto que sí hace mover la cantidad demandada es el efecto ingreso para caso de la gasolina regular, ya que presenta una elasticidad unitaria (1.07): un

cambio porcentual en la renta de la economía se traduce en un cambio proporcionalmente porcentual en la cantidad demanda. Sin embargo, los consumidores de gasolina super varían este consumo menos que proporcional, debido quizás a dichos consumidores mantienen patrones muy fijos del consumo de este bien. Situación similar sucede con el diesel y el LPG, pero en este caso, la explicación más bien es en relación con que este tipo de bien es un bien necesario para la actividad diaria económica de estos agentes, en el corto plazo.

El Cuadro 3 presenta la proyección del consumo de los principales combustibles. Dicho pronóstico indica un aumento de más de un 100% en el consumo de gasolina regular entre el año 2009 y el año 2023 y de un 50% en el de gasolina super. Bajo los supuestos del modelo, el consumo de diesel y el de LPG también se duplicarían entre esos dos años.

Cuadro 3
Demandas estimadas de los principales combustibles

	Gasolina regular	Gasolina Super	Total Gasolinas	Diesel	GLP
2009	3.778.613	2.030.459	5.809.072	6.929.608	1.268.968
2010	3.885.926	2.074.520	5.960.446	7.276.089	1.321.122
2011	4.072.450	2.147.128	6.219.578	7.661.721	1.403.032
2012	4.267.928	2.222.278	6.490.206	8.067.793	1.490.020
2013	4.472.788	2.300.058	6.772.846	8.495.386	1.582.401
2014	4.687.482	2.380.560	7.068.042	8.945.641	1.680.510
2015	4.912.481	2.463.879	7.376.360	9.419.760	1.784.701
2016	5.148.280	2.550.115	7.698.395	9.919.007	1.895.353
2017	5.395.398	2.639.369	8.034.767	10.444.715	2.012.865
2018	5.654.377	2.731.747	8.386.124	10.998.285	2.137.662
2019	5.925.787	2.827.358	8.753.145	11.581.194	2.270.198
2020	6.210.225	2.926.315	9.136.540	12.194.997	2.410.950
2021	6.508.316	3.028.737	9.537.052	12.841.332	2.560.429
2022	6.820.715	3.134.742	9.955.457	13.521.923	2.719.175
2023	7.148.109	3.244.458	10.392.567	14.238.584	2.887.764

Fuente: Departamento de Planificación de RECOPE. Febrero del 2009.

Cuando se hace la proyección asumiendo que entra en vigencia el etanol y el biodiesel en el año 2010, las estimaciones en el consumo total de gasolina disminuyen un poco entre ambos extremos, aumentando eso sí dicho consumo en un 75%. El consumo de diesel sin tren de carga aumentaría en un 86% y el diesel con la existencia de un tren de carga aumentaría en menor proporción, aproximadamente en un 30% en los dos años extremos (2009 y 2023). En el Cuadro 4 también se presentan los consumos que requeriría el país de etanol y biodiesel. En definitiva, aunque la tasa de crecimiento anual promedio de la demanda de combustibles se ubique en un 6%, si hay un considerable aumento significativo en términos absolutos en el largo plazo, requerimientos de consumo que deben satisfacerse con la generación de divisas (si el país continua siendo un importador neto de petróleo), con mejor y mayor infraestructura: ahorros en dicha factura petrolera provendrían principalmente de la capacidad de refinación del país.

Cuadro 4
Escenario: Introducción del etanol al 5% y el Biodiesel al 2% a partir del año 2010

	Gasolina regular	Gasolina Super	Total Gasolinas	Diesel	Diesel con tren carga	Etanol (5%)	Biodiesel (2%)	Biodiesel con tren (2%)
2010	3.691.629	1.880.224	5.571.853	7.130.567	7.130.567	194.296	145.522	145.522
2011	3.868.828	1.943.506	5.812.333	7.508.487	7.294.570	203.623	153.234	148.869
2012	4.054.531	2.008.881	6.063.413	7.906.437	7.462.345	213.396	161.356	152.293
2013	4.249.149	2.076.418	6.325.567	8.325.478	7.633.979	223.639	169.908	155.795
2014	4.453.108	2.146.185	6.599.293	8.766.728	7.809.561	234.374	178.913	159.379
2015	4.666.857	2.218.255	6.885.112	9.231.365	7.989.180	245.624	188.395	163.044
2016	4.890.866	2.292.701	7.183.567	9.720.627	8.172.932	257.414	198.380	166.795
2017	5.125.628	2.369.599	7.495.227	10.235.821	8.360.909	269.770	208.894	170.631
2018	5.371.658	2.449.028	7.820.686	10.778.319	8.553.210	282.719	219.966	174.555
2019	5.629.498	2.531.069	8.160.566	11.349.570	8.749.934	296.289	231.624	178.570
2020	5.899.714	2.615.804	8.515.518	11.951.097	8.951.182	310.511	243.900	182.677
2021	6.182.900	2.703.321	8.886.221	12.584.505	9.157.059	325.416	256.827	186.879
2022	6.479.679	2.793.707	9.273.386	13.251.484	9.367.672	341.036	270.438	191.177
2023	6.790.704	2.887.053	9.677.756	13.953.813	9.583.128	357.405	284.772	195.574

Fuente: Departamento de Planificación de RECOPE. Febrero del 2009.

4. Efectos directos de la crisis petrolera del 2008 en la economía nacional

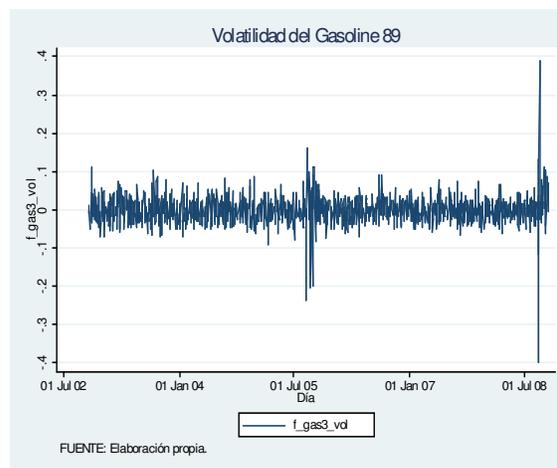
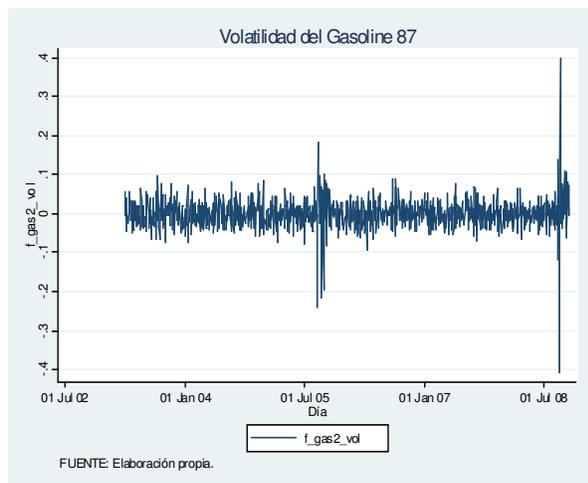
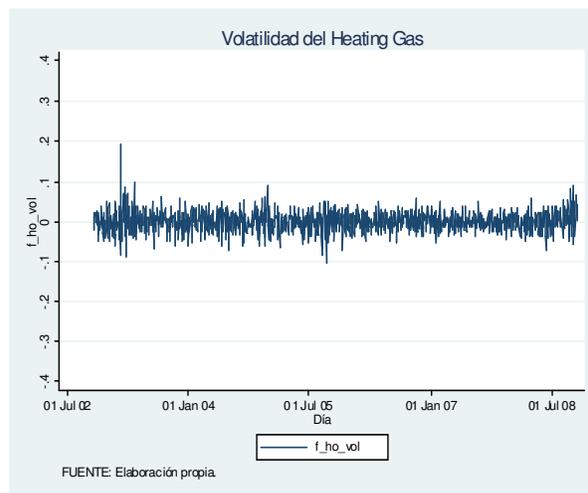
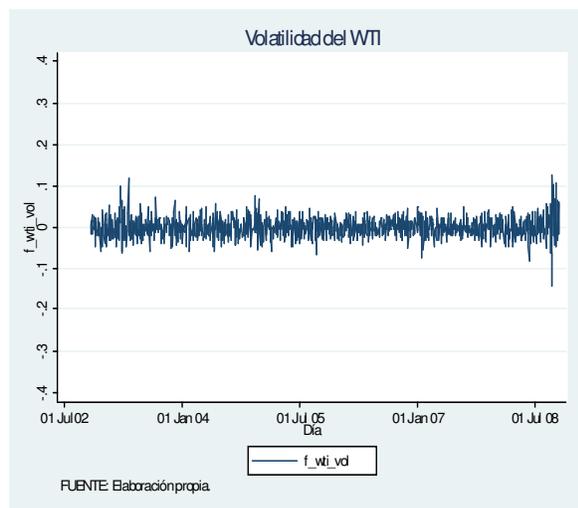
4.1 Correlación, volatilidad y riesgo

Lo primero que hay que señalar es que el aumento de los precios del petróleo en la crisis del año 2008 fue generalizado para todos los tipos y clases de hidrocarburos que se tranzaron en el mercado internacional. Aún más, los índices de precios de las diferentes cotizaciones de las variedades están altamente correlacionadas.

Por ejemplo, utilizando los datos diarios del mercado internacional entre el 28 de octubre del 2002 y el 24 de octubre del 2008, se estimó¹⁴ que el coeficiente de correlación entre el NYMEX Heating Oil y el Platts USGC JetFuel 54 fue de un 99,19%; mientras que la correlación entre el NYMEX RBOB Gasoline y el USGC UNL 89 fue de 96,2%, y la del USGC Diesel LS y el USGC Diesel fue de un 99,42%. Esto parece indicar ciertos comovimientos entre los precios de bienes similares en el mercado internacional.

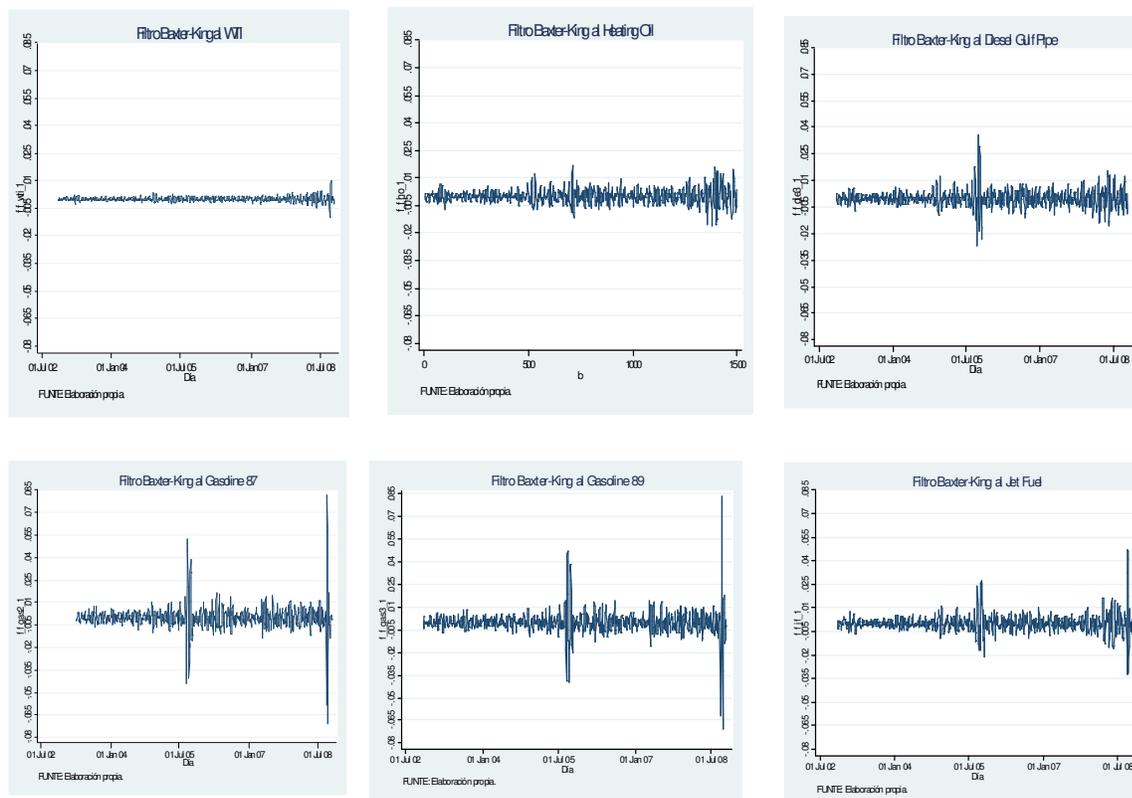
Uno de los aspectos más relevantes para mejorar la optimización financiera del país como importador neto, es que en la crisis, se presentó una alta volatilidad diaria en los precios, corroborada con el Filtro Baxter-King. Esta volatilidad es la que genera mayor incertidumbre en el corto plazo. En efecto en los Gráficos 13 y 14 se muestran ejemplos de esta volatilidad en ese período de crisis, volatilidad que ha sido la más alta en la evolución de los precios internacionales de este commodity.

Gráfico 13
Volatilidad diaria en una muestra de precios internacionales de hidrocarburos durante el 2002-2008



Fuente: Conferencia del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica en RECOPE S.A. el 11 de Noviembre del 2008.

Gráfico 14
Volatilidad estimada según el filtro Baxter-King en una muestra de precios internacionales de hidrocarburos durante el 2002-2008



Fuente: Conferencia del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica en RECOPE S.A. el 11 de Noviembre del 2008.

Por otra parte y bajo el uso de periodogramas (análisis espectral), se pudo evidenciar que dicha crisis fue única en su dimensión y totalmente diferente a las demás. En efecto, los gráficos que se presentan en el Anexo 4 señalan que los movimientos de precios del año 2008 no siguieron los mismos fundamentos que los movimientos de largo plazo de la serie (en el largo plazo, la variancia de las series son explicadas por las bajas frecuencias en todo el período, contrario a lo sucedido en el 2008).

Finalmente, y en términos del manejo del riesgo, debido a la volatilidad de los precios y por el hecho de que dichas series no siguen una distribución normal –de campana- (es decir, hay colas y comportamientos asintóticos), el cubrimiento por eventos de pérdida que se debe realizar por concepto de una inversión en un índice petrolero o bien en cualquier inversión en infraestructura varía significativamente cuando se estima un valor en riesgo normal (value at risk) y uno que sigue una distribución de colas.

En el Anexo 5 se presentan los estimados de dicho valor en riesgo para el período 2002-2008 para el WTI, indicando que la posible pérdida de una inversión de US\$100 dólares (o US\$100 millones y sucesivos múltiplos) si se asume (que no es el caso) un comportamiento de distribución normal de la serie, produciría una pérdida de 3,7

dólares, mientras que cuando se hace una simulación histórica, dicha pérdida varía desde 5,77 dólares hasta 7,6 dólares. En el caso de distribuciones de colas (Heavy Tails bajo la distribución Hill), las pérdidas probables de dicha inversión podrían rondar desde los 4,5 hasta los 17 dólares.

Al final, lo que se evidenció con la crisis del 2008 es que los precios en dicho mercado son altamente volátiles, que la crisis fue única y con diferentes fundamentos que otras crisis, y que su comportamiento puede llevar a casos de eventos de pérdida mucho más allá de lo esperado.

4.2 Prediciendo los movimientos de precios en el plazo instantáneo

De acuerdo con los coeficientes de autocorrelación serial (ver Anexo 6) para el período 2002-2008, se puede señalar que la serie WTI y la serie del NYMEX Heating Oil tiene hasta el retardo de 40 días. Es decir, que el valor del precio pudo estar correlacionado (serialmente) con el valor del precio de 40 días previos. El precio del NYMEX (Gasoline) pudo estar autocorrelacionado –serialmente y con una significancia del 95%- hasta 28 días previos. De igual manera, la serie Gasolina 87 y 90 (Platts) pudo explicarse por estos precios de 40 días atrás. Caso similar sucedió con la serie del precio del Diesel (Platts y Golfo) y del Jet Fuel. Esto pudo ayudar a la planificación de embarques y optimización financiera.

Sin embargo, en términos de precios, y para efectos de “trasladar” el impacto de los precios del petróleo (en un mercado regulado) hacia el consumidor, bajo el objetivo de que los precios nacionales deberían reflejar los precios internacionales, el indicador que debe utilizarse es el de la autocorrelación parcial, ya que elimina los sesgos de las tendencias y valores intermedios. Este no sería el caso en países como Panamá y Estados Unidos, en donde los movimientos de precios internacionales se reflejan instantáneamente en los precios nacionales de este bien.

Pero en el caso de Costa Rica, y ante la eventualidad de la crisis y debido a que no se configuró ningún esquema de fondo de compensación o precios fijos o cubrimientos de precios, entonces el efecto de precios pasados que influyen en precios presentes se redujo significativamente, hasta rangos de dos a cuatro días. No obstante lo anterior, Costa Rica sigue un patrón de fórmula de ajuste ordinaria y extraordinaria (automática), ésta última tomando en cuenta dichos precios en un período de tiempo y variables como el tipo de cambio: rezagos de precios al alza pudo afectar el flujo de caja financiero del operador dominante, mientras que rezagos de precios a la baja, pudo afectar directamente al consumidor final¹⁵.

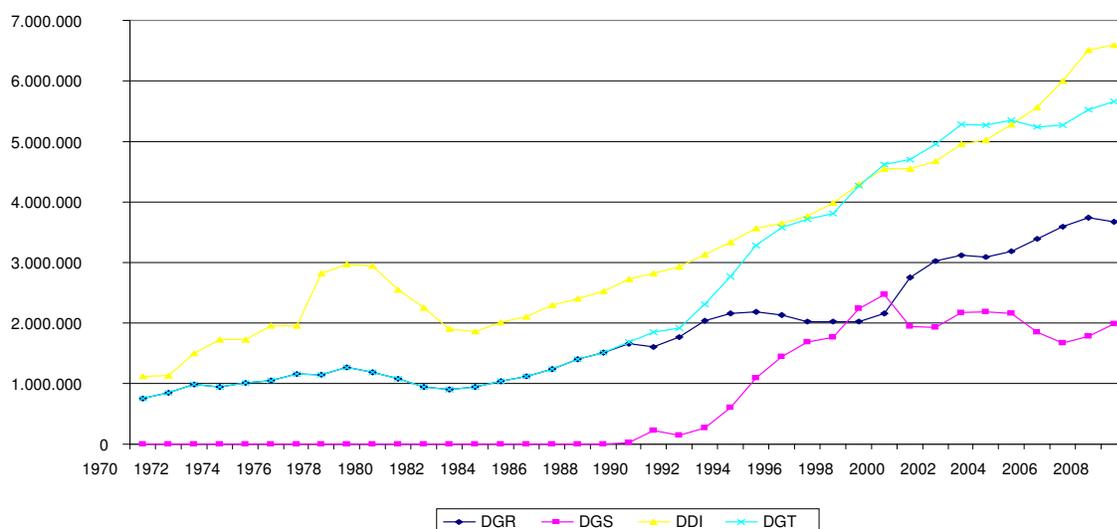
4.3 Escenarios de coyuntura de corto plazo

Debido a la demanda inelástica en el corto plazo y dado que durante el año 2008 no había entrado en toda su magnitud la crisis financiera a Costa Rica (efecto ingreso), la cantidad consumida de combustibles no disminuyó significativamente, provocando mayores presiones en las reservas monetarias internacionales del país. En efecto, en el Gráfico 15 se ilustra que el volumen de barriles de gasolina regular (DGR), la super

(DGS), la de diesel (DDI) y la de LPG (DGT) siguió una tendencia al alza durante el año 2008. Para inicios del 2009 la demanda de gasolina regular disminuye su tasa de crecimiento quizás como consecuencia del efecto ingreso (inicios de la crisis financiera en Costa Rica).

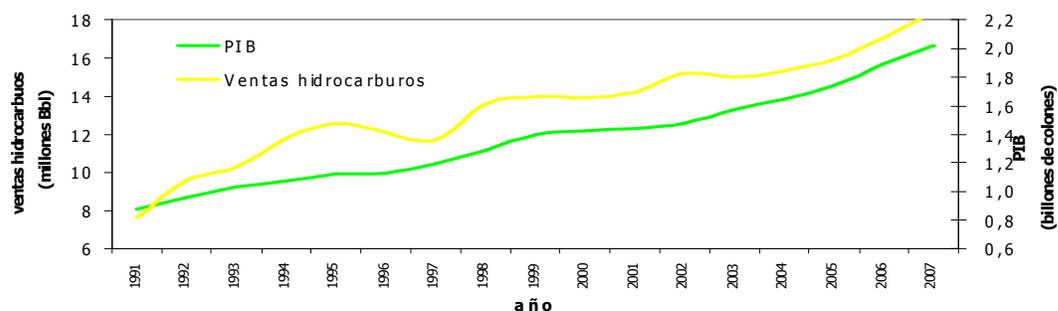
En efecto, la variable que en el muy corto plazo puede mover el consumo de combustibles es la renta (o el ingreso). La elasticidad en el caso de la gasolina regular es unitaria. Observando el Gráfico 17, se evidencia una posible cointegración entre el Producto Interno Bruto y las ventas de hidrocarburos a nivel interno. La tendencia media de crecimiento del PIB de un 5% está a la par de una tendencia media de crecimiento de esas ventas de un 5.4%.

Gráfico 15
RECOPE S.A.: Demanda de los principales hidrocarburos -barriles-



Fuente: Departamento de Planificación de RECOPE. Febrero del 2009.

Gráfico 16
Evolución del PIB y las ventas de hidrocarburos : correlación
Periodo 1991-2007



Tasa de crecimiento anual acumulativo periodo 1991-2007

- PIB: 5%
- Ventas de hidrocarburos: 5,4%

Fuente: RECOPE. Presidencia.

Como consecuencia de la crisis del 2008, se tomaron una serie de medidas, entre otras las de la restricción vehicular y el aumento en el octanaje de la gasolina regular de un 88% a un 91%, denominándose gasolina plus 91, con el propósito de provocar en el consumidor un efecto sustitución (de gasolina super –que tiene un octanaje mínimo de 93- hacia gasolina plus 91) por medio del avance tecnológico (parámetro de tendencia o de shock en la función de demanda de un consumidor representativo). Sin embargo, serán los gustos y preferencias y los precios relativos el que puedan incidir también en este efecto sustitución.

En relación con el impacto de dicha crisis en las reservas internacionales y en el déficit comercial, el Gobierno de la República tuvo un plan de contingencia (restricciones vehiculares, restricción del consumo mediante racionamiento, cambio de horarios laborales y de curso lectivo, entre otras medidas como la de los combustibles alternativos y la incorporación a Petrocaribe) basado en diversos escenarios de evolución de precios.

El Gráfico 17 ilustra los escenarios de ahorro en el consumo de diesel y gasolina que determinaron el Banco Central de Costa Rica, el MINAE (hoy MINAET) y RECOPE para posibles tendencias de precios de los hidrocarburos, con el fin de minimizar su impacto en las reservas internacionales. En el caso en que los precios de los combustibles rondaran los US\$180/bbl y se mantenía el consumo de dichos bienes, el déficit en cuenta corriente hubiese sido del orden del 10.6% en relación con el PIB y la factura petrolera hubiese alcanzado los 3 mil millones de dólares.

Con el fin de analizar el impacto de dichos precios en las principales variables económicas y con el efecto de la crisis financiera que directamente se deriva en un menor ingreso en los Estados Unidos y por el mecanismo directo de transmisión, una menor demanda de bienes transables de Costa Rica (sin tomar en cuenta el efecto directo en la inversión extranjera directa) hacia ese mercado, se utilizó el modelo de equilibrio general¹⁶ del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica y se crearon y simuló diversos escenarios de ajuste en la economía.

En el primer escenario, los precios del petróleo, al afectar directamente la inversión y las importaciones, provocan efectos sobre la demanda agregada y en particular sobre los precios internos y producción. En el segundo escenario se da un efecto simultáneo entre los precios del petróleo y la recesión de los Estados Unidos, medida ésta última como un decrecimiento en la tasa de crecimiento del PIB.

Se asume que la evolución de las variables que son exógenas (Pib externo, IPC externo, devaluación, gasto gobierno, tasa interés externa –expectativas adaptativas-) y siguen un comportamiento real constante, excepto su rezago. La dinámica de la economía sigue (si converge) el comportamiento inercial. Por ejemplo, se asume que los precios se mantienen en US\$105.56 (como un swap o precio fijo) desde inicios trimestre del 2007. Todos los demás casos se comparan con este modelo. Los precios Reales del Petróleo son los precios observados del petróleo (WTI-correlacionado-) y

sus Precios Forward para el 2009, que se dieron en noviembre del 2008: US\$105,5/bbla el I-2008, 118.2 para el II-2008, 78.6 para el III-2008 y 65 para el IV-2008. En el 2009 los precios forward de esos trimestres fueron 68, 70, 71 y 73. En el Anexo 9 se muestran las estimaciones de las ecuaciones del modelo y en el Cuadro 5 se ilustra el cambio porcentual y absoluto de los efectos de este shock petrolero en la economía nacional

Gráfico 17
Escenarios de Impacto de los precios del petróleo durante el 2008



FACTURA PETROLERA 2008 PARA DIFERENTES ESCENARIOS DE PRECIOS Y AHORRO							
MILES DE DOLARES							
	% AHORRO		PRECIOS PROMEDIO SEGUNDO SEMESTRE				
	GASOLINA	DESEL	140	160	180	210	210
BASE	-	-	2.639	2.664	3.090	3.315	3.425
A	14	5	2.545	2.759	2.979	3.183	3.315
B	35	6	2.433	2.634	2.835	3.017	3.135
C	47	13	2.313	2.475	2.644	2.811	2.894
D	65	22	2.164	2.314	2.444	2.595	2.655

RESULTADO EN CUENTA CORRIENTE COMO PROPORCIÓN DEL P.E. 2008							
	% Ahorro		Precios promedio para el segundo semestre				
	Gasolina	Diésel	140	160	180	210	210
Base	-	-	-9,2%	-9,5%	-10,6%	-11,3%	-11,6%
A	14	5	-8,9%	-9,5%	-10,2%	-10,9%	-11,3%
B	35	6	-8,5%	-9,1%	-9,6%	-10,3%	-10,7%
C	47	13	-8,1%	-8,6%	-9,2%	-9,7%	-10,0%
D	65	22	-7,7%	-8,1%	-8,5%	-9,0%	-9,2%

Fuente: Comisión de Trabajo entre el BCCR, MINAE y RECOPE. RECOPE, Presidencia.

Si los precios del petróleo se comportan como se ha predicho y como este es un modelo en que la economía se mueve simultánea y dinámicamente, el consumo disminuye en más de un 1% a partir del primer trimestre del 2009. Simultáneamente, la

formación bruta de capital y el ingreso disponible -en términos reales- estarían disminuyendo en más de un 3%. Las importaciones aumentan tal vez por el efecto de tener una demanda inelástica en precio, mientras que las exportaciones apenas crecen en una media del 1%, a la vez que disminuyen las tasas de interés. Lo anterior se observa en el Grafico 18. Al final, el ajuste se da en el PIB, el cual disminuye en términos reales en un 2% en el II-2009, en un 1% en el III-2009 y en un 2% en el III-2009. Es decir, que este comportamiento de precios del petróleo como evento púnico en la economía, produce una recesión en Costa Rica.

Cuadro 5

Escenario 1: Precios Reales del Petroleo desde II Trimestre 2008 hasta IV Trimestre 2008
Junto con Precios Forward del 2009

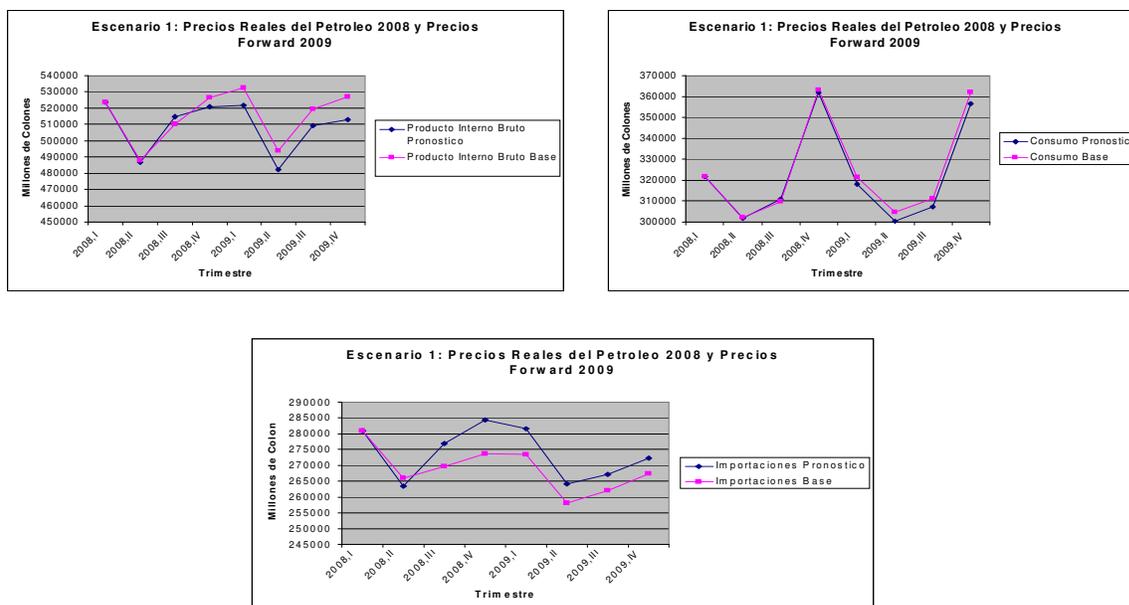
Cambios Porcentuales con respecto al Escenario Base

	Consumo Privado	Formacion Bruta de Capital	Tasa de Interes	Ingreso Disponible	Indice de Precios al Consumidor	Importaciones	Producto Interno Bruto	Tasa de Interes Real	Exportaciones
2008,II	-0.09%	0.00%	0.00%	-0.23%	0.43%	-1.05%	-0.21%	-17.93%	-1.32%
2008,III	0.32%	0.19%	0.14%	0.92%	-0.88%	2.70%	0.86%	20.69%	3.56%
2008,IV	-0.27%	-0.08%	-0.19%	-1.15%	-1.38%	3.92%	-1.07%	10.74%	2.33%
2009,I	-1.10%	-1.29%	-0.32%	-2.21%	-1.29%	3.00%	-2.06%	-1.37%	0.86%
2009,II	-1.45%	-2.43%	-0.09%	-2.54%	-1.21%	2.32%	-2.36%	-2.81%	0.73%
2009,III	-1.35%	-3.47%	0.32%	-2.12%	-1.16%	2.00%	-1.97%	-0.31%	1.17%
2009,IV	-1.58%	-3.01%	0.59%	-2.91%	-1.09%	1.83%	-2.72%	-0.85%	0.02%

Cambios Absolutos con respecto al Escenario Base (Precios Constantes de 1991 Millones de Colones)

	Consumo Privado	Formacion Bruta de Capital	Tasa de Interes	Ingreso Disponible	Indice de Precios al Consumidor	Importaciones	Producto Interno Bruto	Tasa de Interes Real	Exportaciones
2008,II	-270.7	0	0	-1031.2	0.037607	-2786.2	-1031.2	-0.44429	-3546.8
2008,III	979.2	255	0.007521	4386.4	-0.075625	7272.5	4386.4	1.2986	10424.6
2008,IV	-981.6	-103.9	-0.015192	-5651.3	-0.123298	10724.5	-5651.3	0.51354	6158.7
2009,I	-3542.1	-1832.8	-0.023457	-10979.7	-0.114384	8194.8	-10979.7	-0.11236	2589.9
2009,II	-4408.2	-3248.9	-0.005583	-11645.8	-0.109859	5994.3	-11645.8	-0.09764	2005.5
2009,III	-4196.3	-4370.6	0.020149	-10243	-0.105105	5227.6	-10243	-0.02231	3551.5
2009,IV	-5726.8	-3751.6	0.042181	-14311.9	-0.101948	4896.3	-14311.8	-0.0323	62.8

Gráfico 18
Evolución de las variables macroeconómicas en el escenario de los precios forward del petróleo



Fuente: Conferencia del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica en RECOPE S.A. el 11 de Noviembre del 2008

El segundo escenario es un shock simultáneo de precios del petróleo y la recesión en los Estados Unidos, el cual provoca ajustes en las variables macroeconómicas más fuertes. Dicha recesión se asumen como una disminución de un 2% trimestral en el PBI real de ese país. Es decir, es un evento de desastre económico para los Estados Unidos. Al ser de tal magnitud dicho efecto, inmediatamente se provoca una fuerte recesión en Costa Rica. En efecto, esto provoca un posible estado de default o bancarrota en Costa Rica debido a que disminuye el PIB en términos reales en cifras del 24.18% para el IV trimestre del año 2009. El consumo, la formación bruta de capital, las importaciones y las exportaciones caen vertiginosamente, mientras que el índice de precios al consumidor disminuye por el efecto de menor demanda interna, lo cual provoca que las tasas de interés aumenten en términos reales. Estos resultados se presentan en el Cuadro 6 y en el Gráfico 19.

Así, un escenario de precios del petróleo cercanos a los US\$70/bbl en promedio para el 2009 junto con un estado de recesión dramática en los Estados Unidos prolongada durante todo el año 2009, tendrían un efecto de bancarrota en la economía de Costa Rica.

La lección más importante de estos efectos simultáneos es de prevención para las autoridades gubernamentales y el sector público y privado. Estrategias de diversificación de la oferta exportable serán siempre importantes pero dependen del efecto ingreso de los países, el cual, con una fuerte recesión en los Estados Unidos y

una crisis financiera generalizada, tendrá efectos limitados dependiendo de la calidad e indispensabilidad de los bienes transables. Políticas contracíclicas de aumento en la demanda interna con una situación fiscal vulnerable, provocarán necesariamente mayor endeudamiento en el largo plazo. El efecto contracíclico en las demás variables financieras de tasas de interés y tipos de cambio estarán en función de si la autoridad monetaria interviene directamente en el mercado haciendo mover la oferta de fondos preentables. Si no es así, los fondos prestables estarán movidos por este efecto de la demanda interna, sin embargo, la transición hacia un nuevo equilibrio no es clara ni fácil, e inclusive, puede ser muy lenta.

Cuadro 6

Escenario 2: Recesion Economica de Estados Unidos durante el 2009
 Junto con los Precios Reales del Petroleo desde II Trimestre 2008 hasta IV Trimestre 2008
 Mas los Precios Forward del 2009

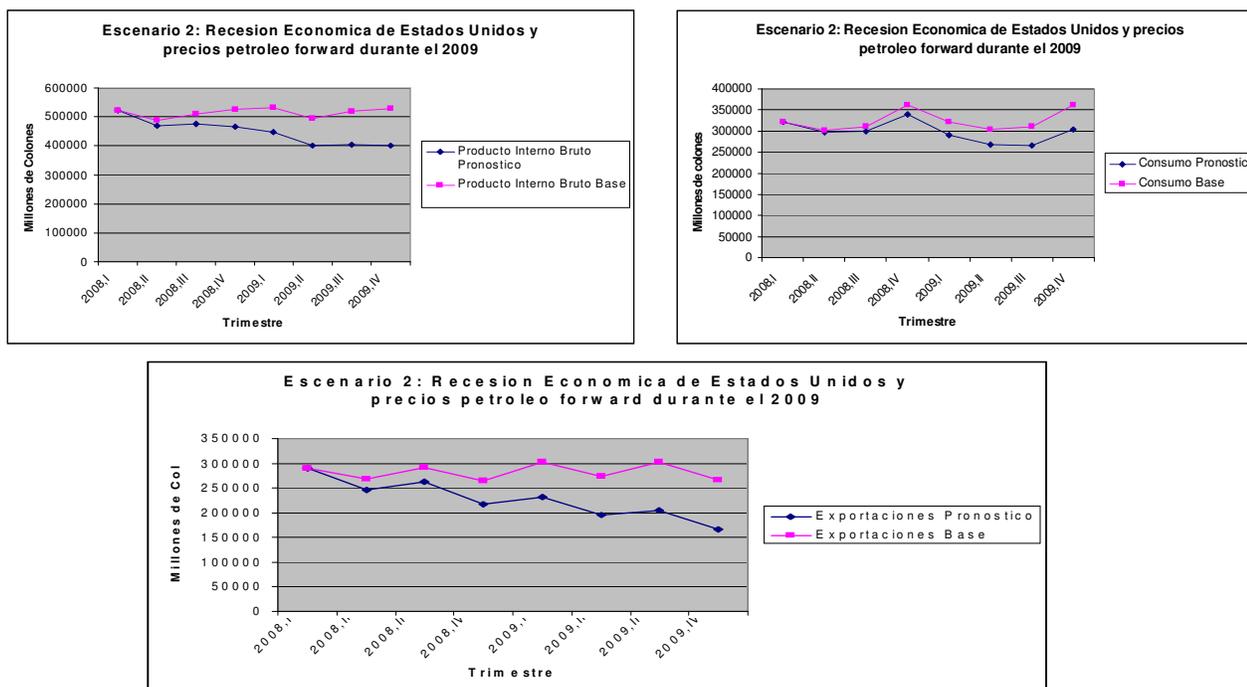
Cambios Porcentuales con respecto al Escenario Base

	Consumo Privado	Formacion Bruta de Capital	Tasa de Interes	Ingreso Disponible	Indice de Precios al Consumidor	Importaciones	Producto Interno Bruto	Tasa de Interes Real	Exportaciones
2008,II	-1.63%	-0.04%	-0.08%	-4.08%	0.36%	-3.37%	-3.78%	-15.14%	-8.35%
2008,III	-3.66%	-1.33%	0.40%	-7.09%	-0.98%	-3.27%	-6.59%	21.53%	-10.00%
2008,IV	-6.32%	-4.24%	0.67%	-12.06%	-1.54%	-5.44%	-11.24%	13.13%	-17.24%
2009,I	-9.42%	-7.84%	1.75%	-16.97%	-1.51%	-10.11%	-15.83%	1.23%	-23.33%
2009,II	-12.04%	-12.54%	3.81%	-20.60%	-1.45%	-14.31%	-19.11%	5.33%	-28.51%
2009,III	-14.31%	-16.90%	6.07%	-23.96%	-1.48%	-18.34%	-22.31%	5.75%	-32.30%
2009,IV	-15.92%	-20.20%	7.54%	-25.94%	-1.42%	-20.77%	-24.18%	12.69%	-37.47%

Cambios Absolutos con respecto al Escenario Base (Precios Constantes de 1991 Millones de Colones)

	Consumo Privado	Formacion Bruta de Capital	Tasa de Interes	Ingreso Disponible	Indice de Precios al Consumidor	Importaciones	Producto Interno Bruto	Tasa de Interes Real	Exportaciones
2008,II	-4937.6	-61.8	-0.004453	-18436.7	0.031395	-8980.6	-18436.8	-0.37535	-22418
2008,III	-11356	-1826.5	0.021889	-33641.5	-0.085083	-8818.1	-33641.5	1.351598	-29277
2008,IV	-22926.7	-5635.8	0.053065	-59172.2	-0.136947	-14894.3	-59172.2	0.627859	-45504.1
2009,I	-30304.2	-11115.7	0.128007	-84345.6	-0.133347	-27644.7	-84345.6	0.100913	-70570.5
2009,II	-36701.8	-16797	0.248777	-94375.9	-0.131881	-36940.2	-94375.9	0.184998	-77817.5
2009,III	-44533.1	-21309	0.385898	-115902	-0.133341	-48029.4	-115902	0.414702	-98089.4
2009,IV	-57677.6	-25214.41	0.536063	-127465.4	-0.132854	-55541.8	-127465	0.48084	-100115.1

Gráfico 19
Evolución de las variables macroeconómicas en el escenario de los precios forward del petróleo



Fuente: Conferencia del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica en RECOPE S.A. el 11 de Noviembre del 2008

4.4. Sobre el shock de oferta y los efectos temporales y permanentes

Lo primero que debemos recordar es si este efecto de aumento de precios fue un ciclo o bien, si hay un cambio de base y es un efecto permanente. Es como decir que los precios nunca van a volver a US\$50 bbl a menos que haya un efecto tecnológico (oferta del mismo petróleo u oferta de bien sustituto). O también, puede que estamos ante un nuevo mercado financiero que soporta las burbujas como uno de sus Fundamentals, aunado al problema del dólar. El conocer de los efectos temporales y permanentes es un indicativo de cómo será el ajuste de la economía, es decir, si hay un salto de un estado estacionario de equilibrio a un desequilibrio y luego vuelve al mismo estado estacionario; o bien, si hay un salto de un estado de equilibrio a otro nuevo estado de equilibrio. Cómo se acomoda RECOPE S.A. ante estos eventos temporales y permanentes o previsibles o imprevisibles, es un problema de finanzas corporativas que se resuelve con programación y optimización operativa y financiera y mercados y cubrimientos a futuros: es un problema de flujo de caja o de fondos de reserva, utilidades y pérdidas.

Sin embargo, lo interesante radica en cómo se ajusta toda la economía ante este evento: o bien, se asume el shock y sigue en su estado estacionario de equilibrio, o bien, se moviliza hacia una crisis económica que puede significar recesión, inflación, desempleo, estanflación. Si el efecto es temporal, la economía se ajusta ante estos efectos temporales y vuelve al estado de equilibrio inicial. Si el efecto es permanente,

hay un desequilibrio y la economía vuelve a un nuevo estado de equilibrio. En este último caso, el punto de interés es la política económica de transición y si el uso de la misma ayudará a llegar “más fácilmente” –en términos del bienestar- o no, a este nuevo estado de equilibrio. Desde el punto de vista de política económica el diseño de los instrumentos son diferentes, sean una política de acomodamiento a un efecto temporal por el lado de la demanda (cupones o subsidios a familias pobres, tal y como lo hace Estados Unidos desde hace 30 años) o por el lado de la oferta (tecnología). Si el efecto es permanente, también la política macro de acomodamiento es diferente. Si se anticipa que los precios del petróleo van a estar en US\$100 bbl, qué se haría. Si es un evento inesperado, hay un desequilibrio inesperado, como el que está sucediendo. Hay un shock de corto plazo no predecible y los efectos del desequilibrio van a depender de los Fundamentals de la economía costarricense.

Macroeconómicamente, esos Fundamentals se ven traducidos en los efectos en variables monetarias como los precios, el tipo de cambio y las tasas de interés, mientras que la variable real de mayor ajuste es en el índice de actividad económica (IMAE). Pero si el IMAE crece en la construcción pero no en la industria, y los servicios están estáticos, esto está indicando que el efecto es diferente en los sectores y que por cuestiones de crecimiento económico de Costa Rica, inversión extranjera y turismo, estos sectores están asumiendo el costo de estos nuevos precios del petróleo.

El acomodo de largo plazo dependerá de la magnitud del cambio de la oferta por el efecto de tener el petróleo más caro y de si van a existir sustitutos o no. Esto es un ajuste de mediano plazo, sea en la misma oferta de petróleo o bien, un cambio en la demanda de los consumidores por bienes sustitutos. El efecto en los precios va a depender de la magnitud de estas dos fuerzas y es algo que hay que modelar econométricamente si sabemos que va a ser un efecto permanente, con el fin de estimar el efecto en los precios: cualquier efecto en un sector, una economía dependerá de la forma de esas curvas de oferta y demanda, más puntualmente, de lo que son las elasticidades precio, ingreso e indirecta.

Como hay un monopolio del Estado en la importación administrado por RECOPE S.A., ésta importa y refina, pero también, está regulada la actividad como servicio público y hay economías de escala en la distribución. Al consumidor todo esto se traduce en un precio regulado fijo y la curva de oferta de petróleo de Costa Rica en el corto plazo, al menos, tiende a ser más elástica que en cualquier industria de bienes normales. Es decir, abastecimiento indica vender al precio fijado, *ceteris paribus*.

Por otra parte, dentro de la literatura reciente, cuatro estudios econométricos dan evidencia empírica sobre las elasticidades de la demanda de petróleo, uno a nivel mundial, otro de US y otros dos para Costa Rica. A nivel mundial, Nouredine Krichene (2005) indica que para el período 1918-2004 la elasticidad precio de la demanda de corto plazo es de -0.02 y la elasticidad ingreso es de 0.54, mientras que para el largo plazo son de -0.27 y de 1.53, respectivamente. Esto lo que indica es que en el largo plazo es posible para la población ajustarse y disminuir su demanda ante aumentos en el precio, en el corto plazo la cantidad de petróleo demandada disminuirá muy poco,

aun ante aumentos elevados en el precio. En similar sentido se interpreta la elasticidad ingreso.

Para los Estados Unidos, Huges y otros (2006) del Center for the Study of Energy Markets de la Universidad de Berkeley encontraron lo siguiente: la elasticidad precio de corto plazo van de -0.034 a -0.077 durante 2001-2006 versus -0.21 a -0.34 para 1975-80. La elasticidad ingreso de corto plazo estuvo en el rango de 0.21 a 0.75 en los dos períodos. De nuevo, una demanda que tiene a ser inelástica en precios. La implicación de esto es que los impuestos a las gasolinas deben de ser muy grandes (fuertes) con el fin de reducir la demanda de gasolina. La conclusión para Estados Unidos fue que si se tiene la dificultad de implementar estos impuestos altos, la mejor política para reducir el consumo de petróleo son los aspectos de innovación y mejora tecnológica.

Para Costa Rica, un estudio de Artana, Catena y Navajas (2007) indica el efecto fiscal del shock de aumento de precios se minimiza, es decir, no hay una evidencia de una pérdida en esos ingresos fiscales en relación con el PIB, en comparación con el resto de los países centroamericanos, y esto es consecuencia de una demanda inelástica en el precio. En un reciente estudio de la Escuela de Economía de la Universidad de Costa Rica (Ulate y otros, 2008), se estimaron las elasticidades precio e ingreso de corto plazo. Las conclusiones en el corto plazo fueron (para el período 1991-2006) que la demanda de petróleo, dado un nivel de ingreso, cambia en -805,5 barriles cada vez que el precio del barril cambia en un colón real (demanda inelástica).

Esto indica que la variación porcentual en la demanda será solamente de una décima parte del cambio que experimente el precio (elasticidad -0.128). También, para un nivel de precio dado, la demanda de petróleo costarricense cambia en 7500 barriles cuando el IMAE (Índice mensual de la Actividad Económica) aumenta en una unidad. La elasticidad ingreso en resumen es de 0.983. En fin, lo que se concluye en general para Costa Rica es que estos bajos niveles de elasticidad precio (menor al 0.2 en valor absoluto) indica que los cambios porcentuales en los precios implican un cambio porcentual en la cantidad que es menor a un quinto de dicho cambio porcentual, lo cual implica un aumento en el gasto por importaciones siempre positivo y muy alto ante aumentos en los precios del petróleo.

De esta manera, si la demanda es inelástica en precio, los consumidores asumen más el efecto de los impuestos que los productores (se perjudican más). Si es la oferta la que es inelástica, son los productores los que pierden relativamente más. Lo mismo sucede con los subsidios: si la demanda es inelástica, los consumidores se favorecen más y si es la oferta inelástica, los productores se favorecen más. Tomando en cuenta lo anterior, una demanda por petróleo para Costa Rica inelástica en precios y un poco menos inelástica en ingreso y dado una oferta que tiende a ser elástica; cualquier efecto de los impuestos repercute más en los consumidores y cualquier efecto de los subsidios, son estos los que se verían más favorecidos. La evidencia nos está diciendo que ante el aumento de precios de petróleo, el gasto por importaciones aumenta, ceteris paribus el efecto ingreso. Así, que cualquier medida de impuestos y subsidios perjudicará o favorecerá directamente a los consumidores, pero sus efectos sobre las

cantidades (consumo de combustibles) no se sentirán: el ajuste se hace vía precios en el equilibrio de corto plazo, no se hace vía cantidades.

4.5 Algunas consideraciones sobre la regulación de precios en el periodo 2008 y la sugerencia de usar coberturas de precios en mercados a futuros

4.5.1 Sobre la fórmula de precios de ajuste interno en el año 2008

El ajuste de precios de los combustibles que realiza la Autoridad reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) se realiza por dos vías: el mecanismo de ajuste extraordinario que es un mecanismo de ajuste “cuasi automático” cuando varía el precio internacional de los combustibles según unos índices de referencia, el tipo de cambio y el impuesto, y el ajuste ordinario que es el que se realiza cuando se evalúa el desempeño económico (productivo y de inversiones) y financiero de la empresa RECOPE cada año. El objetivo del ajuste ordinario es establecer el monto de efectivo que requiere RECOPE con el fin de enfrentar con solvencia sus necesidades de capital tarifario del período: Compra hidrocarburos, gastos operación, inversión en obras, pago deuda y remanente mínimo de caja al cierre del año y además cumplir con las normas establecidas en la Ley 7593 “Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos”, especialmente en lo que corresponde al artículo 30, que establece la obligación de la Empresa de presentar los estudios de precios ante esa Entidad (en caso de ordinarios al menos una vez al año).

De acuerdo con los parámetros y el calendario de aplicación de la fórmula de precios (ver fórmula en www.aresep.go.cr) se presentaron problemas de ajuste de equilibrio financiero intertemporal de plazo inmediato. Cuando los precios subieron en el mercado internacional y por el desfase de la vigencia de la fórmula, éstos pusieron en problemas al comprador dominante, mientras que cuando los precios internacionales se dirigían hacia abajo, se puso en desventaja al consumidor. Al comprador dominante porque el precio de importación al alza se modificaba diariamente, el inventario rotaba cada 15 días, mientras que el precio de venta se modificaba cada dos meses.

De esta manera, éste comprador debería tener el flujo de caja suficiente (aproximadamente 200 millones de dólares en un mes en el pico de la crisis) para poder hacer las compras y dada la restricción financiera del mismo, éste debió recurrir a préstamos de corto plazo en el mercado internacional. La carga financiera se debería entonces saldar con el ajuste de precios ordinario al final del año. Precios internacionales a la baja, ponían al comprador dominante en desventaja siempre y cuando comprase combustible en el pasado a precios altos y los vendiera a precios bajos, lo cual constituye el problema típico de investigación de operaciones de optimización de inventarios físicos y financieros. De nuevo, el ajuste ordinario debería saldar ese desequilibrio financiero de muy corto plazo. Pero también, precios a la baja en el mercado internacional no se traducían directamente en reducciones de precios al consumidor en el mercado nacional porque éstos bajaban con un rezago de dos meses. Aquí el comprador dominante pudo compensar el desequilibrio anterior.

Lo anterior se ilustra en el diagrama 1, en el cual se presenta el caso del diesel para el período de marzo a mayo del 2008. El segundo viernes de cada mes, RECOPE hacía la solicitud de ajuste de precios (aunque el ente oficial y de oficio de ajuste automático lo es ARESEP), posteriormente el Precio de referencia se estimaba para los 30 días anteriores como un promedio de ese precio de referencia. Cabe notar que ARESEP asume que el promedio es el estadístico representativo, sin embargo, anteriormente se demostró que los precios no siguen un comportamiento de distribución normal para hacer ese supuesto.

De allí, el estudio de la ARESEP pasa a revisión del regulador para resolver en un plazo de 15 días, es decir, para verificar si la suma, resta o multiplicación de la fórmula calculada por los técnicos estaba bien o no, entre otras cosas; y luego de allí, ARESEP otorga 5 días de audiencia pública por mandato de Ley. Esto al parecer es contra natura de racionalidad económica en un mercado en el cual Costa Rica es tomador de precios internacionales, pero la racionalidad está dada por la manifestación expresa que alguno pudiese dar sobre la racionalidad económica de la fórmula, la falta de un mecanismo de compensación o el manejo de precios y coberturas a futuro, o bien, por el desempeño económico y financiero del comprador dominante, o por otra razón sobre los fundamentos del mercado de combustibles en Costa Rica. Posterior a esta audiencia, la ARESEP enviaba el documento de ajuste de precios al diario oficial la Gaceta y éste se publicaba en 5 días para su entrada en vigencia. Este rezago de aplicación de la fórmula implicaba que estuviesen rigiendo precios de 30 días como mínimo y “en promedio” al día de vigencia de los precios internos. Luego el juego se repetía para el viernes cada 15 días de cada mes.

Este juego repetido es obvio que no constituye un equilibrio de Nash ni mucho menos un equilibrio bayesiano de Nash en el plazo inmediato, lo cual, como se dijo anteriormente, pone en el vacío en un plazo determinado el equilibrio económico y financiero de un contrato entre ambas partes, consumidor y productor (comprador dominante) que es por un problema de diseño de mecanismo del principal (ARESEP), es decir, del mismo subastador encargado de mantener el equilibrio del contrato.

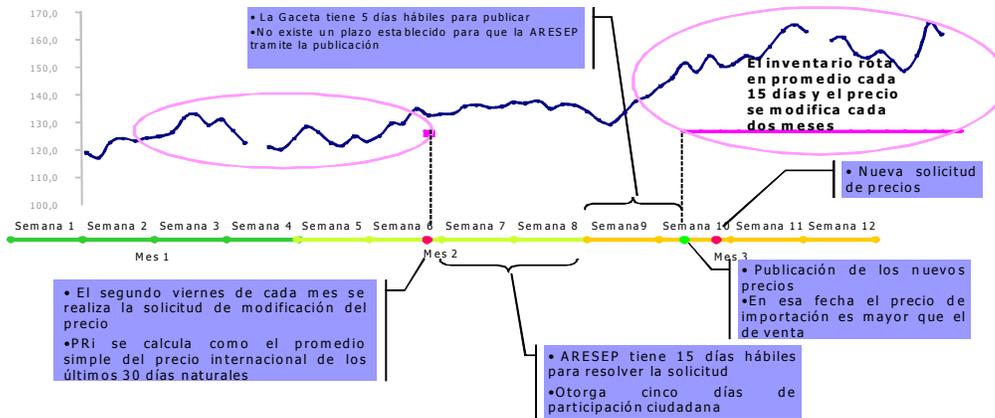
Dado lo anterior, lo pertinente sería una revisión de dicha fórmula, situación que llevo a la presidencia de RECOPE a realizar la siguiente petitoria en la solicitud Modificación a la metodología de precios y estudio ordinario de precios 2008 ET-153-2008:

a) Cálculo del Precio de referencia PRi:

- Promedio de quince días naturales permitirá que se de una mayor correlación entre los precios internacionales y los internos.
- La modificación redundará en un beneficio para la empresa y para el consumidor final.

Diagrama 1

Dinámica de la fórmula de ajuste automático
Caso del diesel (marzo - mayo 2008)



Fuente: RECOPE S.A. Presidencia.

Además, “PRI” definirla como el precio FOB de referencia del producto i, calculado como el promedio simple de los precios internacionales de los 15 días naturales anteriores a la fecha de corte de realización del estudio. Los precios diarios internacionales se determinaran como el promedio de las cotizaciones alta y baja reportadas por Platt’s Oilgram Price Report (Reporte diario de precios internacionales de crudos y derivados de Standard & Poors) de la Costa del Golfo de los Estados Unidos o de otra referencia, en el evento de que la anterior no tenga el precio de un producto particular o de que se disponga de otros mercados de referencia más representativos. PRI se calculará en dólares de los Estados Unidos por barril.

b) Modificación a la metodología de precios Incorporación de Di y Si (plazo y rezago). En la resolución en la que se apruebe la modificación de los precios producto de Di o Si, deberá:

- Indicarse el plazo por el cual estará vigente dicha modificación
- El precio a los consumidores se modificará automáticamente en el valor de Di o Si, según sea el caso.
 - RECOPE no tenga que financiar un subsidio una vez que el mismo se haya agotado
 - El consumidor no tenga que pagar por un rezago una vez que el mismo haya sido compensado

“Di” sería el ajuste temporal en el precio plantel, correspondiente al diferencial de precios que se produce entre los precios plantel de los productos que vende RECOPE y el precio de importación FOB al cual RECOPE adquiere los productos. El diferencial se calculará en colones por litro, de la siguiente forma:

$$D_{i,t} = \frac{\sum_{t=1}^n [(PR_i - PI_{i,j}) * TCI_j * VDM_i]_t}{VTP_i}$$

Además, “Si,t” sería el valor en que se afecta el producto i por concepto de subsidio durante el periodo t, expresado en colones por litro. Este valor será ajustado de manera extraordinaria y en la resolución de aprobación se indicará el periodo por el cual estará vigente y el precio se ajustará automáticamente en el valor de Si una vez que haya transcurrido el periodo t.

$$S_{i,t} = \frac{VTS_i}{VTP_{i,t}}$$

c) “La Autoridad Reguladora reconoce en la estructura de precios plantel de los productos que vende RECOPE, los fondos de desarrollo y reservas de inversión por los siguientes conceptos y montos:

- Inversiones: _____
- Servicio de la deuda: _____
- Fondos para desarrollo: _____
- Reservas para inventario de seguridad: _____

Las utilidades o excedentes del periodo anual,... deben destinarse a las reservas de inversión y fondos de desarrollo, con fundamento en el principio de servicio al costo, según lo establece el artículo 3 inciso b) de la Ley 7593 de ARESEP .

d) Sobre el margen de operación, factor K, se indica que el mecanismo regulatorio debe ser eficaz, eficiente, simple, transparente y comprensible. No es posible crear subsidios mediante tarifas dado que:

- “...es un error económico y un dislate jurídico que la tarifa se convierta en un cajón de sastre donde cabe cualquier cosa: una exacción fiscal encubierta, una subvención a terceros, una protección arancelaria o cualquier otra finalidad ajena al servicio ...” (PGR C-242-2003, fechado 11 de agosto de 2003)
- Tarifas subsidiadas para determinados grupos de personas son extrañas a dicho principio y tendrían que ser autorizadas expresamente” (PGR OJ-103-2001, fechado 24 de julio de 2001).

“Ki: es el margen de operación que se le reconoce a RECOPE por concepto de costos, gastos e inversiones para realizar las operaciones de importación, distribución, almacenamiento y comercialización de los productos que vende esa empresa. K se calculará como un valor absoluto por producto, de acuerdo con el principio de servicio al costo, y se expresará en colones por litro. Dentro del valor de K no se considerará gasto o costo alguno por concepto de la actividad de refinación, dado que estos son reconocidos de manera indirecta en PRi”.

$$NPPC_i = (PR_i * TCR) + K_i \pm D_i \pm S_i$$

La solicitud es que “K se calcule considerando los siguientes conceptos: costos de transporte y seguros por la importación de productos; pérdidas en tránsito; costos

portuarios y del plantel de importación; costos de trasiego por poliducto y camiones cisterna; costos de almacenamiento y comercialización; inversión, incluida la depreciación; servicio de la deuda a corto y largo plazo; inventario de seguridad en producto terminado; cargas ajenas establecidas por mandato de ley, tales como cánones, aportes a entes, patentes y tasas impositivas; y otros costos tarifarios necesarios para la importación, distribución, almacenamiento y comercialización de los productos. Su base de cálculo serán los costos históricos que tiene la empresa en sus registros, los cuales se proyectarán. Su revisión será al menos una vez al año, mediante estudio ordinario de precios, según lo que establece la Ley 7593.” De esta manera, la petitoria fue la siguiente:

Precio en colones $NPPC_i = (PR_i * TCV) + K_i \pm D_i - S_i$

Precio en dólares $NPPC_i = PR_i + \frac{K_i \pm D_i - S_i}{TCV_z}$

Banda de precios:

Banda de precios	Precio máximo	En colones	$NPPC_i^{\text{máximo}} = (PR_i + s_i) * TCV_z + K_i \pm D_i - S_i$
		En dólares	$NPPC_i^{\text{máximo}} = PR_i + s_i + \frac{K_i \pm D_i - S_i}{TCV_z}$
	Precio mínimo	En colones	$NPPC_i^{\text{mínimo}} = (PR_i - s_i) * TCV_z + K_i \pm D_i - S_i$
		En dólares	$NPPC_i^{\text{mínimo}} = PR_i - s_i + \frac{K_i \pm D_i - S_i}{TCV_z}$

Finalmente, que se considerara en el factor K (margen de operación) el programa de inversiones de la empresa (RECOE).

4.5.2 Sobre la sugerencia de usar coberturas de precios en mercados a futuro

Una de las operaciones normales, ordinarias y cotidianas que realizan las empresas mundiales en petróleo son los cubrimientos de precios, y/o coberturas financieras en los mercados a futuro. RECOPE S.A. no realiza este mecanismo, el cual, en principio es para minimizar la volatilidad y la incertidumbre del flujo de caja de la empresa, y que en última instancia, el consumidor final se beneficiaría directamente si la empresa utiliza los recursos sin inversiones que mejoren la calidad de los combustibles, o mediante variaciones directas de precios. Sin embargo, el agente principal (regulador –ARESEP-) puede implementar este mecanismo en la fórmula de precios y hacer que RECOPE ejecute compras a futuros que sean traducidas directamente a las variaciones de precios internos, con recargo a un fondo de desarrollo o fondo de compensación, o bien, directamente al mismo consumidor. Es decir, en este caso, el consumidor pagaría el cubrimiento, RECOPE sería el intermediario que haría el procedimiento de compras a futuro mediante un mandato del regulador.

No obstante lo anterior, RECOPE mismo puede cubrirse en precios de combustibles, tasas de interés y monedas. Aunque dichos precios son trasladados al consumidor en una fórmula de ajuste y es el consumidor final el que paga directamente estos precios de mercado, RECOPE puede mejorar su gestión de minimización de riesgo y volatilidad

de precios mediante este mecanismo de uso cotidiano en las empresas de esta magnitud. RECOPE es un partícipe dominante en las reservas monetarias del Banco Central, lo que lleva a que también se podría estar favoreciendo el riesgo y la incertidumbre en el mercado cambiario en el país. Otros compradores dolientes indirectos es el Instituto Costarricense de Electricidad que compra diesel término para la operación de las plantas eléctricas, actividad que influye a las industrias y consumidores finales. En fin, en la suma de los eventos, cualquier cubrimiento que realice RECOPE tiende a minimizar el riesgo y la incertidumbre de contraparte de cualquier agente económico.

De esta manera, en la Sesión de Junta Directiva del Martes 26 de Marzo del 2008 tomó el acuerdo de “implementar el mecanismo de compras financieras en mercados a futuro, como parte de la actividad ordinaria de RECOPE”, sin embargo, a la fecha de la escritura de este documento, dicho mecanismo no operaba por los procedimientos internos de definición de la firma de contratos ISDAs con legislación de Nueva York y/o Londres, ajustes administrativos y de personal y ajustes de cuentas presupuestarias. El objetivo del procedimiento es incorporar dentro de la actividad ordinaria de RECOPE S.A., la actividad de realizar compras financieras en el mercado de futuros de petróleo, bajo las premisas de la política de cobertura de riesgos financieros de la Empresa y utilizando los mecanismos internacionales que suscitan en dicha actividad.

Las Premisas o Política de la Cobertura de Riesgos Financieros en RECOPE S.A. serían

- a) El no usar los productos financieros derivados puede resultar en exponer a la compañía o país a riesgo inmanejables. Implica entonces no dejar a merced del mercado las variables que sí son posibles de ser controladas.
- b) Aquellos riesgos que son posibles de ser manejados, pueden ser transformados (los riesgo no se eliminan, se pueden cambiar de signo o manejarlos en un rango deseado).
- c) El uso de derivados debe formar parte de la política de la empresa, de su política de finanzas corporativas y tesorería y debe ser un manejo independiente.
- d) No separar el derivado de la decisión tomada, ya que el derivado cobra vida propia en la empresa, ante un costo de oportunidad potencial, sino verlo dentro del manejo normal de riesgos. Es decir, debe formar parte de la actividad ordinaria de RECOPE: continuidad en las decisiones.
- e) El manejo debe ser en forma racional, ordenada y consistente de las exposiciones de RECOPE
- f) Racional: las decisiones no son discrecionales y/o azarosas, basadas en creencias.
- g) Ordenado: deben existir alineamientos de lo que se puede hacer y lo que no está permitido. Estará permitido en RECOPE hacer coberturas, no arbitraje ni mucho menos especulación.
- h) Consistente: no es un ejercicio único sino que implica continuidad. De nuevo, formará parte de la actividad ordinaria de RECOPE.
- i) Nunca basar las decisiones simplemente en la visión o creencia que se tiene del mercado (“va a subir”, “va a bajar”): debe haber profesionalismo dentro del

Comité de Coberturas de Riesgo y su respectiva negociación con el banco internacional.

Los Riesgos Financieros básicos que RECOPE S.A. puede cubrir son los siguientes: i) precios a futuros del commodity petróleo, ii) tasas de interés; iii) monedas (FX – Currencies Markets-). El Comité de Coberturas de Riesgos de RECOPE S.A. estará adjunto al Comité de Hidrocarburos de RECOPE S.A., y estará formado por un Comité Técnico y un Comité Ejecutivo. Debe notarse que la compra a futuros en el caso de los precios, sigue la recomendación del personal técnico: tipo de instrumento, tiempo, plazos, porcentaje de cobertura de acuerdo con el producto. Una vez aprobada la compra en el Comité Ejecutivo de Coberturas de Riesgos, el Director (y/o Secretaria) de Compras a Futuro de este Comité de Riesgos hará el contacto con el Banco y/o intermediario Financiero para hacer la compra a futuro. También, el Comité Técnico recomienda el tipo de cubrimiento (la compra a futuros, el cubrimiento de monedas y/o tasas de interés) y sigue la recomendación del personal técnico: tipo de instrumento, tiempo, plazos, porcentaje de cobertura de acuerdo con el producto.

La compra a futuros (cobertura de riesgos de precios a futuros) sería parte de la actividad ordinaria de RECOPE S.A. El Comité de Hidrocarburos decide la compra física de combustibles y similares de acuerdo con los objetivos y procedimientos establecidos y el comunica al Comité Técnico de Coberturas de Precios, quien revisa dicha compra física y analiza la cobertura financiera de precios a través del monitoreo del mercado, define los instrumentos financieros de la cobertura y recomienda los proveedores para el tipo de instrumento financiero de cobertura de un determinado portafolio de productos físicos. Dicho Comité Técnico emite la recomendación al Comité Ejecutivo, quien decide y comunica al Comité Técnico para la formalización de los Contratos Financieros.

Debe notarse que la recomendación del proveedor debe ser justificada con base en los antecedentes de dicho proveedor y es uno con el cual RECOPE S.A. ha firmado un contrato del tipo ISDA (Master Agreement Internacional Swaps Derivatives Association). Pueden ser varios proveedores o un solo proveedor (inscritos mediante la firma del Acuerdo ISDA) dependiendo del producto financiero escogido, porcentaje de cobertura, plazos, etc., es decir, puede que haya un proveedor o varios, ya sean para un producto o varios o porcentajes de ellos. Es decir, es un acuerdo inicial entre un banco de primer orden a nivel mundial y otra entidad (empresa, intermediario financiero, etc. etc. etc.) que sólo tiene el propósito de definir los conceptos. Los contratos ISDA se pueden firmar sólo para tenerlos firmados, es algo que no se ejecuta. No se pueden hacer transacciones internacionales de derivados seriamente sin que medie un ISDA. Y las entidades lo firman con uno o varios bancos de primero orden. Por ejemplo, la Empresa Petrolera ENAP de Chile tiene firmados 15 ISDAs con diferentes bancos de primer orden mundial y a veces o utilizan o no. En Costa Rica, el Banco Central, Ministerio de Hacienda y el ICE han firmado contratos ISDA con bancos de primer orden mundial. Diversas empresas privadas también lo han firmado.

En resumen, para iniciar se solicitaría que se convoque a los bancos de primer orden a firmar el Acuerdo ISDA, simultáneamente el Comité Técnico decide el tipo de cobertura

y se convoca a los bancos para que procedan a enviar sus atestados en este tipo de cobertura. Luego el Comité Técnico decide y comunica al Comité Ejecutivo, quien decide y comunica. Posteriormente, procede a ejecutar dicha recomendación el Comité Técnico.

5. Conclusión prospectiva: dependencia, sustituibilidad y eficiencia, el uso de los biocombustibles.

En el caso del etanol, debido al exceso de demanda de ese producto, dicho precio en el mercado mundial está en promedio, 30US\$ más arriba que el precio WTI de petróleo. Por ejemplo, Europa importaría un 8% de sus combustibles en biocombustibles para el 2008, mientras que el 30% de toda la gasolina que se vende en los Estados Unidos está mezclada con bioetanol.

Adicionalmente, fueron los antecedentes para el Protocolo de Kyoto de 1997 en que se deben reducir a un 5% las emisiones de gases de efecto invernadero para el 2012. Los combustibles verdes reducen el dióxido de carbono y el azufre, responsables del calentamiento global y la lluvia ácida, de manera tal que el biodiesel contiene un 90% menos de partículas aromáticas cancerígenas, tiene mayor biodegradabilidad y menor toxicidad. Inclusive, este puede provenir de sustancias recicladas: en Suiza se utiliza el aceite reciclado para el transporte público. Biomasa es un caso más complejo porque es necesario cosechar, recolectar y transportar la misma hasta su sitio de transformación, lo cual conlleva una optimización de logística que puede resultar costosa.

Otro aspecto es que el biodiesel no requiere modificaciones en el motor. En Europa, el 40% de los automóviles son flexibles y pueden utilizar combustible fósil, biocombustible o ambos. El biodiesel, aunque tiene un poco menos de energía que el diesel mineral, lubrica mejor, por lo que el motor realiza menos esfuerzo para moverse y genera mayor durabilidad. El problema se da con los plásticos y juntas no metálicas, motores que son antes de la década del 90. porque las partes de plástico como mangueras, sellos, diafragmas de bombas de nafta. Esto es lo que hay que reemplazar. Por ello, en RECOPE, el plan piloto de uso de combustibles alternativos que se lleva a cabo en Guanacaste ha sido sumamente cuidadoso en la producción de este etanol..

Según datos de la CEPAL (2007), en Costa Rica existen plantaciones boscosas que ocupan 178.000 hectáreas que producen 220 toneladas de madera por hectárea, a su vez pueden producir 100 litros de bioetanol por tonelada de madera. Para producir 90 millones de litros de bioetanol por año se requerirían 900.000 toneladas de madera por año, que ocuparían 4.100 hectáreas. Si se aprovechan son los desechos (50% de la producción de madera) y el ciclo de vida de la plantación es de 10 años, se requerirían de unas 80.000 hectáreas (menos de la mitad de la superficie plantada). Además, en Costa Rica se producen 800.000 toneladas por año de madera aserrada con desechos de importancia. En el biodiesel, se convierte una tonelada de aceite vegetal en una tonelada de biodiesel y un cultivo de girasol o de soja pueden producir unos 400 litros de biodiesel por hectárea. Los desechos se usan para bajar costos. En Costa Rica para

cubrir la demanda se tendrían que producir 500 millones de litros de biodiesel. Para mezclas con biodiesel al 20% en volumen implicaría unas 250 mil hectáreas de cultivo. En el país el área total sembrada es de 440 mil hectáreas. En términos de empleo se obtiene que un puesto permanente de trabajo se puede crear por 10 hectáreas de palma, generando un efecto multiplicado de 5. Por cada m³ de biodiesel producido se agrega más de US\$100 de valor de aceite crudo de palma.

Por todos estos motivos, el Gobierno de la República, publicó el decreto el 17 de marzo del 2008 sobre Biocombustibles y con ello se da inicio a esta nueva etapa del uso de biocombustibles en Costa Rica como fuente alternativa de consumo de combustibles fósiles.

6. Conclusión propuesta para la creación de un fondo de estabilización de precios de los combustibles

El objetivo es internalizar la información de precios internacionales para ordenar la comercialización del mercado interno, evitando además los efectos negativos, que sobre la comercialización (producción-refinación), genera la volatilidad de los precios internacionales, cuando estos se internalizan en la determinación de las costas nacionales.

El mecanismo se constituye de dos agentes económicos: I) Productores –con volúmenes de actividad muy desiguales (alta concentración) – e, II) RECOPE –); además de cuatro parámetros: 1) el precio de referencia, 2) el precio de contado, 3) el precio a futuro, 4) la cámara de compensación; un elemento fundamental: el mercado de contado; y dos posibles sistemas de compensaciones: el primero, con compensaciones dirigidas al consumidor o al mismo fondo, y, el segundo, con compensaciones dirigidas a la producción.

a) Precio de referencia (primer parámetro).

Los precios de referencia se definen en función de los precios internacionales. Este precio se define como una media móvil ponderada (o bien, otro estadístico que mejor represente la distribución estocástica de la población) del precio internacional del commodity durante un cierto periodo histórico, sumando los costos de internación, más un porcentaje de los impuestos de importación vigentes al momento de calcular el precio de referencia (independientemente de su nivel porcentual). El último componente garantiza que el precio de referencia sea siempre menor que el precio al que sería posible importar en un contexto independiente al mecanismo de estabilización que se está proponiendo. La media móvil ponderada¹⁷ es un indicador que se deriva del uso de la media móvil simple, en una motivación por otorgar una importancia progresiva a los precios históricos más recientes respecto a los menos recientes, en el periodo en que se calcula. Su función principal es suavizar las series de datos, permitiendo observar de forma más clara la tendencia a largo plazo. Este concepto se desarrolla a partir del argumento de expectativas adaptativas, en el sentido de tomar la información histórica para definir la expectativa de precios futuros, considerando que la información

es más relevante en tanto más cercana esté al momento actual, en comparación con la información más rezagada. Esto mismo podría definirse mediante la siguiente expresión:

$$P_r = \sum_{t=-m}^0 \alpha_t P_t^* + P_t^* \times CI_t + P_t^* \times X_t^T$$

Reordenando la expresión mediante una agrupación de factores se tiene que:

$$P_r = \left[\sum_{t=-m}^0 \alpha_t P_t^* \right] + P_t^* [CI_t + X_t^T] \quad (1)$$

donde P_t^* el precio internacional vigente en el momento t , α_t el ponderador que asigna una importancia relativa específica al precio del momento t , y m el número de meses que se tomará para calcular la media móvil. Por otra parte, la variable CI_t indica la tasa adicional al precio internacional que implican los costos de internación del commodity (operación de RECOPE) importado en el momento $t = 0$ (en el momento de hacer la importación), y X_t^T se refiere a un porcentaje de la tasa arancelaria vigente en el momento $t = 0$ (en el momento de hacer la importación). Con respecto a la definición del número de meses a incluir en la media móvil ponderada, se determinará mediante un modelo regresión lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios u otro tipo de ajuste de regresión o bien mediante Búsqueda Tabú (que permite indicar cual es el número de rezagos óptimos de acuerdo a los parámetros establecidos), en donde la variable dependiente se refiere al precio internacional vigente (P_t^*), y las variables independientes se definirán como el precio internacional en los doce meses (es sólo para indicar número de meses, que puede variar) anteriores¹⁸ (P_{t-m}^*); sin embargo, la elección del número de meses considera solamente el número de coeficientes que sea estadísticamente diferente de cero¹⁹, todo esto mediante un modelo estructural (o de búsqueda tabú) como el siguiente:

$$P_t^* = \alpha_1 P_{t-1}^* + \alpha_2 P_{t-2}^* + \alpha_3 P_{t-3}^* + \dots + \alpha_m P_{t-m}^* + \mu \quad (2)$$

Por otra parte, una vez definido el número de rezagos a incluir en la media móvil ponderada, el mismo modelo estructural econométrico puede utilizarse para determinar el valor de los ponderadores α_t , incluyendo como restricción que cada uno de ellos deberá estar entre cero y uno²⁰, y que la suma de todos ellos debe ser igual a uno. Con esta metodología se espera reducir al máximo la arbitrariedad en la determinación de los parámetros en la fijación de los precios de referencia.

b) Precio de contado (segundo parámetro).

Es el precio al que se decide intercambiar el producto en el momento actual; en este momento es un precio determinado por ARESEP, justificado mediante estudios técnicos

relacionados con las estructuras reales de costos de producción (precio final es igual a un margen sobre los costos reales). Sin embargo, todo el mecanismo de estabilización de precios que se propone en este documento, establece una transición en la determinación de éstos, que dirige al sistema de precios regulados mediante resolución de ARESEP, a un esquema de precios de contado, determinados en un mercado de contado y mediante una negociación de precios y cantidades tipo subasta. En resumen, se refiere al precio de mercado vigente en el momento del intercambio, sea este determinado mediante decreto o mediante la interacción de los agentes económicos en el mercado.

C) precio futuro (tercer parámetro)

Se refiere al precio con el que, en el momento actual, se deciden los inventarios y las importaciones-exportaciones-consumo, es decir, el consumo aparente intertemporal, o bien, el precio al que se espera intercambiar una producción previamente pactada. Si el precio de contado continúa siendo el establecido mediante ARESEP, el precio a futuro podría constituirse de la previsión de un aumento de precios que eventualmente estaría recomendando RECOPE. (en todo caso continúa vigente que el precio mínimo aceptable es, al menos, igual que el costo de oportunidad).

c) Cámara de compensación (cuarto parámetro).

Se trata de un fondo con recursos financieros, utilizado para asumir las diferencias presentes en los precios a futuro en el momento de hacer la liquidación de las cantidades pactadas (inventarios y compras ventas RECOPE con consumidores) a dicho precio futuro, y el precio de referencia vigente al momento de la liquidación. Cuando el precio pactado (precio a futuro establecido en el momento de la negociación) es superior al precio de referencia, la Cámara compensará al agente económico perjudicado y si el precio pactado es inferior al precio de referencia vigente, entonces, la Cámara capitalizará parte de dicha diferencia (la manera precisa de cómo podría operar esta Cámara dependerá del Sistema de Compensación que se elija, por lo que se definirá más adelante en el documento).

La Cámara de Compensación, solo actúa para la parte del intercambio en donde los precios y las cantidades se pactaron previamente, procediendo en el siguiente periodo solo para lo que en este tiempo se registre como transacciones a futuro. Una fuente de capitalización de la Cámara de Compensación es el diferencial de precios de importación. Por otra parte, a la Cámara debe definírsele un máximo de recursos acumulables y un mínimo de recursos como provisión para las compensaciones; tales montos se definirán cuando se realicen los ensayos con datos reales. Como argumento a priori, puede decirse que lo acumulado no deberá superar las compensaciones otorgadas en todo el año anterior y, como mínimo, no deberá acumular menos de lo proporcionado en los últimos 6 meses (por decir algún número de meses); siendo la variable de ajuste, para evitar el agotamiento o la acumulación de recursos en exceso, los porcentajes de cesión y compensación que otorgue la Cámara.

d) Mercado de contado (elemento fundamental).

En un mercado de contado con precios no regulados, se establece la posibilidad de intercambio a precios que son determinados por oferta y demanda y que a su vez, funcionan como base para la determinación de los precios y cantidades a intercambiar en fechas futuras. Esto significa la conformación de un mercado de contado y un mercado a futuro; que da al productor una ganancia en términos de reducción de incertidumbre, puesto que podrá tomar decisiones en términos de cuánta cantidad producir a un precio futuro dado. En caso de que el precio a futuro se considere muy bajo, se optaría por reducir la producción y emplear los recursos en usos alternativos; y si el precio fuera suficientemente alto, decidirá cuánta producción se llevará al mercado en el siguiente periodo. De esta forma, si una parte importante de la producción se negocia de previo, en el sentido de negociar a futuro precios y cantidades, el mercado de contado se constituirá de un mercado de excedentes, sujeto a variabilidad repentina en precios (se definen al momento), pero suavizada por la existencia de un monto de referencia y de los precios a futuro. Un esbozo de interacción entre los agentes económicos en el marco de los parámetros del mecanismo de estabilización de precios. Este mercado de subastas puede eliminarse al darse sólo el contrato bilateral RECOPE-consumidores.

En este momento tenemos un mercado de contado, en donde los productores y RECOPE intercambian la producción disponible en ese momento; en donde el precio para intercambiar sería el precio de contado, y éste estaría en función del precio de referencia vigente en ese momento y de la expectativa de los precios a futuro (aunque actualmente tal mercado de contado se asocia con un precio de contado definido mediante decreto). RECOPE negocia la producción (inventario y ventas) del siguiente periodo en el momento actual, estableciendo las cantidades a intercambiar dado un precio a futuro, que es determinado mediante una negociación tipo subasta. En el siguiente periodo, se tendrá como resultado que el precio para intercambiar las cantidades pactadas (precio fijado a futuro en el periodo anterior –precio pactado–) podrá ser mayor o menor que el precio de referencia vigente en el momento de la liquidación –intercambio–. El precio de referencia se define como una media móvil ponderada de los precios internacionales históricos, que puede expresarse como un promedio de los precios de los últimos meses, otorgando diferentes niveles de importancia a los precios históricos según cómo éstos impacten la determinación del precio internacional actual, considerando además, una importancia progresiva a los precios más recientes con respecto a los precios menos recientes, lo que permite observar, de forma muy clara, la tendencia a largo plazo de dichos precios internacionales.

Luego, una Cámara de Compensación, que exigirá al productor o al industrial (dependiendo del sistema de compensación que se elija) una cesión, o extenderá una compensación, dependiendo de si el diferencial de precios entre el precio futuro y el precio de referencia es positivo o negativo. La Cámara no podrá acumular recursos más allá de un cierto umbral superior, ni agotar sus recursos más allá de un umbral inferior. En el momento de la liquidación de los contratos a futuro (periodo de intercambio de las cantidades pactadas a los precios pactados previamente) también se

negocia, al precio de contado (determinado por oferta y demanda en el mercado de contado) la parte de la producción no negociada en el mercado a futuro del periodo anterior. Todo esto con el beneficio de reducir el riesgo de precios a que se enfrentan los agentes económicos que participan en la cadena productiva de los combustibles.

La cesión/compensación a RECOPE (primer sistema de compensación –a elegir–). Si el precio pactado es superior al precio de referencia vigente ($P_t^{ptdo} > P_t^R$), entonces RECOPE paga el precio pactado²¹ (precio que recibe el productor), y la Cámara, para compensar al industrial por el alto precio con respecto al de referencia, le reintegra un $i\%$ del diferencial de precios ($P_t^{ptdo} - P_t^R$). Así, el productor recibe el precio pactado y el RECOPE termina pagando el precio pactado (más alto que el de referencia) pero restándole la compensación extendida por la Cámara²². Esto podría formalizarse mediante la siguiente expresión:

$$P_t^R \leq P_t^{lq} \circ, \left[P_t^R + (P_t^{ptdo} - P_t^R) - i(P_t^{ptdo} - P_t^R) \right] \leq P_t^{ptdo}$$

Reordenando la expresión se tiene que:

$$P_t^R \leq P_t^{lq} \circ, \left[P_t^{ptdo} + i(P_t^R - P_t^{ptdo}) \right] \leq P_t^{ptdo} \quad (3)$$

Es decir, RECOPE paga el precio pactado, pero con una compensación por pagar un precio más alto que el de referencia. Por otra parte, si el precio pactado es menor que el precio de referencia vigente al momento de la liquidación ($P_t^{ptdo} < P_t^R$), entonces el productor también recibe el precio pactado y RECOPE paga al productor este mismo, más a la Cámara, un porcentaje del diferencial de precios a su favor²³ ($P_t^R - P_t^{ptdo}$), puesto que pagó un precio más bajo que el que podría haber pagado, dado que el precio pactado es inferior que el de referencia vigente. Al final, el productor recibe el precio pactado, mas RECOPE paga un promedio ponderado de los precios pactados y los precios de referencia vigentes, donde el factor de ponderación será el porcentaje de cesión que el industrial deberá cancelar a la Cámara. El precio que termina pagando el consumidor puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$P_t^{ptdo} \leq P_t^{lq} \circ, \left[zP_t^R + (1-z)P_t^{ptdo} \right] \leq P_t^{ptdo} \quad (4)$$

Es decir que al final, en este sistema de compensación, el productor (RECOPE) siempre recibe el precio pactado, y al consumidor, se le compensa (un evento de descapitalización para la Cámara) una parte del precio alto que paga cuando el precio pactado es mayor que el de referencia vigente; obligándosele a pagar un extra (un evento de capitalización para la Cámara) cuando el precio pactado es inferior al precio de referencia.

Una manera de hacer la compensación es por medio del elemento k de la fórmula de RECOPE, es decir, incluir el fondo en dicho parámetro. Otra manera es que el BCCR, el Ministerio de Hacienda o un Fideicomiso manejen dicho fondo de contingencia y para esto tiene que estudiarse las implicaciones legales con ARESEP, Contraloría y Ministerio de Hacienda. Es lo mismo que si existiese un mecanismo de pago de la factura petrolera a largo plazo y se diluye el pago en un fondo de compensación. El punto es cómo se transmite dichos pagos al consumidor en el tiempo y este es el diseño que se debe estudiar institucionalmente.

7. Petrocaribe como opción: Informe sobre la incorporación de Costa Rica a Petrocaribe.

7.1 Sobre las negociaciones y marco del acuerdo²⁴

El origen de las negociaciones fue la participación de Costa Rica en la V CUMBRE Extraordinaria de Jefes de Estado y de Gobierno de ETROCARIBE, celebrada en la ciudad de Maracaibo, República Bolivariana de Venezuela, el 13 de julio de 2008 y la visita de personeros PETROCARIBE a San José, República de Costa Rica, el 11 de agosto de 2008. El alcance de la Cooperación requerida para el subsector combustibles está en la operación financiera (modalidades de financiamiento, fórmulas de pago) y en el área comercial. En ésta última se contemplan los contratos de largo plazo para crudo y productos limpios para el abastecimiento del mercado nacional, el suministro de parte de PDVSA, Petróleo S.A. de asfalto para los países de Centroamérica a través de Costa Rica, la exportación Costa Rica de Fuel Oil y diesel de 0,5%S. Otra cooperación es en proyectos de infraestructura de interés como la Terminal petrolera en el Pacífico, el Trasiego transoceánico por el poliducto de Costa Rica para productos limpios, el Trasiego transoceánico por el oleoducto para crudos, que se construirá aprovechando las servidumbres del poliducto de Costa Rica, la Infraestructura de tancaje para crudo, fuel oil y productos limpios.

En RECOPE se conformó una comisión técnica denominada “Comisión PETROCARIBE” que analiza y prepara la documentación requerida par la firma de los acuerdos de cooperación energética bilateral (con la República Bolivariana de Venezuela) y multilateral (con PETROCARIBE). Hasta la fecha se han celebrado dos sesiones de trabajo de la Comisión PETROCARUBE: #01-2008 y #02-2008 y se ha elaborado la “PROPUESTA ADAPTADA POR RECOPE DE ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO PARA EL MANEJO DE LA PORCIÓN FINANCIADA DE LA FACTURA PETROLERA EN COSTA RICA”. Además se ha preparado una propuesta de RECOPE, S.A. para el documento “ACUERDO DE COOPERACIÓN ENERGÉTICA PETROCARIBE ENTRE EL GOBIERNO DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA Y EL GOBIERNO DE COSTA RICA”.

La propuesta de RECOPE en volúmenes anuales de contrato (para el 2009) fue la siguiente:

Crudo Liviano:	3.5 millones bbl (crudo Santa Bárbara o algo similar)
Diesel de 0,005%S:	5.8 millones bbl
Diesel de 0,5%S:	0,4 millones bbl (diesel térmico)

Jet fuel A1:	1,4 millones bbl
Crudo pesado:	0,2 millones bbl
Asfalto:	0,2 millones bbl
TOTAL:	11,3 millones bbl por año 2009 = 32.000 bbl por día

En el Gráfico 19 se presenta la propuesta de financiamiento que indica el nivel de precios y el porcentaje que se financiaría de la factura. Debe notarse que siempre se vende a precios de mercado y lo que se hace es tener un financiamiento de la factura con una tasa de interés del 1% anual sobre el porcentaje de la factura que se financiaría. Por ejemplo, si el precio del barril es 100 dólares, se pueden pagar 40 dólares por unidad en el momento spot y 60 dólares por unidad serán financiados a 25 años plazo con tasa de interés del 1% anual.

Gráfico 20



PRECIO DEL BARRIL	PORCENTAJE A FINANCIAR (X%)
≥ 15 dólares por barril	5
≥ 20 dólares por barril	10
≥ 22 dólares por barril	15
≥ 24 dólares por barril	20
≥ 30 dólares por barril	25
≥ 40 dólares por barril	30
≥ 50 dólares por barril	40
≥ 80 dólares por barril	50
≥ 100 dólares por barril	60
≥ 150 dólares por barril	70

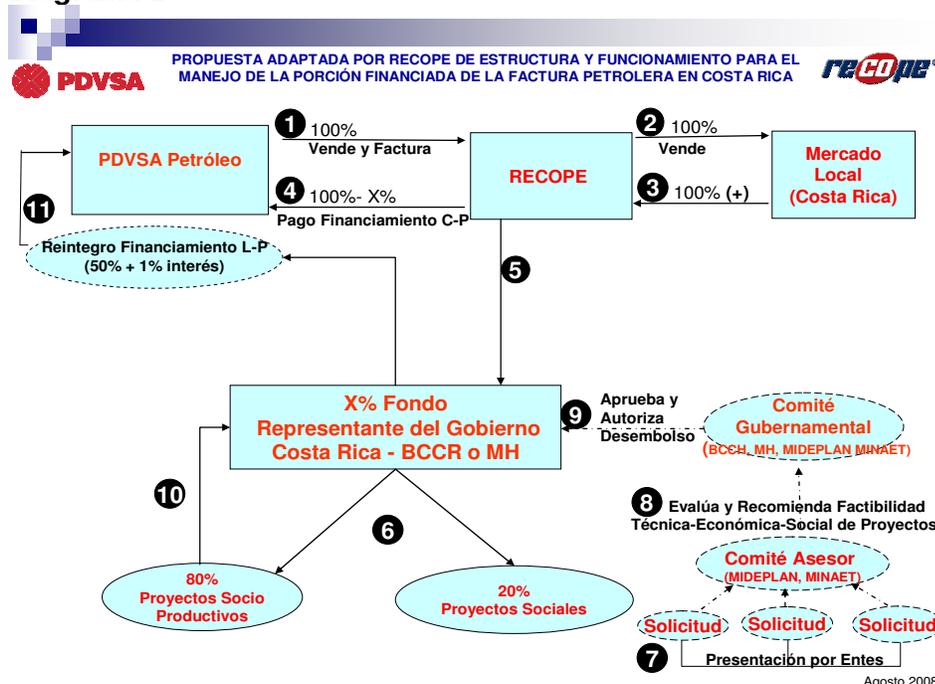
- ❖ Modificación aprobada en la V Cumbre de PETROCARIBE (julio 2008)
- ❖ Posibilidad de cancelar financiamiento con bienes y servicios
- ❖ Para precios mayores de 40\$/bbl: interés 1% y plazo 25 años

Agosto 2008

Fuente: RECOPE. Presidencia

En el Diagrama 2 se presenta el procedimiento de operación del mecanismo de la cooperación, que indica las responsabilidades de los comités conjuntos de administración del mecanismo y la manera en que operará el fondo de cooperación conjunta.

Diagrama 2



Fuente: RECOPE. Presidencia

De esta manera, Pdvsa petróleo s.a. vende a recope crudo / productos en base a precios de referencia del mercado internacional y emite factura por el 100%. RECOPE vende productos en su mercado local y recupera precio de compra al comercializar en su mercado local. Luego paga el 100%- x% del monto de la factura a Pdvsa petróleo a "corto plazo" (máximo 90 días) y luego paga el x% correspondiente de la factura a una institución gubernamental, (bccr / mh) (fiduciario o de administración e inversión) en una institución financiera, a favor de Pdvsa Petróleo, s.a. Este fondo tiene por objeto garantizar a Pdvsa petróleo, s.a. el reintegro del x% correspondiente al pago diferido de la factura, y llevar a cabo proyectos socio - productivos con el 80% del fondo y proyectos sociales con el restante de hasta un 20% del mismo. Los rendimientos que genera la administración del fondo deberán asegurar los pagos del principal, los intereses de los financiamientos de "largo plazo" y los proyectos de interés social.

Se propone al representante del gobierno que designe dos (2) comités para el manejo de las solicitudes de proyectos: Entes de Costa Rica (país miembro) presentan proyectos al comité asesor para su evaluación y recomendación al comité gubernamental. Un comité asesor (MINAET, MIDEPLAN): evalúa factibilidad técnico - económico - social y recomienda al comité gubernamental la aprobación, diferimiento o negativa de financiamiento, mientras que un Comité gubernamental (BCCR, Ministerio de Hacienda, MIDEPLA, MINAET) aprueba y autoriza el financiamiento y comunicará a recope que porcentaje de las facturas será transferido al fondo bajo financiamiento de "largo plazo".

7.2 Modelación econométrica de corto plazo de precios fijos anualizados en la propuesta de Petrocaribe y su efecto inmediato en la economía

De nuevo se utiliza el modelo desarrollado en el Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica: ecuaciones de equilibrio general dinámico estocástico de la economía de Costa Rica. Se asumen simulaciones de diversos precios promedios de un coctel de petróleo con base en el Acuerdo de Petrocaribe y se compara con el desempeño de la economía de Costa Rica en la situación actual (sin ninguna intervención). De esta manera se presenta un escenario de muy corto plazo (intertemporal costo-beneficio). El efecto de un menor precio, dado que hay una fuerte recesión, hace se sea menor el impacto negativo del shock en el ingreso nacional (o la renta nacional causada por esta recesión) en la economía en el muy corto plazo (en el año).

En el Cuadro 6 se presentan los resultados de la aplicación del modelo macroeconómico estocástico de equilibrio general que se utilizó con el Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas para estos efectos de situación. Con la recesión y los precios continuando en los niveles en que están, la producción interanual de la economía iba a disminuir en un 4.27% (sin hacer nada desde el punto de vista de política económica, lo cual no ha sido así), mientras que con Petrocaribe (precios promedio a 50) esta producción disminuye menos, es decir, en 4.20%. El mejor efecto se da vía precios; con la recesión los precios se ubicarían a final del año en 6.23%, mientras que con Petrocaribe se ubicarían en 5.8%. Las tasas de interés pasarían de 12.2% a 12%. No se ha tomado en cuenta el efecto feedback (retroalimentación) en la inversión y la producción. Menores precios y tasas de interés, puede ser un incentivo (depende claro de otros factores) en la inversión. La formación bruta de capital, que en vez de disminuir un 33.3%, sólo lo hace un 33%.

Aunque los efectos parecen pequeños, debemos recordar que cuando una economía está en recesión continua (hacia la baja), es más difícil recuperar ese crecimiento y por tanto, es mejor tratar de minimizar la caída en la producción en el corto plazo (es como una empresa que tiene la planta parada, es mejor, teniéndola produciendo en el muy corto plazo con una escala de planta menor y minimizando las pérdidas, que pararla de un todo, por todo lo que ello implica). Otros escenarios con precios promedios mayores a los US\$75 bbl y menores a los US\$80 bbl también dieron efectos similares al caso presentado en este documento, observándose que se da bajo el supuesto de que es la única política que realizan las autoridades en términos de minimización del impacto de los precios del petróleo y la existencia de un cóctel de productos con un precio promedio trimestral de referencia.

Cuadro 7

Impacto de muy corto plazo en la economía nacional de un precio fijo de combustible según escenario de Acuerdo Petrocaribe para el año 2009 según modelo macroeconómico

Crecimiento Interanual del Producto		
Trim.	Escenario Base	Simulación Precios del Petroleo en \$50
2009 I	-4,80%	-4,78%
2009 II	-2,96%	-3,04%
2009 III	-4,27%	-4,20%

Variación Interanual en el Índice de Precios		
Trim.	Escenario Base	Simulación Precios del Petroleo en \$50
2009 I	12,32%	11,6%
2009 II	8,20%	8,0%
2009 III	6,23%	5,8%

Tasa de Interes al cierre del trimestre		
Trim.	Escenario Base	Simulación Precios del Petroleo en \$50
2009 I	11,8%	11,21%
2009 II	12,0%	11,93%
2009 III	12,2%	12,00%

Varición en la Formación Bruta de Capital		
Trim.	Escenario Base	Simulación Precios del Petroleo en \$50
2009 I	-13,2%	-13,56%
2009 II	-30,0%	-29,00%
2009 III	-33,3%	-33,00%

Fuente: Elaboración con base en los resultados obtenidos del modelo macroeconómico del IICE DE LA universidad de Costa Rica.

Referencias bibliográficas

Alves, D. C.O. and Bueno, R. D. (2003). "Short Run, Long Run and Cross Elasticities of Gasoline Demand in Brazil". *Energy Economics* 25(2): 191-199

Artana, Daniel, Catena, Marcelo, navajas, Fernando (2007). El shock de los precios del petróleo en América Central: implicancias fiscales y energéticas. Fundación de Investigaciones Económicas latinoamericanas (FIEL), Buenos Aires, Argentina. Agosto.

Bentzen, J. (1994). "An Empirical-Analysis of Gasline Demand in Denmakr usin cointegration techniques". *Energy economics* 16(2): 139-143.

BP Statistical Review of World Energy June 2008 (<http://www.bp.com/statisticalreview>)

Burden, R. and Faires, J. (1989). Numerical Analysis. 4 Ed. PWS-KENT Publishing Company.

California Energy Commission (2008). Estimated 2008 Gasoline Price Breakdown & Margnis Details. <http://www.energy.ca.gov/gasoline/margins/index.html>. Download 17/06/2008.

CEPAL (2007). Istmo Centroamericano: Estadísticas de Hidrocarburos. LC/MEX/L.803 Naciones Unidas. Comisión Económica para América Latina. México. 18 de Setiembre de 2007.

Citi (2007). Future Perspectives. PM Energy News & Perspective. Citigroup Global Markets & Equity Research. Citigroup. New York. November 27, 2007.

Citi (2008). Industry Focus. Oil Inventory Watch. Citigroup Global Markets & Equity Research. Citigroup. New York. January 3, 2008.

Corbo, Vittorio (2005). Precio del Petróleo y Política Monetaria. Club Monetario. Banco Central de Chile. Santiago, Chile. 2 de diciembre de 2005.

DeGolyer y McNaughton. Informe sobre el mercado petrolero. Varios Documentos. Disponibles en <http://www.demac.com/>.

Dunne, Timoty, Xiaoyi Mu (2008). "Investment Spikes and Uncertainty in the Petroleum Refining Industry". Disponible en SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1106304>. Federal Reserve of Cleveland & Center for Energy, Petroleum, and Mineral Law and Economics. Unites states. March 1, 2008

Economagic.com: Economic Time Series Page (2006). "Price of West Texas Intermediate Crude: Monthly NSA, Dollars Per Barrel". USA. <Http://www.economagic.com/em-cgi/data.exe/var/west-texas-crude-long>

Fair, Ray. 1984. "Specification, Estimation and Analysis of Macroeconometric Models". Harvard University Press.

Figuroa, Emilio, (2006). El Comportamiento económico del mercado petrolero. Publicado por Ediciones Díaz de Santos, ISBN 8479787392, 9788479787394. 283 páginas

Greene (1997) *Econometric Analysis*. 3 Ed. Prentice Hall.

Hughes, Jhonatan, Knittel Christopher, Sperling, Daniel (2006). Evidence of a shift in the short-run price elasticity of gasoline demand. CSEM WP 159. Center for the Study of Energy Markets. University of California Energy Institute (www.ucei.org). Berkeley, California, EEUU. September.

IEA (2006, 2007, 2008). Informe anual de energía. Disponibles en :www.iea.org

IEA (2007). OIL Market Report. <http://omrpublic.iea.org> Download 17/06/2008.

IICE (2005). Informe de Proyecto Revisión del Modelo Macroeconómico. Documento de Trabajo elaborado por Luis Diego Rojas. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Diciembre, 2005

IICE-RECOPE (2008). Fuente: Conferencia del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica en RECOPE S.A. el 11 de Noviembre del 2008. Trabajo conjunto Presidencia de RECOPE e IICE de la Universidad de Costa Rica. Hotel Villas Tournon, San Jose. Noviembre

James Douglas Hamilton, "Understanding Crude Oil Prices" (June 4, 2008). *University of California Energy Institute. Policy & Economics*. Paper EPE-023. <http://repositories.cdlib.org/ucei/policy/EPE-023>

Noureddine Krichene, Recent Dynamics of Crude Oil Prices (January 2007). IMF Working Paper No. 06/299. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=956763>

Maddala (1996) Introducción a la Econometría 2 Ed., Prentice Hall.

MINAET (2008). Informe de Energía de Costa Rica. Dirección sectorial de Energía. Ministerio de Ambiente, Energías y Telecomunicaciones. Enero.

Nicol, C. J. (2003). "Elasticities of Demand for Gasoline in Canada and the United States". *Energy Economics* 25(2): 201-214.

Noureddine Krichene, 2005. "A Simultaneous Equation Model for World Crude Oil and Natural Gas Markets," *IMF Working Papers* 05/32, International Monetary Fund. [Downloadable!]. <http://ideas.repec.org/n/nep-ene/2005-10-22.html>

OCDE (OCDE, 2004). Informe Anual de la Economía Mundial. www.oecd.org

OPEP (2005, 2007, 2007, 2008). "Boletín Anual Estadístico". www.opec.org

Ramsey, J., Rasche R. and Allen, B. (1975). "An Analysis of the Private and Commercial Demand for Gasoline". *The Review of Economics and Statistics* 57(4): 502-507.

RECOPE (2008). Modificación a la metodología de precios y estudio ordinario de precios 2008ET-153-2008. Presidencia de RECOPE. Documento presentado ante ARESEP. Noviembre del 2008.

RECOPE (2008). Estrategias de Gobierno ante los precios del petróleo. Comisión Interna de Trabajo entre el BCCR, MINAE y RECOPE. RECOPE, Presidencia, Juio del 2008.

RECOPE (2008). Informe de la Presidencia de RECOPE sobre las negociaciones de Petrocaribe. Presidencia de RECOPE, 28 de Agosto del 2008.

RECOPE (2009). Pronósticos de la Demanda de Combustibles para RECOPE 2009-2023. Departamento de Planificación de RECOPE. Febrero del 2009.

RECOPE S.A. (2008) Departamento de Estudios Económicos. Presentación interna de los precios.. Mimeo de distribución interna. San José, Costa Rica.

REPSOL (1999). "Mayor concentración y altos márgenes de refinación. Repsol y las imperfecciones del mercado". Publicado en Revista de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNMSM No 12, 2 época, año 4, junio 1999 pp 37-60.

Saborío (2004). "Modelo Macroeconómico Trimestral para Costa Rica". Informe Final, Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas, UCR.

Schmalensee, R. and Stoker, T. M. (1999). "Household Gasoline Demand in United States". *Econometrica* 67(3): 645-662.

Smith, James (2003). "Inscrutable OPEC? Behavioral Test of the Cartel Hypothesis". Department of Finance. Southern Methodist university. Dallas, TX.

Presented during June 2002 at the Institut Francais du Petrole in Paris and the 25 Annual International Conference of the International Conference of the International Association for Energy Economics in Aberdeen, Scotland.

Ulate, Fernán, Palma R., Carlos, Vargas M. Erlend (2007). Petróleo y la economía costarricense. Mimeo, Proyecto de Investigación, Escuela de Economía de la Universidad de Costa Rica. San José. Octubre.

WEO (2006, 2007 y 2008). Reporte Mundial de Energía World Economic Outlook – WEO-. Disponibles en www.iaee.org

WTRG (2008). Oil Prices. Tomado directamente de: <http://www.wtrg.com/prices.htm>

WTRG (2007). Energy Economics Newsletter. Crude Oil Spot and natural Gas (www.wtrg.com). November

Xiaodong Du and Dermont J. Hayes (2008). "The Impact of Ethanol Production on US and Regional Gasoline Prices and on the Profitability of the US oil Refinery Industry". Working Paper 08-WP 467. Center for Agricultural and Rural Development. Iowa State University. April 2008.

Yong, Marlon (2008). "Panorama del mercado petrolero y perspectivas energéticas en Costa Rica". Mimeo, Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas. Presentación en el Miniauditorio de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica. Lunes 5 de mayo del 2008. San José.

Otras referencias páginas web.

http://www.lainsignia.org/2006/junio/econ_009.htm

Richard Duncan. http://en.scientificcommons.org/richard_p_duncan. P

Richar Duncan (2002). Population and Environment. Cuadro tomado de <http://www.hubbertpeak.com/duncan/>. Mayo del 2002,

Sección de Anexos

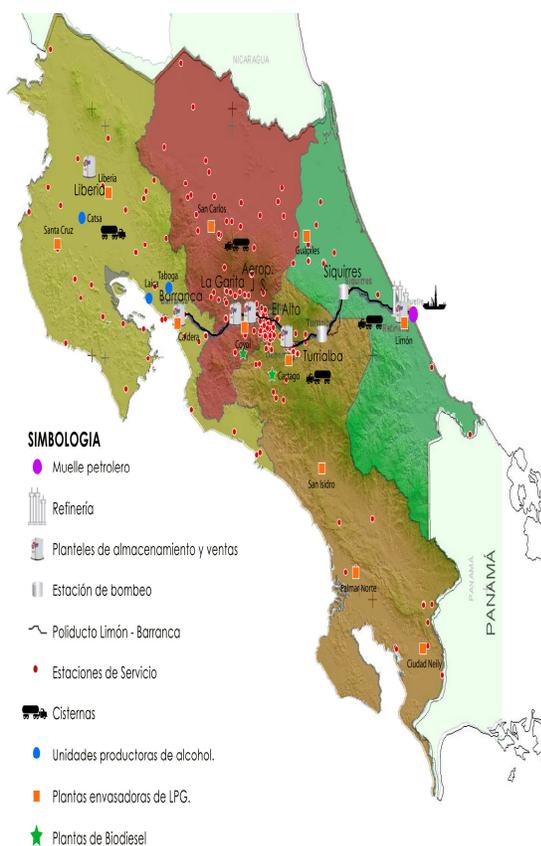
Anexo 1

COSTA RICA: CONSUMO INTERNO DE DERIVADOS DEL PETROLEO

	CONSUMO		Consumo final						Generación eléctrica		
	TOTAL	Subtotal	GLP	Gasolina	Kero/Jet	Diesel	Fuel oil	Otros	Subtotal	Diesel	Fuel oil
Volumen (miles de barriles)											
1990	6 815	6 703	293	1 933	364	2 923	1 077	113	112	102	10
1995	11 508	9 828	458	3 660	679	3 650	1 181	200	1 680	1 449	231
2000	12 950	12 804	852	4 737	780	4 605	1 377	452	146	131	15
2001	12 956	12 739	883	4 981	693	4 716	1 134	332	217	189	28
2002	13 480	13 211	960	5 315	733	5 005	918	280	270	261	9
2003	14 569	14 229	1 016	5 302	888	5 075	1 510	438	340	316	23
2004	15 314	15 056	1 087	5 379	1 208	5 326	1 606	451	258	237	20
2005	15 151	14 639	1 113	5 265	1 468	5 581	1 002	211	511	481	31
2006	16 776	15 696	1 137	5 286	1 447	6 505	1 134	186	1 080	1 036	45
2007	17 656	16 302	1 237	5 538	1 390	6 607	1 182	349	1 354	1 293	62
Tasas de crecimiento anual (%)											
1990 - 1995	11.0	8.0	9.3	13.6	13.3	4.5	1.9	12.1	71.9	70.1	86.7
1995 - 2000	2.4	5.4	13.2	5.3	2.8	4.8	3.1	17.7	-38.6	-38.2	-41.8
2000 - 2005	3.2	2.7	5.5	2.1	13.5	3.9	-6.2	-14.2	28.4	29.7	14.6
2004 - 2005	-1.1	-2.8	2.4	-2.1	21.5	4.8	-37.6	-53.3	98.4	102.6	50.2
2005 - 2006	10.7	7.2	2.2	0.4	-1.4	16.6	13.2	-11.7	111.2	115.4	45.9
2006 - 2007	5.2	3.9	8.8	4.8	-3.9	1.6	4.2	87.5	25.4	24.8	38.4

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

Anexo 2 Sistema Nacional de Combustible



SIMBOLOGIA

- Muelle petrolero
- Refinería
- Planteles de almacenamiento y ventas
- Estación de bombeo
- Poliducto Limón - Barranca
- Estaciones de Servicio
- Cisternas
- Unidades productoras de alcohol.
- Plantas envasadoras de LPG.
- ★ Plantas de Biodiesel

Provincia	Estaciones de servicio	%
SAN JOSÉ	105	30,52%
ALAJUELA	73	21,22%
PUNTARENAS	53	15,41%
GUANACASTE	30	8,72%
LIMÓN	29	8,43%
CARTAGO	27	7,85%
HEREDIA	27	7,85%
TOTAL	344	100,00%

Plantas envasadoras de GLP	9
Plantel de almacenamiento y envasado de GLP	2
Unidades productoras de alcohol y biodiesel	5

Unidades: destilación atmosférica, hidrotretamiento y reformado de naftas, hidrotretamiento de keroseno, viscorreductora y destilación al vacío.

Planteles de distribución

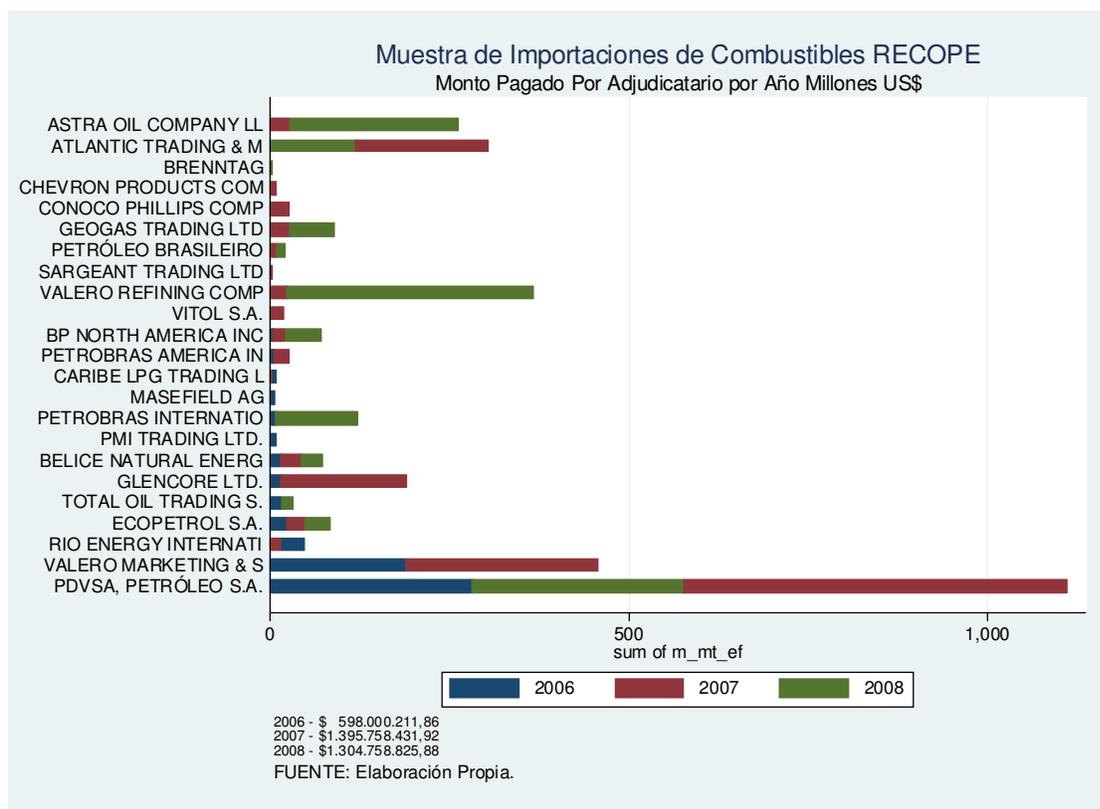
- Moín: 335.789,54 m³
- El Alto: 83.745,20 m³
- La Garita: 55.197,56 m³
- Barranca: 22.187,00 m³

Sistema de poliducto

- Longitud: 550 km. de tubería
- Estaciones de bombeo: Moín, Siquirres y Turrialba, El Alto y La Garita.

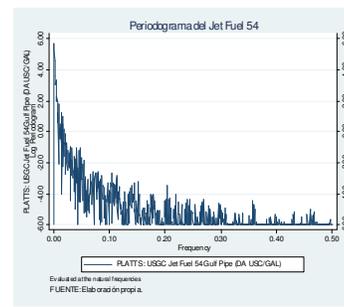
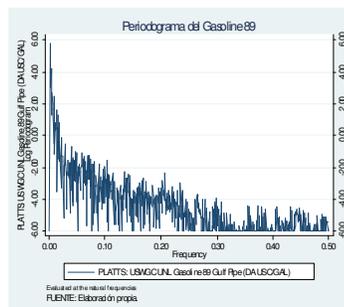
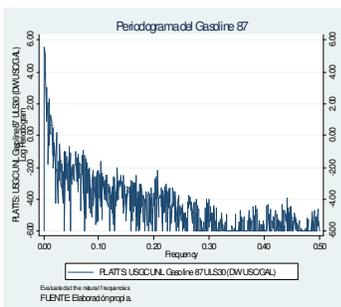
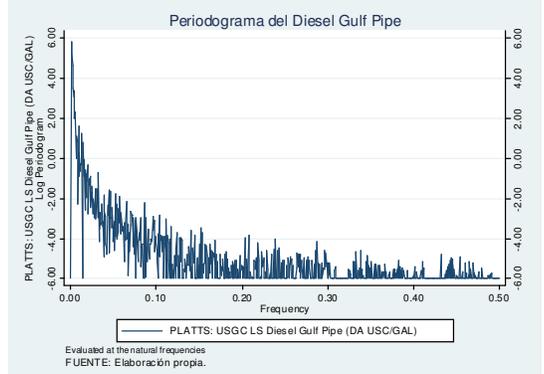
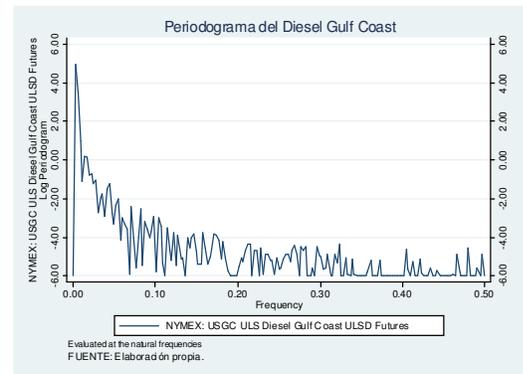
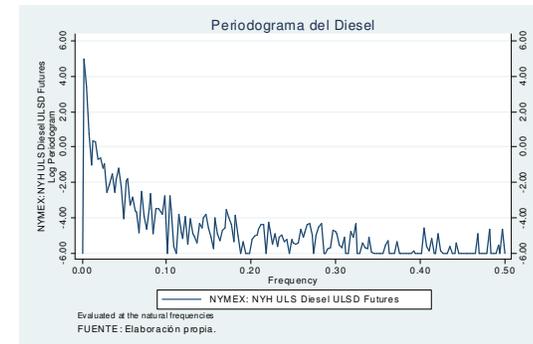
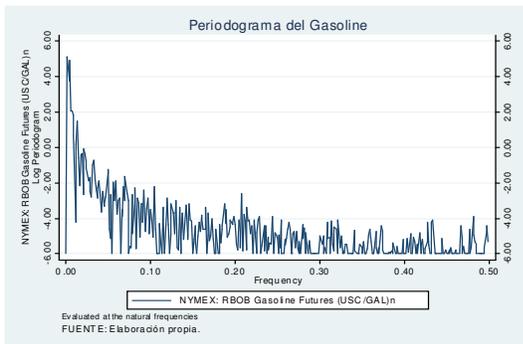
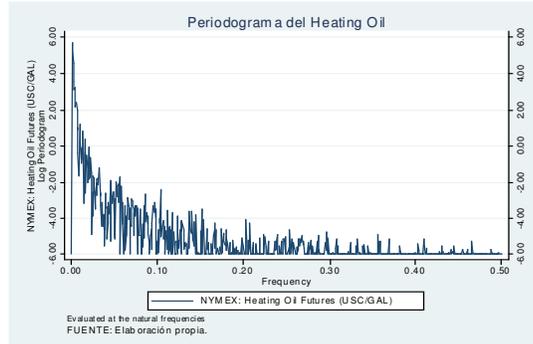
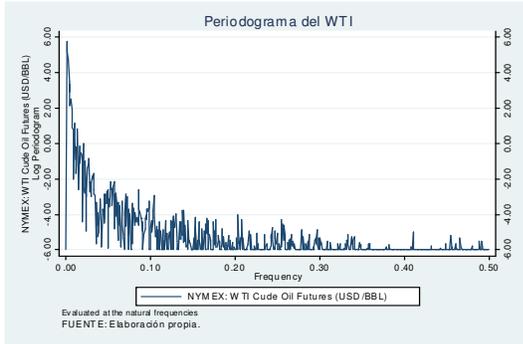
Fuente: RECOPE (www.recope.go.cr)

Anexo 3



Fuente: Conferencia del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica en RECOPE S.A. el 11 de Noviembre del 2008.

Anexo 4 Periodogramas de las series de los precios de hidrocarburos en el período 2002-2008



Fuente: Conferencia del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica en RECOPE S.A. el 11 de Noviembre del 2008.

Anexo 5

Estimaciones de Valor en Riesgo para índices petroleros siguiendo distribuciones normales y de colas

Cuál es la probabilidad de una pérdida de una inversión de US\$100 o de US\$100 millones que se podría esperar, asumiendo estos precios como señales de rendimientos?

CASO 1: WTI (todo el período, asumiendo distribución normal)

C o f i d e n c e :	5 %	
I n v e s t m e n t :	1 0 0	
	R e t u r n , m o n t	
P r o m e d i o d e l o s r e n d i m i e n t o s d i a r i o s	0 . 0 8 2 7 %	
D e s v i a c i ó n s t a n d a r t	2 . 2 7 0 %	
Q u a n t i l e , d a i l y	- 3 . 6 5 1 %	
Q u a n t i l e , r e l a t i v e t o m e a n :	3 . 7 3 3 6 %	
V a R :	3 . 7 3 4	

CASO 2: WTI (2004-2008, distribución normal)

C o f i d e n c e :	5 %	
I n v e s t m e n t :	1 0 0	
	R e t u r n , m o n t	
P r o m e d i o d e l o s r e n d i m i e n t o s d i a r i o s	0 . 0 7 8 0 %	
D e s v i a c i ó n s t a n d a r t	2 . 2 3 3 %	
Q u a n t i l e , d a i l y	- 3 . 5 9 4 %	
Q u a n t i l e , r e l a t i v e t o m e a n :	3 . 6 7 2 3 %	
V a R :	3 . 6 7 2	

CASO 7: WTI (simulación histórica, met. Varianza)

28-10-2002 until 24-10-2008

Assume Initial Investment US\$100	
Average	0.057%
standart dev	0.0227329647
quantile 5%	-0.036823356
Var 5%, 100US\$	3.68233556
quantile 0.5%	-0.057987193
Var 0,5%, 100US\$	5.798719276
size sample (n)	1502
1/n	0.000665779
quantile, 1/n	-0.072383086
Var 1/n, 100US\$	7.238308639
1/2n	0.000332889
quantile, 1/2n	-0.076797984
Var 1/2n, 100US\$	7.679798389

Basic stadistics

Observations	1502
Average return	0.057%
Standart deviation	0.02273
Maximum return	14.546%
Minimun return	-12.595%
Skewness	-0.252909088
Kurtosis	2.815414695

CASO 9: WTI (Heavy tails, distribuciones reales)

VALUE AT RISK, HEAVY TAILS CON DISTRIBUCION REAL
DE LA SERIE USANDO DISTRIBUCION HILL
EVENTO PROB. DE PERDIDA MAS REAL

PARAMETROS DIST. HILL (RESUMEN)

N (muestra)	705	$\ln X(K)=$	-3.61809
K (simulación)	150	$X(k)$	0.026834
1/alfa:	0.368534		
alfa:	2.713456		
Initial investment US\$100			

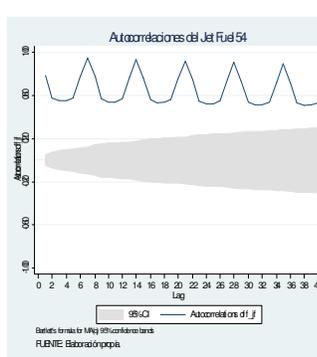
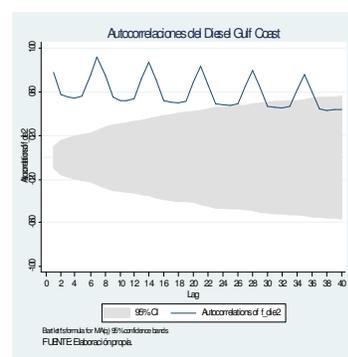
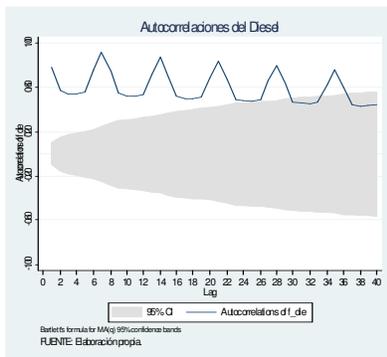
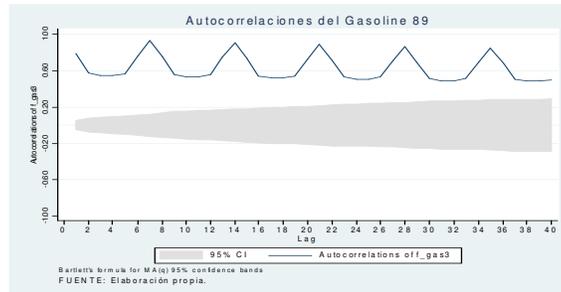
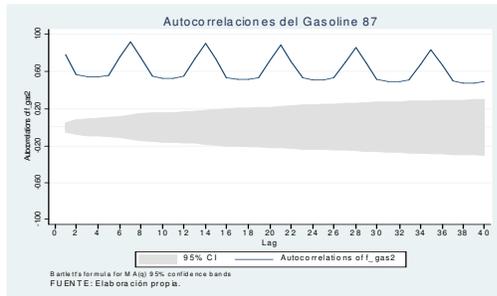
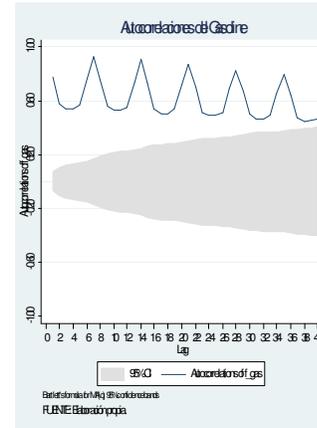
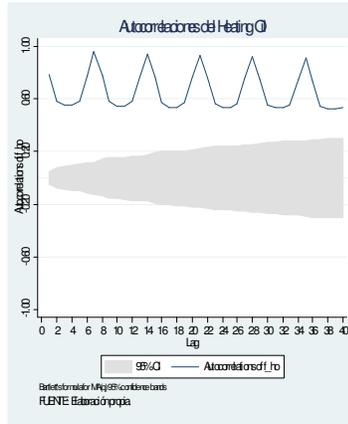
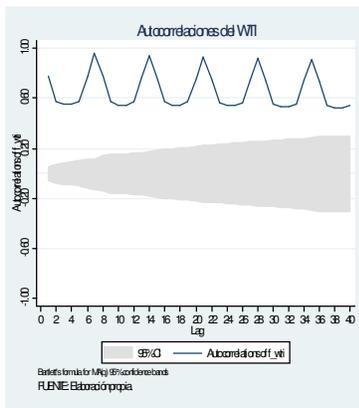
GRADO DE SIGNIFICANCIA	5%	0.50%	1/muestra
p:	0.05	0.005	0.001418

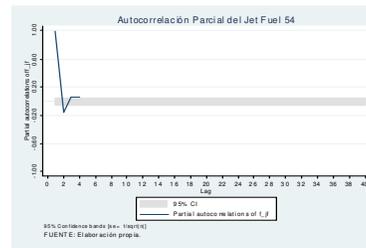
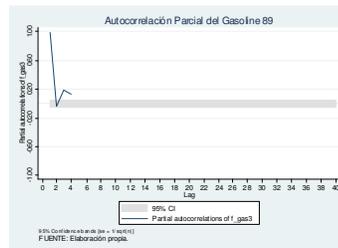
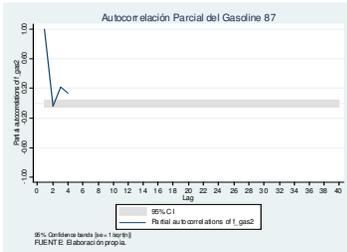
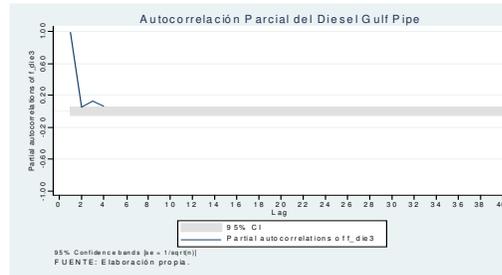
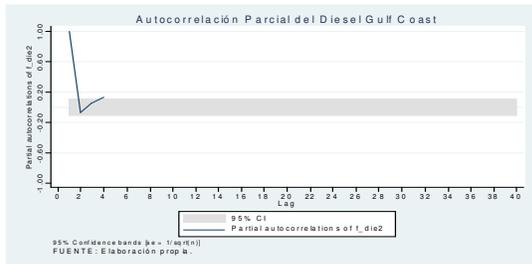
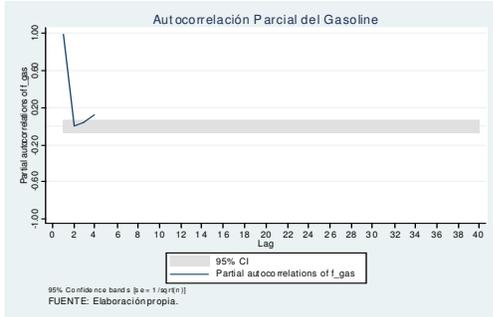
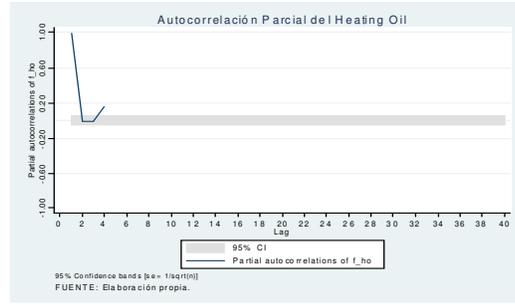
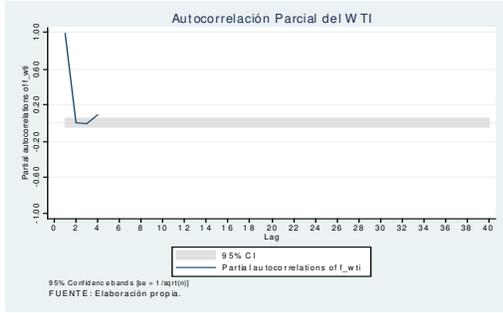
RESULTADOS

VALUE AT RISK	4.575808	10.69059	17.0078
---------------	----------	----------	---------

Fuente: Conferencia del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica en RECOPE S.A. el 11 de Noviembre del 2008.

Anexo 6 Coeficientes de Autocorrelación serial y parcial para las series de precios de hidrocarburos

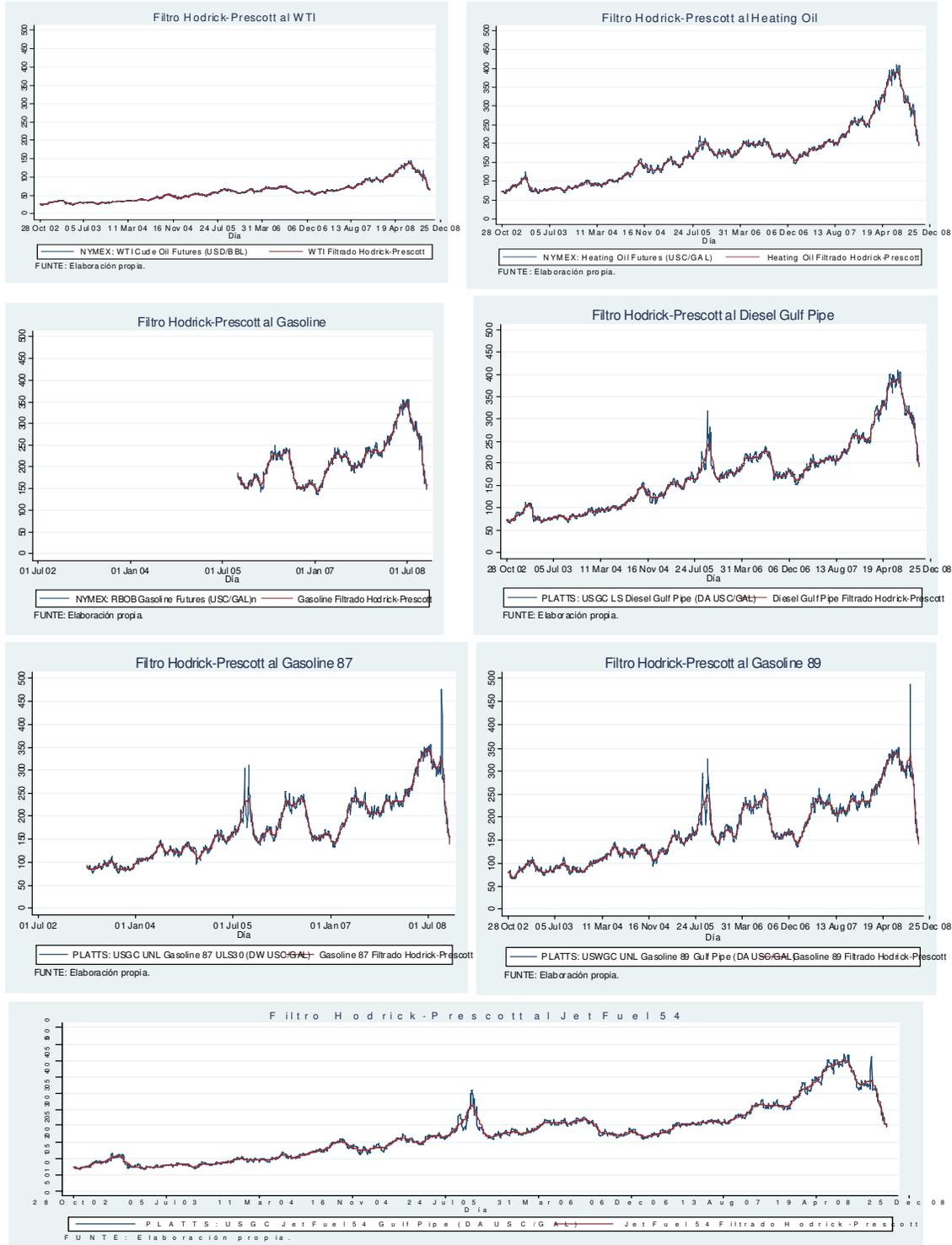




Fuente: Conferencia del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica en RECOPE S.A. el 11 de Noviembre del 2008.

Anexo 7

Predicción de muy corto plazo de los precios del petróleo utilizando el Filtro Hodrick-Prescott



Fuente: Conferencia del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica en RECOPE S.A. el 11 de Noviembre del 2008.

Anexo 8

Datos, ecuaciones e identidades del modelo de equilibrio general de simulación de escenarios de los efectos en la economía de los precios del petróleo y de la recesión de los Estados Unidos.

Fuente de Datos:

Banco Central de Costa Rica , Reserva Federal de St. Louis; US Department of Labor; US Department of Commerce; Precios internacionales combustibles (Bloomberg); Precios consumidor petróleo (RECOPE); Datos en términos reales y trimestrales desde -1991-I hasta 2008-IV. Simulación caso real en 2008 versus simulación escenarios

Ecuaciones

$LOG(CO)=A(1)*LOG(INGDISP(-1))+A(2)+A(3)*LOG(INGDISP)+A(4)*d4+A(5)*i(-1)+[AR(4)=A(6)]$

Consumo=F(Ingreso Disponible, Interés, Dummy 4 trimestre)

$LOG(X)=S(1)+S(2)*devreal+S(3)*log(pib^*)+S(4)*r(-1)+[AR(1)=S(5)]$

Exportaciones=F(Devaluacion real, PIB USA, Tasa real)

$FBK=B(1)*PIB(-1)+B(2)*r(-1)+B(3)*d1+B(4)*d44+B(5)*EXO+[AR(1)=B(6)]$

FBK=F(PIB, tasa real, precios petróleo)

$LOG(M)=F(1)*log(ipce/ipc)+F(2)*LOG(indisp)+F(3)*log(pp)+F(4)*exo$

Importaciones= F(Precio externo/Precio Interno, Ingreso Disponible, Precio del petróleo)

$LOG(M1c)=H(1)*LOG(M1c(-1))+H(2)*LOG(co)+H(3)*i+H(4)*log(ipc)$

Medio Circulante=F(Rezago, Consumo, Tasa interés, IPC)

$i=E(1)+E(2)*M1c(-1)/ipc(-1)+E(3)*dev+E(4)*ie+E(5)*i(-1)+[AR(4)=E(6)]$

Tasa de interés=F(Medio circulante real, Dev, Tasa externa, rezago)

$IPC=v(1)*pp+v(2)*w+v(3)*pib+V(4)*exo(-1)+[AR(2)=V(5)]$

Precio= F(Precios Petróleo, Salarios, PIB)

Identidades del Modelo

$$\text{PIB} = \text{CO} + \text{FBK} + \text{G} + \text{X} - \text{M}$$

PIB es igual a la suma de Consumo Privado mas la Formacion Bruta del Capital mas el Gasto Gubernamental mas las Exportaciones menos las Importaciones

$$\text{PIBD} = \text{PIB} / \text{TC}$$

El PIB en dolares es igual al PIB entre Tipo de Cambio

$$\text{INDISP} = \text{PIB} - \text{IG} + \text{GT}$$

El Ingreso Disponible es igual al PIB menos Ingresos del Gobierno mas Transferencias del Gobierno

$$\text{PR} = \text{I} - \text{DEV} - \text{IE}$$

El Premio por Riesgo es igual a la tasa de interes nominal menos la devaluacion menos la tasa de interes externa

$$\text{TC} = \text{TC}(-1) * (1 + \text{DEV} / 100)$$

El Tipo de Cambio es igual al Tipo de Cambio rezagado un periodo por su tasa de Devaluacion

$$\text{DIE} = \text{IE} - \text{INE}$$

La tasa de interes real externa es igual a la tasa de interes nominal externa menos la inflacion externa

$$\text{IN} = (\text{IPC} - \text{IPC}(-1)) * 100 / \text{IPC}(-1)$$

La inflacion es igual a la tasa de crecimiento del Indice de Precios al Consumidor

$$\text{INA} = (\text{IPC} - \text{IPC}(-4)) * 100 / \text{IPC}(-4)$$

Inflacion anualizada

$$\text{R} = \text{I} - \text{IN}$$

La tasa de interes real interna es igual a la tasa de interes nominal menos la inflacion

Anexo 9

Estimaciones del primer escenario del impacto de los precios del petróleo en la economía nacional

System: MODELO1

Estimation Method: Three-Stage Least Squares

Date: 11/11/08 Time: 02:05

Sample: 6 69

Included observations: 68

Total system (unbalanced) observations 446

Iterate coefficients after one-step weighting matrix

Convergence achieved after: 1 weight matrix, 24 total cc

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
A(1)	0.201018	0.075535	2.661275	0.0081
A(2)	4.888228	0.460857	10.60682	0
A(3)	0.392628	0.08094	4.850886	0
A(4)	0.13186	0.016028	8.226652	0
A(5)	-0.00144	0.000442	-3.2596	0.0012
A(6)	0.703868	0.055262	12.737	0
B(1)	0.536135	0.067587	7.932499	0
B(2)	0.112994	0.017095	6.609826	0
B(3)	-772.339	211.6733	-3.64873	0.0003
B(4)	11186.98	1967.416	5.68613	0
B(5)	-19496.6	6343.103	-3.07367	0.0023
B(6)	43438.34	10128.12	4.288883	0
B(7)	-0.26067	0.093337	-2.79275	0.0055
S(1)	-14.8216	1.931973	-7.67174	0
S(2)	0.029937	0.00515	5.813374	0
S(3)	2.984055	0.213848	13.95411	0
S(4)	0.007588	0.00343	2.211961	0.0275
S(5)	0.684402	0.087169	7.851432	0
F(1)	-0.15327	0.030816	-4.97358	0
F(2)	0.607896	0.081555	7.453805	0
F(3)	0.374291	0.085661	4.369435	0
F(4)	-0.00451	0.001852	-2.43259	0.0154
F(5)	-0.08651	0.023304	-3.71213	0.0002
H(1)	0.539047	0.0546	9.872744	0
H(2)	0.438498	0.05176	8.471681	0
H(3)	-0.00921	0.001835	-5.02054	0
H(4)	0.480776	0.05823	8.256513	0
E(1)	4.554466	2.41846	1.883209	0.0604
E(2)	-1.71E-05	1.52E-05	-1.11952	0.2636
E(3)	1.647539	0.217362	7.579703	0
E(4)	0.329756	0.154184	2.138716	0.0331
E(5)	0.560907	0.066671	8.413071	0
E(6)	0.360588	0.10354	3.482612	0.0006
V(1)	0.002996	0.000897	3.338716	0.0009
V(2)	0.472693	0.085139	5.552042	0
V(3)	3.14E-07	3.63E-07	0.864572	0.3878
V(4)	1.05122	0.003882	270.804	0

Equation: $\text{LOG}(\text{CO})=A(1)*\text{LOG}(\text{INDISP}(-1))+A(2)+A(3)*\text{LOG}(\text{INDISP}+A(4)*D4+A(5)*I(-1)+[AR(4)=A(6)]$

Instruments: C PIB(-1) GT(-1) IG(-1) GT IG D4 I(-1) FBK(-1) INA(-1) D1 D36 D56 DEV INE PIBE M(-1) PP M1C(-1) IPC(-1) IE W W(-1)

Observations: 64

R-squared 0.991658 Mean dependent var 12.39969

Adjusted R 0.990939 S.D. dependent var 0.172489

S.E. of reg 0.016419 Sum squared resid 0.015636

Durbin-Wa 0.768649

Equation: $\text{FBK}=B(1)*\text{FBK}(-1)+B(2)*\text{PIB}(-1)+B(3)*I(-1)-\text{INA}(-1)+B(4)*D1+B(5)*D36+B(6)*D44+[AR(1)=B(7)]$

Instruments: C PIB(-1) GT(-1) IG(-1) GT IG D4 I(-1) FBK(-1) INA(-1) D1 D36 D56 DEV INE PIBE M(-1) PP M1C(-1) IPC(-1) IE W W(-1)

Observations: 63

R-squared 0.870979 Mean dependent var 80650.8

Adjusted R 0.857156 S.D. dependent var 28358.93

S.E. of reg 10718.19 Sum squared resid 6.43E+09

Durbin-Wa 2.160629

Equation: $\text{LOG}(X)=S(1)+S(2)*(DEV+INE-IN)+S(3)*\text{LOG}(\text{PIBE})+S(4)*I(-1)-\text{INA}(-1)+[AR(1)=S(5)]$

Instruments: C PIB(-1) GT(-1) IG(-1) GT IG D4 I(-1) FBK(-1) INA(-1) D1 D36 D56 DEV INE PIBE M(-1) PP M1C(-1) IPC(-1) IE W W(-1)

Observations: 63

R-squared 0.972282 Mean dependent var 12.00473

Adjusted R 0.97037 S.D. dependent var 0.380104

S.E. of reg 0.065428 Sum squared resid 0.24829

Durbin-Wa 2.084865

Equation: $\text{LOG}(M)=F(1)*\text{LOG}(\text{IPCE}/\text{IPC})+F(2)*\text{LOG}(\text{INDISP})+F(3)*\text{LOG}(M(-1))+F(4)*I(-1)-\text{INA}(-1)+F(5)*\text{LOG}(\text{PP})$

Instruments: C PIB(-1) GT(-1) IG(-1) GT IG D4 I(-1) FBK(-1) INA(-1) D1 D36 D56 DEV INE PIBE M(-1) PP M1C(-1) IPC(-1) IE W W(-1)

Observations: 64

R-squared 0.952863 Mean dependent var 12.06216

Adjusted R 0.949667 S.D. dependent var 0.297543

S.E. of reg 0.066753 Sum squared resid 0.262906

Durbin-Wa 2.301519

Equation: $\text{LOG}(M1C)=H(1)*\text{LOG}(M1C(-1))+H(2)*\text{LOG}(\text{CO})+H(3)*I+H(4)*\text{LOG}(\text{IPC})$

Instruments: C PIB(-1) GT(-1) IG(-1) GT IG D4 I(-1) FBK(-1) INA(-1) D1 D36 D56 DEV INE PIBE M(-1) PP M1C(-1) IPC(-1) IE W W(-1)

Observations: 64

R-squared 0.996371 Mean dependent var 12.70621

Adjusted R 0.99619 S.D. dependent var 0.798517

S.E. of reg 0.04929 Sum squared resid 0.145773

Durbin-Wa 1.442012

Equation: $I=E(1)+E(2)*M1C(-1)/IPC(-1)+E(3)*DEV+E(4)*IE+E(5)*I(-1)+[AR(4)=E(6)]$

Instruments: C PIB(-1) GT(-1) IG(-1) GT IG D4 I(-1) FBK(-1) INA(-1) D1 D36 D56 DEV INE PIBE M(-1) PP M1C(-1) IPC(-1) IE W W(-1)

Observations: 64

R-squared 0.919582 Mean dependent var 18.33531

Adjusted R 0.912649 S.D. dependent var 5.734652

S.E. of reg 1.694885 Sum squared resid 166.6128

Durbin-Wa 1.246059

Equation: $\text{IPC}=V(1)*PP+V(2)*W+V(3)*\text{PIB}+[AR(2)=V(4)]$

Instruments: C PIB(-1) GT(-1) IG(-1) GT IG D4 I(-1) FBK(-1) INA(-1) D1 D36 D56 DEV INE PIBE M(-1) PP M1C(-1) IPC(-1) IE W W(-1)

Observations: 64

R-squared 0.99947 Mean dependent var 4.098683

Adjusted R 0.99944 S.D. dependent var 2.058076

S.E. of reg 0.04855 Sum squared resid 0.141428

Durbin-Wa 1.209922

Fuente: Conferencia del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica en RECOPE S.A. el 11 de Noviembre del 2008

Anexo 10

Estimaciones del primer escenario del impacto de los precios del petróleo en la economía nacional

System: MODELO1
 Estimation Method: Three-Stage Least Squares
 Date: 11/11/08 Time: 02:20
 Sample: 6 69
 Included observations: 68
 Total system (unbalanced) observations 446
 Iterate coefficients after one-step weighting matrix
 Convergence achieved after: 1 weight matrix, 24 total cc

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
A(1)	0.2006	0.075488	2.657388	0.0082
A(2)	4.889598	0.458842	10.65638	0
A(3)	0.392918	0.080917	4.855784	0
A(4)	0.132237	0.016032	8.248509	0
A(5)	-0.00143	0.000442	-3.23848	0.0013
A(6)	0.703607	0.055004	12.78346	0
B(1)	0.535905	0.067564	7.93186	0
B(2)	0.113042	0.017083	6.617116	0
B(3)	-768.63	211.3984	-3.63593	0.0003
B(4)	11096.01	1968.095	5.637946	0
B(5)	-19673.9	6346.445	-3.09998	0.0021
B(6)	43482.75	10141.72	4.287512	0
B(7)	-0.26164	0.093486	-2.79869	0.0054
S(1)	-15.3232	2.156784	-7.10465	0
S(2)	0.030875	0.005077	6.081848	0
S(3)	3.040049	0.238834	12.72871	0
S(4)	0.007678	0.003447	2.227551	0.0265
S(5)	0.707871	0.086528	8.180803	0
F(1)	-0.1525	0.031055	-4.91074	0
F(2)	0.606318	0.081704	7.420899	0
F(3)	0.375882	0.085786	4.381602	0
F(4)	-0.00449	0.001855	-2.4188	0.016
F(5)	-0.08606	0.023517	-3.6593	0.0003
H(1)	0.536527	0.05455	9.835591	0
H(2)	0.440818	0.051715	8.524004	0
H(3)	-0.00923	0.001832	-5.03803	0
H(4)	0.483489	0.058186	8.309385	0
E(1)	4.554546	2.415483	1.885563	0.0601
E(2)	-1.71E-05	1.52E-05	-1.12375	0.2618
E(3)	1.647035	0.217256	7.58107	0
E(4)	0.330273	0.154134	2.142775	0.0327
E(5)	0.561052	0.066687	8.413255	0
E(6)	0.360713	0.103532	3.484089	0.0005
V(1)	0.002937	0.000897	3.273803	0.0012
V(2)	0.472423	0.08509	5.552033	0
V(3)	3.09E-07	3.63E-07	0.852887	0.3942
V(4)	1.051268	0.00387	271.6193	0

Equation: LOG(CO)=A(1)*LOG(INDISP(-1))+A(2)+A(3)*LOG(INDISP)+A(4)*D4+A(5)*I(-1)+[AR(4)=A(6)]
 Instruments: C PIB(-1) GT(-1) IG(-1) GT IG D4 I(-1) FBK(-1) INA(-1) D1 D36 D56 DEV INE PIBE M(-1) PP M1C(-1) IPC(-1) IE W W(-1)
 Observations: 64
 R-squared 0.991654 Mean dependent var 12.39969
 Adjusted R 0.990935 S.D. dependent var 0.172489
 S.E. of reg 0.016423 Sum squared resid 0.015643
 Durbin-Wa 0.770782

Equation: FBK=B(1)*FBK(-1)+B(2)*PIB(-1)+B(3)*I(-1)-INA(-1)+B(4)*D1+B(5)*D36+B(6)*D44+[AR(1)=B(7)]
 Instruments: C PIB(-1) GT(-1) IG(-1) GT IG D4 I(-1) FBK(-1) INA(-1) D1 D36 D56 DEV INE PIBE M(-1) PP M1C(-1) IPC(-1) IE W W(-1)
 Observations: 63
 R-squared 0.871138 Mean dependent var 80650.8
 Adjusted R 0.857331 S.D. dependent var 28358.93
 S.E. of reg 10711.6 Sum squared resid 6.43E+09
 Durbin-Wa 2.15796

Equation: LOG(X)=S(1)+S(2)*(DEV+INE-INE)+S(3)*LOG(PIBE)+S(4)*I(-1)-INA(-1)+[AR(1)=S(5)]
 Instruments: C PIB(-1) GT(-1) IG(-1) GT IG D4 I(-1) FBK(-1) INA(-1) D1 D36 D56 DEV INE PIBE M(-1) PP M1C(-1) IPC(-1) IE W W(-1)
 Observations: 63
 R-squared 0.97202 Mean dependent var 12.00473
 Adjusted R 0.97009 S.D. dependent var 0.380104
 S.E. of reg 0.065737 Sum squared resid 0.250636
 Durbin-Wa 2.111296

Equation: LOG(M)=F(1)*LOG(IPCE/IPC)+F(2)*LOG(INDISP)+F(3)*LOG(M(-1))+F(4)*I(-1)-INA(-1)+F(5)*LOG(PP)
 Instruments: C PIB(-1) GT(-1) IG(-1) GT IG D4 I(-1) FBK(-1) INA(-1) D1 D36 D56 DEV INE PIBE M(-1) PP M1C(-1) IPC(-1) IE W W(-1)
 Observations: 64
 R-squared 0.952845 Mean dependent var 12.06216
 Adjusted R 0.949648 S.D. dependent var 0.297543
 S.E. of reg 0.066766 Sum squared resid 0.263007
 Durbin-Wa 2.305203

Equation: LOG(M1C)=H(1)*LOG(M1C(-1))+H(2)*LOG(CO)+H(3)*I(-1)+H(4)*LOG(IPC)
 Instruments: C PIB(-1) GT(-1) IG(-1) GT IG D4 I(-1) FBK(-1) INA(-1) D1 D36 D56 DEV INE PIBE M(-1) PP M1C(-1) IPC(-1) IE W W(-1)
 Observations: 64
 R-squared 0.996364 Mean dependent var 12.70621
 Adjusted R 0.996182 S.D. dependent var 0.798517
 S.E. of reg 0.049338 Sum squared resid 0.146057
 Durbin-Wa 1.432915

Equation: I=E(1)+E(2)*M1C(-1)/IPC(-1)+E(3)*DEV+E(4)*IE+E(5)*I(-1)+[AR(4)=E(6)]
 Instruments: C PIB(-1) GT(-1) IG(-1) GT IG D4 I(-1) FBK(-1) INA(-1) D1 D36 D56 DEV INE PIBE M(-1) PP M1C(-1) IPC(-1) IE W W(-1)
 Observations: 64
 R-squared 0.91958 Mean dependent var 18.33531
 Adjusted R 0.912648 S.D. dependent var 5.734652
 S.E. of reg 1.694901 Sum squared resid 166.6159
 Durbin-Wa 1.245986

Equation: IPC=V(1)*PP+V(2)*W+V(3)*PIB+[AR(2)=V(4)]
 Instruments: C PIB(-1) GT(-1) IG(-1) GT IG D4 I(-1) FBK(-1) INA(-1) D1 D36 D56 DEV INE PIBE M(-1) PP M1C(-1) IPC(-1) IE W W(-1)
 Observations: 64
 R-squared 0.99947 Mean dependent var 4.098683
 Adjusted R 0.999444 S.D. dependent var 2.058076
 S.E. of reg 0.048545 Sum squared resid 0.141398
 Durbin-Wa 1.208075

Fuente: Conferencia del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica en RECOPE S.A. el 11 de Noviembre del 2008

APENDICE SOBRE EL MODELO MACROECONOMETRICO UTILIZADO DEL IICE²⁵

I. Introducción

La economía como ciencia tiene su sustento en las observaciones que se realizan. De ahí es de interés tratar de falsar utilizando los datos, las diferentes teorías para aproximarse a las relaciones más adecuadas. Se supone que lo importante en el debate racional es que las diferentes posturas estén abiertas a la crítica, de manera que esta y la evidencia se convierta en el motor del progreso, eliminando de la consideración las falsas teorías y dejando sólo las mejores teorías provisorias.

Con esto, la actitud científica nos llevaría a establecer una búsqueda constante de contra-ejemplos que puedan mostrar las falsedades de nuestras teorías con el fin de detectar errores en las mismas y así avanzar en la búsqueda de la verdad. Además si suponemos que el ser humano por medio de la racionalidad puede (solamente) aproximarse a esta verdad, es decir, puede avanzar en su comprensión de la realidad pero nunca demostrar absolutamente una teoría, tendríamos que el conocimiento humano es ante todo conjetural y es a través del ensayo y error que podemos acercarnos progresivamente al entendimiento de la realidad.

Si creemos lo anterior, se hace imprescindible un contraste constante entre teoría y observaciones para acercarnos al comportamiento de una economía. Es decir, junto al quehacer teórico se hace necesario el estimar las relaciones propuestas a nivel empírico con el propósito de evaluarlas, y así rechazar algunas propuestas y plantear nuevas hipótesis.

Es por lo anterior que se plantea no abandonar el trabajo empírico a nivel macroeconómico que se ha realizado; con el objetivo de ir aumentando el conocimiento que se tiene de las relaciones macroeconómicas más relevantes en Costa Rica.

Así en el presente trabajo proponemos proseguir en la elaboración de un modelo econométrico que nos ayude a contrastar hipótesis sobre el comportamiento de la economía costarricense.

Recientemente se elaboró un modelo que representa una primera aproximación al contraste propuesto, pero este debe ser constantemente revisado y replanteado según nuevos resultados sean adquiridos, con el propósito de aproximarnos más al comportamiento real y contemporáneo.

Por lo anterior en este informe se presenta una actualización del modelo econométrico desarrollado por Saborío (2004). Una vez actualizado dicho modelo se proponen diversas modificaciones y los resultados son comparados. Entre las principales modificaciones podemos destacar la eliminación de las variables dicotómicas del modelo por una especificación mucho más dinámica. Pero el resultado que se obtiene es que el ajuste del modelo dentro de la muestra cae.

A la vez se incorpora una nueva ecuación para la tasa de interés y una ecuación para los precios que tome en cuenta consideraciones de oferta. Específicamente el precio de la mano de obra (salarios) y el precio del petróleo. Por último se inicia con el desarrollo de un modelo VAR con las diferentes variables utilizadas en el segundo modelo.

Los dos primeros modelos estructurales, respaldan relaciones planteadas por la teoría económica, como la dependencia del consumo del ingreso disponible, la relación entre las exportaciones netas y los precios internos, así como la relación del medio circulante con la tasa de interés y el nivel de producción.

El resto del trabajo se divide en siete partes. En la primera parte, se presentan brevemente los datos utilizados, mientras que en una segunda parte se vuelve a estimar el modelo de Saborío (2004) para el período que va desde el tercer trimestre de 1992 hasta el segundo trimestre del 2005.

En una tercera parte se estima un nuevo modelo, el cual se diferencia principalmente del modelo anterior en el menor uso de variables dicótomas y más variables rezagadas. El resultado que se obtiene de este cambio es un menor ajuste dentro de la muestra, pero un mejor ajuste para observaciones fuera de la muestra. Además, este segundo modelo se simplifica incorporando solo una ecuación para las exportaciones totales (en lugar de dividir las en bienes y servicios) y elimina la ecuación para las reservas monetarias. Por otra parte, la devaluación pasa a ser una variable exógena mientras que la tasa de interés pasa a ser endógena.

En una cuarta parte se muestra el ajuste de ambos modelos dentro de la muestra y luego se presenta una estimación realizada con ambos modelos. La siguiente parte presenta un primer avance de un modelo VAR utilizando las diferentes variables utilizadas en el segundo modelo. Debe notarse que esta parte es una primera aproximación y no un resultado definitivo ya que faltan varias pruebas por realizarse. La última sección concluye.

II. Los Datos

La fuente principal de información es el Banco Central de Costa Rica y los datos han sido obtenidos de su página web. Para las variables internacionales las principales fuentes han sido la Reserva Federal de St. Louis, US Department of Labor (Bureau of Labor Statistics) y US Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis. En el Anexo 1 se presentan todas las variables utilizadas con su respectiva fuente y se indica la transformación que se les efectuó para poder usarse trimestralmente.

Por otra parte Saborío(2004) indica que se encuentran problemas con los datos del sector fiscal y a la vez propone una modificación para hacerlos compatibles con los demás datos. Por un lado, el deflator implícito del gasto del gobierno es mucho más alto que el deflator del PIB, lo que causa que el gasto tenga un menor peso en el PIB en términos reales que en términos nominales y esa brecha crece cada trimestre. Por ejemplo, en el primer trimestre de 2001, el gasto es un 12.39% del PIB, en términos nominales y un 9.59% en términos reales. Consultando la metodología de Cuentas Nacionales, el gasto real y nominal son calculados por separado, de manera que el deflator es un resultado. Este comportamiento de los datos plantea dudas sobre la confiabilidad del gasto real, gasto nominal y/o deflator.

Por otro lado, en términos nominales los datos de gasto del gobierno central del Ministerio de Hacienda, no concuerdan con el gasto de cuentas nacionales. Con base en la proporción de los componentes del gasto con respecto al gasto total de Hacienda, se calculó el monto de cada uno de estos componentes de manera que sumen el gasto total de cuentas nacionales. Se calculó también un dato de Ingreso del Gobierno Central, de manera que el déficit fiscal tenga la misma proporción con respecto al gasto que tiene en los datos de Hacienda.

A continuación se presenta la actualización del modelo.

III. Modelo de Saborío (2004): Especificación del Modelo y Estimación

El primer paso que se realizó en este trabajo fue resolver nuevamente del modelo desarrollado por Saborío (2004). Para esto se actualizaron los datos y se volvió a estimar dicho modelo sin cambiar su especificación.

La estimación de dicho modelo necesita de las variables descritas en la Tabla I.1. De estas 19 son variables endógenas. Las variables restantes son variables exógenas y a esta lista deben agregarse variables indicadoras propias de cada ecuación. En consecuencia el modelo tiene 18 ecuaciones en total, de las cuales 9 son identidades y 9 son ecuaciones de comportamiento.

Tabla III.1: Lista de Variables

VARIABLES ENDÓGENAS		
	Sigla	Nombre
1	CO	Consumo
2	INDISP	Ingreso disponible
3	FBK	Formación bruta de capital
4	XSD	Exportaciones de servicios en dólares
5	XBD	Exportaciones de bienes en dólares
6	XD	Exportaciones en dólares
7	X	Exportaciones en colones
8	MD	Importaciones en dólares
9	M	Importaciones
10	PIB	Producto interno bruto
11	PIBD	PIB en dólares
12	M1	Saldos monetarios reales
13	RMC	Reserva de Divisas en el Banco Central, medidas en colones (Reservas monetarias en dólares por tipo cambio)

14	R	Tasa de interés real (I-IN)
15	PR	Premio por riesgo (I-DEV-IE)
16	DEV	Devaluación
17	TC	Tipo de cambio colones/dólar
18	IPC	Índice de Precios al Consumidor
VARIABLES EXÓGENAS		
20	I	Tasa básica pasiva
21	IE	Tasa de interés externa (LIBOR)
22	IPCE	Índice de Precios Consumidor Estados Unidos
23	PIBE	PIB de Estados Unidos
24	PP	Precio del Petróleo
25	G	Gasto del gobierno (Cuentas Nacionales)
26	DES	Desembolsos recibidos
27	PDEC	Servicio de deuda: amortizaciones más intereses.
28	GT	Gasto en transferencias
29	IG	Ingresos totales del gobierno.
30	W	Índice de Salarios Mínimos Nominales
31	D1	Variable indicadora del trimestre 1
32	D2	Variable indicadora del trimestre 2
33	D3	Variable indicadora del trimestre 3
34	D4	Variable indicadora del trimestre 4

Fuente: Tomado de Saborío (2004)

Como indica Saborío (2004) su modelo está especificado en dos bloques: Sector real y Sector monetario-precios. El sector real está compuesto por 5 ecuaciones de comportamiento y 6 identidades. Las variables endógenas en este bloque son: el consumo privado (CO), la formación bruta de capital (FBK), las exportaciones de servicios en dólares (XSD), las exportaciones de bienes en dólares (XBD) y las importaciones en dólares (MD). El sector monetario y precios tiene 4 ecuaciones de comportamiento y 3 identidades. Las ecuaciones de comportamiento modelan las siguientes variables: reservas internacionales en colones (RMC), demanda de saldos monetarios (M1), devaluación (DEV) e índice de precios al consumidor (IPC).

Las ecuaciones de comportamiento fueron estimadas con mínimos cuadrados en dos etapas. A cada ecuación se agregaron variables indicadoras para eliminar el efecto de las observaciones atípicas, seleccionadas usando los residuos studentizados (Ver Maddala (1996) pag. 549). En el Anexo 2 se presentan la prueba de autocorrelación Breush-Godfrey para cada una de las ecuaciones.

El modelo se estimó con los datos del período que comprende desde el tercer trimestre de 1992 hasta el cuarto trimestre del 2004.

Sector Real:

R1: Consumo

La primera ecuación estimada es la referente al consumo. Este depende del consumo del mismo trimestre del año anterior CO (-4) y del ingreso disponible que fue aproximado como el PIB menos los ingresos del gobierno (IG) más los gastos en transferencias (GT). Además se agregan variables dicotómicas al sistema. Los resultados obtenidos para esta ecuación son los siguientes:

$$\text{LOG}(\text{CO}) = \text{A}(1) * \text{LOG}(\text{CO}(-4)) + \text{A}(2) + \text{A}(3) * \text{LOG}(\text{INDISP}) + \text{A}(4) * \text{D1} + \text{A}(5) * \text{D2} + \text{A}(6) * \text{D3} + \text{A}(7) * \text{D12} + \text{A}(8) * \text{D15} + \text{A}(9) * \text{D25V}$$

Tabla III.2 Ecuación de Consumo				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.

A(1)	0.463086	0.050842	9.108350	0.0000
A(2)	2.542415	0.168959	15.04754	0.0000
A(3)	0.328386	0.042651	7.699463	0.0000
A(4)	-0.058384	0.007035	-8.299197	0.0000
A(5)	-0.054335	0.006596	-8.236982	0.0000
A(6)	-0.039578	0.005965	-6.635264	0.0000
A(7)	-0.018476	0.012797	-1.443777	0.1496
A(8)	-0.017192	0.012732	-1.350286	0.1777
A(9)	0.036953	0.006026	6.132482	0.0000
Instruments: G IG GT IE INE PDE PIBE I IPCE LOG(RM(-1))				
LOG(CO(-4)) D1 D2 D3 D15 D25V D12 C				
R-squared	0.993044	Mean dependent var	12.35002	
Adjusted R-squared	0.991686	S.D. dependent var	0.132456	
S.E. of regression	0.012077	Sum squared resid	0.005980	
Durbin-Watson stat	1.131644			

R2: Formación Bruta de Capital

La segunda ecuación de comportamiento trata de explicar la formación bruta de capital (FBK). Esta es explicada por medio de la diferencia entre la tasa de interés externa y la inflación externa (DIE) y por la producción nacional PIB. Como aproximación de la tasa externa de interés se utilizó los promedios trimestrales de la tasa LIBOR y como aproximación de la tasa de inflación externa se utilizó el cambio en el índice de precios al consumidor de los Estados Unidos.

Se encuentra una relación inversa entre la FBK y la aproximación para la tasa de interés real externa DIE, mientras que se encuentra una relación directa con el nivel de producción. Los resultados se presentan en la tabla III.3 , aunque debe hacerse notar que la prueba de Durbin-Watson no se puede hacer con el estadístico presentado en la siguiente tabla.

$$FBK=B(1)*DIE+B(2)*PIB+B(3)*D5+B(4)*D13+B(5)*D25+B(6)*D31+B(7)*D32V+B(8)*DPO+B(9)*DPO2$$

Tabla III.3 Ecuación para la FBK				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
B(1)	-2120.319	436.0986	-4.862017	0.0000
B(2)	0.240694	0.005625	42.78622	0.0000
B(3)	14164.68	6490.031	2.182529	0.0297
B(4)	17274.87	6618.870	2.609942	0.0094
B(5)	22318.38	6557.603	3.403435	0.0007
B(6)	-10459.51	6547.174	-1.597561	0.1110
B(7)	-23778.06	4742.256	-5.014083	0.0000
B(8)	-14815.14	3884.139	-3.814266	0.0002
B(9)	16522.48	4716.094	3.503425	0.0005
Instruments: IE INE PIBE D5 D13 D25 D31 D32V DPO DPO2 C				
R-squared	0.887446	Mean dependent var	69834.36	
Adjusted R-squared	0.865485	S.D. dependent var	17553.25	
S.E. of regression	6437.885	Sum squared resid	1.70E+09	
Durbin-Watson stat	1.571494			

R3: Exportaciones de Servicios en Dólares

La tercera ecuación se realiza para explicar las exportaciones de servicios en dólares (XSD). Esta variable fue calculada como las exportaciones en millones de colones de 1991 por el tipo de cambio del trimestre correspondiente y se hace depender de los precios externos e internos. Como precios externos

se utilizó el índice de precios al consumidor de los Estados Unidos (IPCE), mientras que como medida de los precios internos se utilizó el índice de precios al consumidor de Costa Rica (IPC).

Además, dichas exportaciones, se hacen depender del PIB de los Estados Unidos, como medida del ingreso externo, considerando que Estados Unidos es el principal socio comercial de Costa Rica. El signo para los precios internos es el esperado. Al aumentar los precios internos es de esperar disminuyan nuestras exportaciones.

Debe notarse que el coeficiente relacionado con los precios externos E(2), no es significativo; es decir, no se puede rechazar la hipótesis de que dicho parámetro sea distinto de cero.

El PIB de Estados Unidos afecta positivamente las exportaciones, como era de esperarse para una variable que mide la demanda por nuestros productos.

$$\text{LOG(XSD)} = \text{E}(1) + \text{E}(2) * \text{LOG}(\text{IPCE}) + \text{E}(3) * \text{LOG}(\text{IPC}) + \text{E}(4) * \text{LOG}(\text{PIBE}) + \text{E}(5) * \text{D1} + \text{E}(6) * \text{D10} + \text{E}(7) * \text{D16V} + \text{E}(8) * \text{D22} + \text{E}(9) * \text{D36X} + \text{E}(10) * \text{D42X}$$

Tabla III.4 Ecuación para las Exportaciones de Servicios				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
E(1)	-38.47722	7.087526	-5.428864	0.0000
E(2)	0.450987	1.193045	0.378013	0.7056
E(3)	-1.663990	0.384784	-4.324478	0.0000
E(4)	5.032546	0.822734	6.116858	0.0000
E(5)	0.236716	0.018185	13.01681	0.0000
E(6)	-0.145588	0.060115	-2.421822	0.0159
E(7)	0.124144	0.050529	2.456907	0.0145
E(8)	-0.055253	0.058242	-0.948678	0.3434
E(9)	0.155687	0.039499	3.941516	0.0001
E(10)	-0.060469	0.039814	-1.518775	0.1297
Instruments: G IG GT IE IPCE PDE PIBE D1 D10 D16V D22 D36X D42X C				
R-squared	0.904068	Mean dependent var	4.757550	
Adjusted R-squared	0.882483	S.D. dependent var	0.155281	
S.E. of regression	0.053231	Sum squared resid	0.113343	
Durbin-Watson stat	2.020158			

R4: Exportaciones de Bienes en Dólares.

La siguiente ecuación en el sistema se realiza para las exportaciones de bienes en dólares. Nuevamente esta variable fue calculada como las exportaciones en millones de colones de 1991 por el tipo de cambio del trimestre correspondiente.

Dichas exportaciones se hicieron depender de la relación de precios externos e internos, aproximada mediante la relación entre el IPCE y el IPC. Además se incluye el PIB de los Estados Unidos (PIBE) como aproximación del ingreso externo. Los signos de los coeficientes de estas dos variables son los esperados. Se da una relación directa con los precios externos en términos de los internos e igualmente una relación directa entre las exportaciones con el ingreso externo.

$$\text{LOG}(XBD)=S(1)+S(2)*\text{LOG}(IPCE/IPC)+S(3)*\text{LOG}(PIBE)+S(4)*D4+S(5)*D23+S(6)*D27V+S(7)*D40V$$

Tabla III.5 Ecuación para las Exportaciones de Bienes				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
S(1)	-5.173992	3.553345	-1.456090	0.1462
S(2)	0.680618	0.140488	4.844687	0.0000
S(3)	1.330754	0.412265	3.227906	0.0014
S(4)	-0.059778	0.013572	-4.404630	0.0000
S(5)	-0.098924	0.042527	-2.326160	0.0205
S(6)	0.216745	0.016044	13.50951	0.0000
S(7)	-0.105024	0.030936	-3.394905	0.0008
Instruments: G IG GT IE INPE PDE PIBE I IPCE LOG(RM(-1)) D23 D4 D27V D40V C				
R-squared	0.911117	Mean dependent var	6.104428	
Adjusted R-squared	0.898715	S.D. dependent var	0.130903	
S.E. of regression	0.041660	Sum squared resid	0.074630	
Durbin-Watson stat	1.881934			

R5: Importaciones en Dólares

La última ecuación de este bloque representa a las importaciones en dólares dependiendo del PIB nacional en dólares, de la relación de precios externos e internos, de la tasa de interés interna y de los precios del petróleo. Como se esperaba se encuentra una relación directa entre las importaciones y el nivel de ingreso medido por el PIB. Además se encuentra una relación inversa con los precios externos, además de relaciones inversas con los precios del petróleo y la tasa de interés. Por otra parte no se puede descartar la presencia de autocorrelación en esta ecuación según la prueba realizada.

$$\text{LOG}(MD)=F(1)*\text{LOG}(PIBD)+F(2)*\text{LOG}(IPCE/IPC)+F(3)*I+F(4)*PP+F(5)*D35V+F(6)*D39V$$

Tabla III.6 Ecuación para las Importaciones				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
F(1)	0.921100	0.007751	118.8421	0.0000
F(2)	-0.220147	0.027991	-7.865061	0.0000
F(3)	-0.006487	0.001829	-3.547584	0.0004
F(4)	-0.008975	0.001382	-6.495929	0.0000
F(5)	0.066809	0.034843	1.917422	0.0559
F(6)	-0.118663	0.030124	-3.939213	0.0001
Instruments: G IG GT IE INE PDE PIBE I IPCE LOG(RM(-1)) PP D35V D39V C				
R-squared	0.931814	Mean dependent var	6.432347	
Adjusted R-squared	0.924066	S.D. dependent var	0.169004	
S.E. of regression	0.046571	Sum squared resid	0.095429	
Durbin-Watson stat	1.360414			

Por último se presenta las identidades correspondientes a este bloque. La primera muestra que las exportaciones totales en dólares son la suma de las exportaciones de bienes y las exportaciones de servicios. La segunda y tercera identidad nos dicen que las exportaciones y las importaciones en colones igualan las exportaciones e importaciones en dólares por el tipo de cambio. La cuarta identidad es la del PIB por la corriente de gastos. La quinta identidad nos dice que el PIB en dólares es igual al PIB en colones dividido por el tipo de cambio y la última es la relación por la cual se aproxima el ingreso disponible. El ingreso disponible se define entonces como el PIB menos los ingresos del gobierno más los gastos en transferencias.

Identidades:

$$XD=XSD+XBD$$

$$\begin{aligned}
 X &= XD * TC \\
 M &= MD * TC \\
 PIB &= CO + FBK + G + X - M \\
 PIBD &= PIB / TC \\
 INDISP &= PIB - IG + GT
 \end{aligned}$$

Sector Monetario y Precios:

A continuación se presentan las ecuaciones correspondientes al bloque monetario y precios. Las variables explicadas en este bloque son: el medio Circulante M1, las reservas monetarias internacionales en colones, la devaluación y los precios.

M-P1: Demanda de Dinero

La primera ecuación de este bloque trata con el medio circulante. Para esto estima una demanda de dinero en la cual el medio circulante depende del PIB, la tasa de interés real (definida con la tasa pasiva menos la inflación medida por el cambio trimestral del IPC) y del nivel de M1 del trimestre anterior. Los signos de los coeficientes son los esperados. Se da una relación directa con el ingreso y una relación inversa con la tasa de interés. La prueba Durban-Watson no se aplica por ser un modelo autoregresivo.

$$\begin{aligned}
 LOG(M1) &= H(1) * LOG(M1(-1)) + H(2) * LOG(PIB) + H(3) * R + H(4) * D4 \\
 &+ H(5) * D12 + H(6) * D13 + H(7) * D18V + H(9) * D22 + H(10) * D36V
 \end{aligned}$$

Tabla III.7 Ecuación para el Medio Circulante				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
H(1)	0.749345	0.074192	10.10008	0.0000
H(2)	0.232300	0.068532	3.389668	0.0008
H(3)	-0.005160	0.001366	-3.777237	0.0002
H(4)	0.106979	0.011855	9.024101	0.0000
H(5)	0.057460	0.029360	1.957093	0.0511
H(6)	-0.074029	0.029094	-2.544450	0.0113
H(7)	-0.062952	0.018008	-3.495798	0.0005
H(9)	0.083178	0.032849	2.532118	0.0117
H(10)	-0.041361	0.017246	-2.398302	0.0170
Instruments: G IG GT IE INE PDE PIBE LOG(CR) I IPCE LOG(M1(-1)) LOG(RM(-1)) D4 D12 D13 D18V D22 D36V C				
R-squared	0.985828	Mean dependent var	11.45698	
Adjusted R-squared	0.983063	S.D. dependent var	0.209930	
S.E. of regression	0.027321	Sum squared resid	0.030603	
Durbin-Watson stat	1.582631			

M-P2: Reservas Monetarias

En esta ecuación la variable dependiente es la razón entre el logaritmo de las reservas monetarias en colones (reservas en dólares por tipo de cambio) y el logaritmo del PIB. Las variables explicativas son la tasa de interés real (R), que mide el costo de oportunidad de mantener dólares; el premio por riesgo (PR), medido como el interés interno menos devaluación e interés externo, y los flujos de la deuda pública externa: los desembolsos recibidos (DES) y el pago de amortización más intereses (PDEC). Los coeficientes estimados tienen los signos esperados. Sin embargo, esta estimación podría tener un problema de autocorrelación, pues se rechaza la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación con la prueba de Breusch, Godfrey.

$$\begin{aligned}
 LOG(RMC)/LOG(PIB) &= K(1) + K(2) * LOG(R) + K(3) * LOG(PR) + K(4) * ((LOG(DES) - \\
 &LOG(PDEC))/LOG(PIB)) + K(5) * D37R + K(6) * D28R + K(7) * D31 + K(8) * D13R
 \end{aligned}$$

Tabla III.8 Ecuación para las Reservas Monetarias Internacionales

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
K(1)	0.969911	0.008297	116.9046	0.0000
K(2)	-0.035947	0.006499	-5.530914	0.0000
K(3)	0.019662	0.006212	3.165192	0.0017
K(4)	0.021059	0.007041	2.991061	0.0030
K(5)	-0.014714	0.003157	-4.660793	0.0000
K(6)	-0.018354	0.002641	-6.951064	0.0000
K(7)	0.010606	0.005042	2.103683	0.0361
K(8)	-0.014985	0.003054	-4.905954	0.0000
Instruments: G IG GT IE INE PDE PIBE I IPCE PP DES PDEC D37R D28R D31 D13R C				
R-squared	0.763949	Mean dependent var	0.913920	
Adjusted R-squared	0.724607	S.D. dependent var	0.009295	
S.E. of regression	0.004878	Sum squared resid	0.000999	
Durbin-Watson stat	1.423506			

M-P:3: Devaluación

A pesar de que el tipo de cambio es una variable de política ya que se define mediante el sistema de minidevaluaciones en el estudio de Saborío(2004) se plantea una ecuación para su comportamiento, mientras se deja la tasa de interés como una variable exógena. Según Saborío (2004) esta ecuación trata de replicar la regla de política seguida por el Banco Central en la fijación del Tipo de Cambio, de acuerdo a sus objetivos.

Para explicar la tasa de devaluación se escogieron como variables explicativas los índices de precios a los consumidores de Costa Rica (IPC) y de Estados Unidos (IPCE) y la diferencia entre las tasas de interés internas (I) y la tasa LIBOR (IE). En esta ecuación se considera un proceso AR(1) para los errores. El coeficiente de autocorrelación es P(6). Además debe decirse que en el modelo de Saborío (2004) el tamaño de muestra se ajusta, pues se encontró que las primeras observaciones eran detectadas como atípicas, o podrían corresponder a un cambio estructural, de manera que se decidió trabajar con el periodo 1994.1 al 2002.2. En nuestro caso trabajamos con toda la muestra.

$$DEV=P(1)*LOG(IPC)+P(2)*LOG(IPCE)+P(3)*(I-IE)+P(4)*D10V+P(5)*D13+[AR(1)=P(6)]$$

Tabla III.9 Ecuación para la Devaluación				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
P(1)	2.959572	1.679511	1.762162	0.0788
P(2)	-13.82588	8.643069	-1.599649	0.1105
P(3)	0.133586	0.016180	8.256441	0.0000
P(4)	-1.358572	0.288328	-4.711895	0.0000
P(5)	0.411918	0.294044	1.400874	0.1621
P(6)	0.642339	0.108773	5.905327	0.0000
Equation: $DEV = P(1)*LOG(IPC)+P(2)*LOG(IPCE)+P(3)*(I-IE)+P(4)*D10V+P(5)*D13+[AR(1)=P(6)]$				
Instruments: G IG GT IE INE PDE PIBE LOG(CR) I IPCE PP D10V D13 C DEV(-1) LOG(IPC(-1)) LOG(IPCE(-1)) I(-1)-IE(-1) D10V(-1) D13(-1)				
R-squared	0.841598	Mean dependent var	2.492503	
Adjusted R-squared	0.823598	S.D. dependent var	0.829473	
S.E. of regression	0.348380	Sum squared resid	5.340232	
Durbin-Watson stat	1.600052			

M-P4: Precios

La última ecuación del sistema es una relación entre el IPC y la razón entre importaciones y exportaciones, la devaluación y el medio circulante. Además utiliza un proceso autorregresivo de orden 1. Según Saborío (2004) esta ecuación ha sido la más difícil de estimar y se escogió la presente especificación, porque los errores pasan las pruebas de autocorrelación y heterocedasticidad. Para esta estimación de la inflación debe notarse que M1 se interpreta como saldos monetarios reales. Se asume que el mercado monetario está siempre en equilibrio, de manera que los saldos monetarios observados son siempre determinados por la oferta y la demanda.

Sin embargo, los coeficientes de la devaluación y los saldos monetarios reales no son significativos y no se puede descartar la presencia de autocorrelación en esta ecuación según la prueba realizada.

$$\text{LOG}(\text{IPC}) = \text{V}(1) + \text{V}(2) * \text{LOG}(\text{MD}) / \text{LOG}(\text{XD}) + \text{V}(3) * \text{LOG}(\text{DEV}) + \text{V}(4) * \text{LOG}(\text{M1}) + \text{V}(5) * \text{D16} + [\text{AR}(1) = \text{V}(6)]$$

Tabla III.10 Ecuación de Precios				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
V(1)	5.053206	1.971393	2.563267	0.0108
V(2)	-0.328470	0.192911	-1.702698	0.0894
V(3)	0.003867	0.009550	0.404871	0.6858
V(4)	0.012387	0.029751	0.416365	0.6774
V(5)	0.020179	0.008526	2.366760	0.0184
V(6)	0.992291	0.003883	255.5574	0.0000
Equation: LOG(IPC)=V(1)+V(2)*LOG(MD)/LOG(XD)+V(3)*LOG(DEV)+V(4)*LOG(M1)+V(5)*D16+[AR(1)=V(6)]				
Instruments: G IG GT IE INE PP PDE PIBE I IPCE LOG(IPC(-1)) D16 C LOG(MD(-1))/LOG(XD(-1)) LOG(DEV(-1)) LOG(M1(-1)) D16(-1)				
R-squared	0.999371	Mean dependent var		1.110965
Adjusted R-squared	0.999299	S.D. dependent var		0.435775
S.E. of regression	0.011537	Sum squared resid		0.005856
Durbin-Watson stat	1.136134			

Identidades:

En este bloque se presentan 4 identidades. La primera se refiere a la tasa de interés real, la cual se define como la diferencia entre la nominal y el cambio trimestral en los precios. El premio por riesgo es definido como la tasa de interés interna menos la devaluación menos la tasa de interés externa. Por último, la inflación se define según el IPC y el tipo de cambio se define según la devaluación y el tipo de cambio del período anterior.

$$R = I - IN$$

$$PR = I - DEV - IE$$

$$in = 100 * (ipc / ipc(-1) - 1)$$

$$TC = TC(-1) * (1 + dev)$$

Algunas Características Relevantes del Modelo

Puede observarse que el sector real determina la producción, estimando cada uno de los componentes de la demanda agregada. Omitiendo las variables exógenas la demanda agregada queda determinada, en esta especificación, por los precios y el tipo de cambio. Por su parte, en el sector monetario y precios se determina el medio circulante, las reservas monetarias internacionales, la devaluación y los precios. Las reservas monetarias no son una variable de la que dependa ninguna otra variable endógena (aunque esperaríamos que el M1 dependiera de estas) por lo que se dejan de lado por el momento.

El M1 está determinado por el PIB, la devaluación está determinada por los precios internos, mientras que los precios quedan determinados por el M1, la devaluación y el PIB. Así, dejando de lado las

variables exógenas y concentrándonos en las principales variables endógenas podríamos reducir el modelo a 4 ecuaciones:

$$\begin{aligned} \text{PIB} &= F(\text{P}, \text{DEV}) \\ \text{M1} &= F(\text{PIB}) \\ \text{DEV} &= F(\text{P}) \\ \text{P} &= F(\text{DEV}, \text{PIB}, \text{M1}) \end{aligned}$$

Para simplificar aún más este sistema podríamos sustituir 3) en 1) para obtener una relación entre la producción y los precios. Además podríamos sustituir 2) y 3) en 4) para obtener otra relación entre precios y producción. Así el sistema se podría reducir a dos relaciones

$$\begin{aligned} \text{PIB} &= F(\text{P}, \text{DEV}(\text{P})) \\ \text{P} &= F(\text{DEV}(\text{P}), \text{PIB}, \text{M1}(\text{PIB})) \end{aligned}$$

Estas dos últimas relaciones serían las que determinan los precios y la producción finalmente en el modelo. Dejando de lado los factores dinámicos del modelo analicemos su lógica.

Primero, ¿cuál es la relación entre la producción y precios representada en la ecuación 5)?

Un aumento en los precios internos, *ceteris paribus*, aumenta las importaciones y disminuye las exportaciones y de este modo disminuye la demanda agregada. Con esto se tiene que la ecuación 5) representa una relación inversa entre el PIB y los precios. Pero debe notarse que en el modelo (las ecuaciones R-3, R-4 y R-5) lo que se estima son las exportaciones e importaciones en “dólares”. Estas se definieron como las exportaciones e importaciones reales (es decir en millones de colones de 1991) por el tipo de cambio. El modelo de esta manera primero estima dichas exportaciones en dólares, luego el tipo de cambio y con estas dos se estiman las exportaciones e importaciones reales que son las que entran en el cálculo de la demanda agregada.

Por otra parte notamos que la devaluación depende de los precios internos, así al darse un cambio en los precios internos, aumentará la devaluación, con esto el tipo de cambio y así se daría un efecto “valor” sobre el PIB, ya que al aumentar el tipo de cambio aumentarían las exportaciones netas, que como se indicó, se calculan al multiplicar las exportaciones netas en “dólares” por el tipo de cambio.

De este modo la relación entre producción y precios expresada en la ecuación 5-) dependerá de estos dos efectos. Por un lado el aumento en los precios disminuye las exportaciones netas en dólares, pero por otro lado aumenta el tipo de cambio y, por la forma de cálculo, las exportaciones netas que entran en la demanda agregada. De esta manera la relación entre producción y precios, representada en 5-), será directa o inversa dependiendo de cual de estos dos efectos predomine.

Como el efecto de los precios en la producción se fundamenta en la relación entre las exportaciones netas y los precios analizamos estas últimas. Utilizando el modelo anterior se deriva que:

$$\frac{\partial \text{XN}}{\partial \text{IPC}} = (\text{XSD} + \text{XBD} - \text{MD}) \frac{\text{TC}(-1)}{\text{IPC}} \text{P}(1) + \frac{\text{TC}}{\text{IPC}} \left[\text{E}(3)\text{XSD} - \text{S}(2)\text{XBD} + \left(\text{F}(1)\text{P}(1) \frac{\text{TC}(-1)}{\text{TC}} + \text{F}(2) \right) \text{MD} \right]$$

Lo cual es igual a:

$$\frac{\partial \text{XN}}{\partial \text{IPC}} = \frac{1}{\text{IPC}} \{ [\text{TC}(-1) * \text{P}(1) + \text{TC} * \text{E}(3)] \text{XSD} + [\text{TC}(-1) * \text{P}(1) - \text{TC} * \text{S}(2)] \text{XBD} + [\text{TC}(-1) * (1 + \text{F}(1)) \text{P}(1) + \text{TC} * \text{F}(2)] \text{MD} \}$$

De los paréntesis cuadrados de la expresión anterior observamos los dos efectos antes mencionados. Así en el primer paréntesis cuadrado $\text{P}(1)$ es positivo pero $\text{E}(3)$ negativo, en el segundo nuevamente $\text{P}(1)$ es positivo pero $-\text{S}(2)$ es negativo y en el tercer paréntesis $(1 + \text{F}(1))\text{P}(1)$ es positivo mientras que $\text{F}(2)$ es negativo. El parámetro $\text{P}(1)$ refleja la relación entre los precios y el tipo de cambio, mientras que los parámetros $\text{E}(3)$, $\text{F}(2)$ y $-\text{S}(2)$ reflejan el efecto del aumento en los precios directamente sobre las importaciones netas.

En el caso particular, con las observaciones de la muestra, se obtiene que la relación entre las exportaciones netas y los precios es directa, esto debido a que el coeficiente $P(1)$ es “bastante” mayor a los otros parámetros.

De esta manera, por la forma en la que se resuelve el modelo, se obtiene una relación directa entre las exportaciones netas y precios, y esto nos lleva a una relación directa entre producción y precios.

En esta relación directa deben notarse dos cosas: primero el efecto del cambio en precios es mayor sobre el producto, que el efecto que tiene solo sobre las exportaciones netas, debido a que se da un efecto multiplicador ya que tanto el consumo como la FBK depende positivamente del PIB. Y segundo, la relación directa entre producto y precios, se debe a que un aumento en los precios internos, en este modelo, se refleja en un aumento de las exportaciones netas reales. Esta relación directa se da ya que las ecuaciones estiman las exportaciones en “dólares” y luego para convertirlas a datos reales se multiplican por el tipo de cambio el cual es influenciado fuertemente por los precios en el modelo.

De esta manera podemos observar que la relación 5-) se reduce a una relación directa entre producto y precios. Ahora podemos observar la relación 6-) en donde los precios se presentan como una función de la producción.

Esta relación es inversa. La ecuación de precios nos muestra una relación inversa entre precios y MD/XD y esta relación es directa con el producto, ya que las importaciones dependen de la producción. Así, al aumentar la producción aumentan las importaciones en “dólares” y al aumentar estas disminuyen los precios. Pero, por otra parte, la misma ecuación de precios nos muestra una relación directa entre estos y $M1$, mientras que $M1$, a su vez, se relaciona directamente con la producción.

Cual de los efectos prevalece depende de los parámetros estimados. Como en este caso $V(2)*F(1)/\log(XD)$ es mayor a $V(4)*H(2)$ la relación es inversa. Lo que se tiene es que el cambio que producen las importaciones en los precios es mayor al cambio que produce $M1$ sobre los precios y a su vez es mayor el efecto que tiene el producto sobre las importaciones que el efecto que tiene el producto sobre $M1$. De esta manera, sobre la ecuación de precios predomina la relación entre precios e importaciones (inversa) sobre la relación entre precios y $M1$.

Así por ejemplo podemos analizar el efecto de un aumento (“pequeño”) en el gasto público sobre la producción y precios. Al nivel de precios inicial el aumento en el gasto público lleva a un incremento en el PIB, este incremento en la producción, lleva tanto a un aumento del $M1$ como a una disminución de las importaciones. El efecto sobre las importaciones predomina sobre el aumento en el $M1$, disminuyendo los precios, pero la disminución en los precios lleva a una disminución del tipo de cambio y con esto de las importaciones netas lo que lleva a una disminución del PIB, la disminución del PIB lleva a un aumento de los precios y este aumento en los precios a un aumento del producto, etc. Este proceso puede converger o divergir dependiendo de las pendientes (alrededor “del equilibrio”) de las ecuaciones 5-) y 6-). Si la pendiente de la ecuación 5-) es mayor a la pendiente de la ecuación 6-) (alrededor del “equilibrio”) este proceso tiende a converger a un mayor nivel de producto y precios menores. Pero cabe la posibilidad de que este proceso diverja. El resultado final dependerá tanto de los parámetros estimados como de los valores iniciales de precios, producto y tipo de cambio que se tengan.

A diferencia de esta política fiscal, el modelo no permite el análisis de políticas ya sea monetarias o cambiarias, debido a que tanto el $M1$ como la devaluación son variables endógenas.

En una economía pequeña y abierta con un sistema cambiario en el cual el tipo de cambio es fijado por la autoridad monetaria es de esperar que $M1$ sea endógena como en el modelo. Pero, a la vez, es de esperar la autoridad monetaria tenga libertad para cambiar, si así lo desea, su política sobre el tipo de cambio. En el modelo, al intentar reproducirse la política de minidevaluaciones el tipo de cambio se vuelve una variable endógena por lo que se dificulta el análisis de un cambio en la forma de definirlo.

Por otra parte, se esperaría que la oferta monetaria sea endógena debido a que las RMI se ajustan según la política cambiaria y las variaciones en estas producirían variaciones en el medio circulante. Pero en este modelo aunque las RMI se estiman, no son una variable de la cual depende $M1$ (u alguna otra variable endógena). Por lo que la relación esperada no se encuentra.

Por otra parte, se observa en el modelo que la FBK no depende de la tasa de interés real interna²⁶ si no de la externa, esto a su vez es consistente con una economía en la que se da perfecta movilidad de capitales. Esto, en términos teóricos, se espera sea así, debido a que la movilidad de capital (unida al arbitraje) no permite que la tasa de interés interna se aleje de la externa. Por esto se daría una relación entre ambas tasas de interés. En el modelo presentado, esta relación no existe, dejándose la tasa de interés interna como una variable exógena en el modelo, es decir, ninguna de las relaciones

macroeconómicas presentadas estaría explicado (determinando) el comportamiento de este precio: la tasa de interés.

Para finalizar se realizan dos observaciones más, una referente al uso de las variables dicótomas y otra referente a la ecuación de precios. Como comentamos anteriormente la determinación de precios y productos dependerá de la relación entre el sector real y monetario-precios. En este segundo sector el precio se determina utilizando la ecuación de precios (M-P4). Dicha ecuación muestra una relación, principalmente, entre precios, devaluación, M1 y la relación entre importaciones y exportaciones. Así en la solución matemática del modelo estas variables influyen en la determinación del precio. Pero debe notarse que, con la muestra utilizada, algunos de los parámetros que se utilizan para resolver el modelo no son estadísticamente significativos para la devaluación y M1, es decir, no se rechaza que los parámetros para devaluación y M1 sean diferentes de cero.

Por último debe notarse la importancia de shocks específicos en diferentes momentos en el tiempo y exógenos al modelo que explican el comportamiento de las principales variables macroeconómicas en este modelo. Estos shocks se recogen mediante diferentes variables dummies o dicótomas. El modelo tiene 19 variables endógenas y 42 variables exógenas. De estas variables exógenas 31 son variables dummies y 11 no lo son. Dada la importancia de estas variables dicótomas en el modelo, el ajuste queda determinado en gran medida por eventos fuera de este, es decir, gran parte de la explicación de la macroeconomía se debe a shocks particulares en el tiempo. Este tipo de especificación, aunque provee un buen ajuste dentro de la muestra, dificulta el análisis de predicción ya que los eventos exógenos que determinan al modelo no son predecibles. Es por esto que se pretende cambiar estas variables por una especificación más dinámica, donde sea "la historia de los datos" la que dé luces sobre lo que se espera ocurra y no solamente eventos puntuales.

A continuación se presenta el modelo anterior, pero realizando algunas modificaciones.

IV. Segundo Modelo: Relaciones Teóricas, Nueva Especificación del Modelo Estructural y Estimación

IV.1 Modelo Teórico

Vamos a suponer que existen 3 agentes en la economía que denominaremos: Familias, Empresas y Gobierno. En esta sección lidiamos con el primero de estos agentes.

Se supone que la función de utilidad de la familias, en el período t, depende del consumo, de la cantidad de saldos reales y del ocio.

$$(1) U_t = u_t(C_t, \frac{M_t}{P_t}, \bar{L} - L_t)$$

En donde \bar{L} es el total de horas disponibles en el período y $C_t = F(C_t^N, C_t^*)$ es un índice de consumo real compuesto por el consumo de bienes nacionales e importados.

Además P_t es un índice de precios que se define como el gasto mínimo que se puede realizar para obtener una unidad de C_t .

La familia maximiza, la siguiente función objetivo:

$$(2) UT = g(u_1, u_2, \dots, u_N)$$

En donde 1 se refiere al presente período y N a un período final. Además vamos a suponer que existe un único activo financiero que denotaremos por B. Así B son las tenencias netas de este activo por parte del agente.

El ingreso antes de impuestos sería:

$$(3) Y = WL + iB$$

vamos a suponer que al individuo se le cobra en impuestos T y se le dan transferencias por TR. Con esto el ahorro de las familias puede expresarse como:

$$(4) S = Y - T + TR - PC$$

La restricción presupuestaria de la familia se representa como:

$$(5) S - \Delta B - \Delta M = 0$$

La restricción postula que el ahorro se ve reflejado ya sea en un cambio en el acervo de bonos por parte de las familias o en sus tenencias de dinero.

Las variables de decisión de las familias serían: el consumo C , las tenencias de dinero y activos, M y B , y las horas ofrecidas de trabajo L . Las variables exógenas para la familia serían: los impuestos T , las transferencias TR , el salario W y los precios P .

Si los valores futuros de las variables exógenas no son conocidos por las familias, expectativas sobre estos valores deben hacerse antes de resolver el problema de optimización. Se supone que el agente forma sus expectativas bajo un conjunto limitado de información. Los agentes no conocen el modelo completo y así sus expectativas son diferentes a las predicciones del modelo. Además las expectativas son tratadas con certidumbre por parte de los agentes. En otras palabras, los agentes ignoran el hecho de que sus expectativas son inciertas cuando resuelven sus problemas de maximización. Las variables que son estocásticas para los individuos son reemplazadas con su valor esperado antes de resolver el problema de optimización.

Además tenemos dos condiciones iniciales, para los activos B y las tenencias de dinero M , junto con una condición final que se supone exógena.

$$B_{FN+1} + M_{FN} = \overline{BM}$$

Resolviendo el Problema de Maximización de las familias:

Para resolver el problema de maximización de las familias primero vamos a suponer que la función objetivo es separable en cada periodo, más específicamente vamos a suponer que:

$$UT = \sum_{s=0}^N \beta^s u \left(C_s, \frac{M_s}{P_s}, \bar{L} - L_s \right)$$

Utilizando (3), (4) y (5) la restricción presupuestaria puede expresarse como:

$$B_{t+1} + M_t = (1+i)B_t + M_{t-1} + W_t L_t - P_t C_t - T_t + TR_t$$

Si maximizamos UT sujeto a la restricción anterior obtenemos que:

B_{t+1} :

$$(6) \quad u_{C_t} = \frac{P_t}{P_{t+1}} (1+i) \beta u_{C_{t+1}}$$

C_t^* :

$$(7) \quad u_{C_t^*} = \frac{P_t}{E_t P_t^*} u_{C_t^N}$$

M_t :

$$(8) \quad \frac{u_{M/P}}{P_t} = \frac{u_{M/P}}{P_t} + \beta \frac{u_{C_{t+1}}}{P_{t+1}}$$

y utilizando (6) podemos reescribir la ecuación anterior como:

$$(9) \quad u_{M/P} = \left(\frac{i}{1+i} \right) u_{C_t}$$

L_t :

$$(10) \quad u_{\bar{L}-L_t} = \frac{P}{W} u_{C_t}$$

Además de estas condiciones de primer orden las familias toman en cuenta tanto las condiciones iniciales como finales del problema. Existen diferentes formas de tomar en cuenta estas condiciones para resolver el problema.

Dividiendo a ambos lados de la restricción por p_t , despejando $(1+i)B_t/p_t$, iterando la restricción y sustituyendo B_{t+1} en cada iteración encontramos que:

$$\frac{(1+i_0)B_0}{p_0} + \frac{M_{-1}}{p_0} = \sum_{s=1}^N \left(\frac{1}{(1+r)} \right)^{s-1} \{C_s + A_s\} + \sum_{s=1}^{N-1} \left(\frac{1}{(1+r)} \right)^{s-1} \left\{ \frac{i}{1+i} \frac{M_s}{p_s} \right\} + \left(\frac{1}{(1+r)} \right)^N \left\{ \frac{M_N}{p_N} + \frac{B_{N+1}}{p_N} \right\}$$

en donde $A_t = T_s - TR_s - W_s L_s$ y además se supone que:

$$\frac{1}{1+r} = \frac{P_{t+1}}{p_t(1+i_{t+1})} = \frac{P_{t+2}}{p_{t+1}(1+i_{t+2})} = \dots$$

Llamemos a $\frac{(1+i_0)B_0}{P_0} + \frac{M_{-1}}{P_0} = BM_0$ condición inicial para los activos, además si elegimos β de tal manera que el consumo C_t se mantenga constante, podríamos despejar de la restricción anterior de tal forma que:

$$C = \left(\frac{1}{1 - (1+r)^{-N-1}} \right) \left(\frac{r}{1+r} \right) \left\{ BM_0 - \sum_{s=1}^N \left(\frac{1}{(1+r)} \right)^{s-1} \{A_s\} - \sum_{s=1}^{N-1} \left(\frac{1}{(1+r)} \right)^{s-1} \left\{ \frac{i}{1+i} \frac{M_s}{p_s} \right\} - \left(\frac{1}{(1+r)} \right)^N \frac{BM}{p_N} \right\}$$

Luego de las condiciones de primer orden (7), (9) y (10), tenemos que la cantidad consumida del bien importado depende del tipo de cambio real; mientras que las tenencias de dinero dependen de la tasa de interés y la cantidad ofrecida de trabajo es función del salario real. Si sustituyéramos estas relaciones en la condición derivada anteriormente para el consumo tendríamos que : el consumo es una función de las tasas de interés real esperadas, de los impuestos esperados, de las transferencias esperadas y del ingreso.

Por su parte la demanda de dinero depende del consumo (o ingreso) y de la tasa de interés. La oferta de trabajo depende del salario real y el consumo, mientras que el consumo del bien importado depende del tipo de cambio real y del consumo (o ingreso) si utilizamos $C_t^N = F^{-1}(C_t, C_t^*)$

Las Empresas

Vamos a suponer que el objetivo de la firma es maximizar el valor descontado de sus beneficios. Además suponemos que existe un costo de ajuste o instalación del capital. Siguiendo a Obstfeld y Rogoff (1998), se supone que para cambiar el acervo de capital en el monto $K_{t+1} - K_t = I_t$, entre t y $t+1$, la firma debe

incurrir en un costo hundido de instalación del capital igual a $\frac{\chi I_t^2}{2K_t}$ sobre el costo de adquisición del

capital I_t . Con esto el valor de la producción neto del costo de ajuste o instalación del capital sería:

$$PG(L, K) - P \frac{\chi I^2}{2K}$$

en donde $G(L, K)$ representa la función de producción de la empresa. Con esto la empresa maximiza el valor descontado de los beneficios (tomando en cuenta el costo de instalación del capital) sujeto a que $I_t = K_{t+1} - K_t$. El lagrangiano correspondiente sería:

$$\ell_t = \sum_{s=t}^N \left(\frac{1}{1+i} \right)^{s-t} \left\{ P_s G(K_s, L_s) - P_s \frac{\chi I_s^2}{2K_s} - W_s L_s - P_s I_s - q_s P_s (K_{s+1} - K_s - I_s) \right\}$$

donde q_s es el precio sombra del capital, que en este caso es equivalente a la "q de Tobin". De la condición de primer orden del problema anterior con respecto al nivel de trabajo se obtiene:

$$(11) G_L(K_t, L_t) = \frac{W_t}{P_t}$$

De la condición de primer orden respecto a la inversión se obtiene:

$$(12) I_t = (q_t - 1)K_t / \chi$$

y respecto a K_{s+1} se obtiene:

$$(13) q_t = \frac{P_{t+1} G_K(L_{t+1}, K_{t+1}) + \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_{t+1}}{K_{t+1}} \right)^2 + q_{t+1}}{(1+r)}$$

Iterando esta ecuación se obtiene que:

$$(14) \quad q_t = \sum_{s=t+1}^N \left(\frac{1}{1+r} \right)^{s-t} \left[P_{t+1} G_K(L_{t+1}, K_{t+1}) + \frac{\chi}{2} (I_{t+1} / K_{t+1})^2 \right] + \left(\frac{1}{1+r} \right)^N q_{t+N}$$

Si suponemos que la función de producción presenta rendimientos constantes a escala, podríamos fácilmente expresar el valor del producto marginal del capital en la ecuación (14) en función del nivel de producto. Con esto y sustituyendo (14) en (12) tendríamos que la inversión depende (principalmente) de los valores futuros del producto, la misma inversión futura, el acervo de capital esperado y la tasa de interés.

El Gobierno

El gobierno cobra impuestos y otorga transferencias a las familias y a la vez gasta G en bienes y servicios. Por su parte el Banco Central (BC) fija el tipo de cambio.

Al fijar el tipo de cambio, el BC experimenta variaciones en las reservas monetarias internacionales RMI y con estas en la cantidad de dinero.

¿De qué dependen las variaciones en las RMI?. Sabemos que el cambio en las RMI iguala la suma de los resultados de la cuenta corriente y la de capital y financiera. De la solución para las familias notamos que las importaciones o compras del bien externo dependen del tipo de cambio real, la tasa de interés real, del ingreso y de los valores esperados de estas variables. Si suponemos que las familias en el resto del mundo se comportan de manera similar, las exportaciones dependerían de las mismas variables pero externas. Es decir, dependerían del ingreso externo, la tasa de interés real y el tipo de cambio real. Las familias en el modelo, al decidir el consumo y los saldos reales que desean mantener a la vez están decidiendo la cantidad de bonos que desean para una senda de ingresos dados. De esta manera los bonos dependerán nuevamente de las mismas variables. En el problema de las familias solamente se utiliza un bono B . Lo que se está suponiendo es que todos los activos tanto internos como externos son sustitutos perfectos entre sí. Con esto y suponiendo que la información es perfecta (y que no existen costos en trasladarse de un activo externo a uno nacional), el arbitraje nos aseguraría que las tasas de interés sigan la paridad respecto a las externas.

En la especificación econométrica, no vamos a suponer que esto se da, de tal manera que las reservas no solamente dependerán de la tasa de interés interna, si no del diferencial entre las tasas internas y externas y este diferencial no tiene porqué ser igual a la devaluación.

Con esto las reservas dependerían de la senda de ingreso tanto externo como interno, tipo de cambio real y el diferencial de tasas de interés. Las reservas determinarían la oferta monetaria o podríamos decir que la oferta monetaria depende de las variables anteriormente indicadas para las RMI.

Pero a la vez el BC puede esterilizar las entradas de reservas monetarias. Vamos a suponer que el BC utiliza este instrumento para suavizar la cantidad de dinero en la economía, de forma tal que la oferta monetaria a su vez dependerá de sus valores pasados.

En resumen podríamos decir que:

$$RMI_t = F(i - i^*, y_d, y_d^*, e, \text{valores esperados de estas variables})$$

$$M^s = F(M_{-1}, RMI)$$

podríamos sustituir la primera de estas dos ecuaciones en la segunda y despejar la tasa de interés de forma tal que la tasa de interés depende de las variables mencionadas y de M^s . Pero suponiendo equilibrio en este mercado M^s igualaría la demanda de dinero de las familias y con estas dos ecuaciones determinaríamos endógenamente tanto la cantidad de dinero como la tasa de interés nacional.

Modelo Económico

El consumo en el modelo teórico, depende tanto de la tasa de interés real esperada como del ingreso disponible esperado. Además como se indicó anteriormente, se supone que los agentes forman sus expectativas antes de resolver sus problemas de optimización y toman como ciertas estas expectativas a la hora de resolver dicho problema. En general, podríamos utilizar muchas formas para estas expectativas. Las tres formas más comunes de tratarlas incluye una representación en la cual las expectativas se realizan simplemente con los valores pasados de las mismas variables. Otra manera de trabajar las expectativas es en la forma de expectativas racionales, en las cuales los agentes “conocen todo el modelo” y lo utilizan para estimar los valores esperados futuros. En este sentido utilizan toda la información disponible para formar sus expectativas. Una tercera opción es un caso intermedio, en el cual las expectativas se forman calculando los valores esperados de las variables dado un conjunto de

información o variables, la diferencia con las expectativas racionales es que este conjunto normalmente no incluye todas las variables del modelo.

En este trabajo vamos a utilizar principalmente el primer supuesto para la formación de las expectativas, es decir, vamos a suponer que los agentes a la hora de formar sus expectativas sobre una variable simplemente se fijan en los valores pasados de esta.

Por otra parte, a diferencia del modelo de Saborío (2004), esta segunda especificación se estima utilizando mínimos cuadrados en 3 etapas, en donde todas las variables exógenas son los instrumentos²⁷. En el Anexo 3 se justifica con más detalle esta escogencia. Además, el período utilizado es el mismo del modelo anterior, del tercer trimestre de 1992 al tercer trimestre del 2004.

Este modelo se simplifica estimando solamente las exportaciones totales, en lugar de estimar tanto las exportaciones de bienes como las de servicios. Además no se estiman las reservas monetarias internacionales de tal manera que el modelo consta de 7 ecuaciones de comportamiento que son resueltas de forma simultánea. Las ecuaciones estimadas se presentan a continuación.

E1: Consumo

Según el modelo el consumo depende de la tasa de interés real y los valores esperados del ingreso disponible. La especificación toma en cuenta el ingreso disponible y el ingreso disponible rezagado, pero la tasa de interés nominal, en lugar de la real. La tasa de interés real no fue significativa en diversas especificaciones y lo mismo ocurrió al utilizar solamente la inflación.

Respecto al ingreso disponible se nota una relación positiva entre este y el consumo, mientras que se da una relación inversa con la tasa de interés. Además se incluyó una variable dicótoma para el último trimestre del año. El parámetro estimado para esta variable nos hace notar un aumento del consumo en los últimos trimestres de cada año.

$$\text{LOG(CO)} = A(1) * \text{LOG(INDISP(-1))} + A(2) + A(3) * \text{LOG(INDISP)} + A(4) * D4 + A(5) * I(-1) + [AR(4) = A(6)]$$

Tabla IV.1 Ecuación de Consumo				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
A(1)	0.196195	0.068265	2.874039	0.0043
A(2)	6.647402	0.707278	9.398566	0.0000
A(3)	0.258559	0.074100	3.489298	0.0006
A(4)	0.131184	0.015525	8.449768	0.0000
A(5)	-0.001096	0.000388	-2.821817	0.0051
A(6)	0.716036	0.042901	16.69039	0.0000
R-squared	0.988614	Mean dependent var		12.35002
Adjusted R-squared	0.987320	S.D. dependent var		0.132456
S.E. of regression	0.014915	Sum squared resid		0.009788
Durbin-Watson stat	0.927960			

E2: Formación Bruta de Capital

La inversión en este modelo depende de la producción, de la tasa de interés real y de la misma formación bruta de capital rezagada. Cabe destacar la dependencia de esta variable, de forma inversa, con la tasa de interés. Esta es una diferencia importante (al menos conceptualmente) con el modelo anterior, en el cual la FBK dependía de la tasa de interés externa. En este caso la tasa de interés real se aproxima como la diferencia entre la tasa pasiva en términos anuales y el cambio anual en el IPC. Se encuentra también una relación directa con la producción. Pero en esta ecuación no se descarta la existencia de autocorrelación debido a que no pasa la prueba propuesta.

Por otra parte, debe notarse que es la variable con un menor ajuste. Este punto se retomará más adelante.

$$FBK=B(1)*FBK(-1)+B(2)*PIB(-1)+B(3)*(I(-1)-INA(-1))+B(4)*D1+B(5)*D36+B(6)*D56+[AR(1)=B(7)]$$

Tabla IV.2 Ecuación para la FBK				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
B(1)	0.711337	0.070203	10.13260	0.0000
B(2)	0.070272	0.017090	4.111806	0.0001
B(3)	-688.9863	190.6314	-3.614233	0.0004
B(4)	14824.13	1918.751	7.725928	0.0000
B(5)	-13702.13	5119.239	-2.676595	0.0078
B(6)	-19084.65	5349.596	-3.567493	0.0004
B(7)	-0.306150	0.100107	-3.058210	0.0024
R-squared	0.821399	Mean dependent var	69834.36	
Adjusted R-squared	0.796477	S.D. dependent var	17553.25	
S.E. of regression	7918.879	Sum squared resid	2.70E+09	
Durbin-Watson stat	2.213392			

E:3 Exportaciones

Las exportaciones, a diferencia del modelo anterior, son las exportaciones en millones de colones de 1991 y dependen del cambio en el tipo de cambio real, aproximado por el cambio en el tipo de cambio nominal más el diferencial entre la variación de precios externos e internos. La relación entre estas dos variables es directa.

Además se muestra una relación directa con el ingreso externo aproximado por el PIB de los Estados Unidos. Como es de esperar, se encuentra una relación directa (y significativa) tanto con la variación del tipo de cambio real como con el ingreso externo.

Por otra parte, por la especificación del modelo teórico, se incorpora como variable explicativa la tasa de interés real. La relación entre exportaciones y la tasa de interés real es directa.

$$LOG(X)=S(1)+S(2)*(DEV+INE-IN)+S(3)*LOG(PIBE)+S(4)*(I(-1)-INA(-1))+[AR(1)=S(5)]$$

Tabla IV.3 Ecuación para las Exportaciones				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
S(1)	-10.72786	1.404759	-7.636801	0.0000
S(2)	0.028199	0.006708	4.203881	0.0000
S(3)	2.524741	0.156720	16.10990	0.0000
S(4)	0.007946	0.003162	2.512837	0.0125
S(5)	0.527848	0.103493	5.100310	0.0000
R-squared	0.961542	Mean dependent var	11.87570	
Adjusted R-squared	0.958124	S.D. dependent var	0.311400	
S.E. of regression	0.063724	Sum squared resid	0.182734	
Durbin-Watson stat	1.886529			

E4: Importaciones

Las importaciones se hacen depender de la relación de precios externos e internos, del ingreso disponible, de la tasa de interés real y de los precios del petróleo. Debe notarse que según el modelo teórico esta variable depende además del tipo de cambio, pero en diferentes estimaciones realizadas esta no fue significativa si incluía junto a la tasa de interés real.

Como era de esperar las importaciones muestran una relación inversa con el precio externo, y una relación directa con el ingreso disponible. Además los datos muestran una relación inversa tanto con los precios internacionales del crudo como con la tasa de interés real.

$$\text{LOG}(M)=F(1)*\text{LOG}(\text{IPCE}/\text{IPC})+F(2)*\text{LOG}(\text{INDISP})+F(3)*\text{LOG}(M(-1))+F(4)*(\text{I}(-1)-\text{INA}(-1))+F(5)*\text{LOG}(\text{PP})$$

Tabla IV.4 Ecuación par alas Importaciones				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
F(1)	-0.074039	0.026700	-2.772979	0.0059
F(2)	0.379571	0.077223	4.915266	0.0000
F(3)	0.613897	0.080658	7.611068	0.0000
F(4)	-0.003118	0.001618	-1.926552	0.0549
F(5)	-0.064525	0.023432	-2.753702	0.0062
R-squared	0.956721	Mean dependent var	11.97071	
Adjusted R-squared	0.952874	S.D. dependent var	0.228117	
S.E. of regression	0.049521	Sum squared resid	0.110354	
Durbin-Watson stat	2.451132			

E5: Medio Circulante

La ecuación para el medio circulante en millones de colones depende del medio circulante del trimestre anterior (esterilización), del nivel de consumo, de la tasa de interés y de los precios internos.

Como es de esperar el medio circulante presenta una relación directa con el nivel de consumo y los precios; mientras que presenta una relación inversa con la tasa de interés.

$$\text{LOG}(M1C)=H(1)*\text{LOG}(M1C(-1))+H(2)*\text{LOG}(\text{CO})+H(3)*\text{I}+H(4)*\text{LOG}(\text{IPC})$$

Tabla IV.5 Ecuación para el Medio Circulante en Colones				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
H(1)	0.539714	0.057890	9.323064	0.0000
H(2)	0.439261	0.054604	8.044533	0.0000
H(3)	-0.009114	0.001932	-4.718593	0.0000
H(4)	0.459343	0.062826	7.311384	0.0000
R-squared	0.993760	Mean dependent var	12.44964	
Adjusted R-squared	0.993353	S.D. dependent var	0.620493	
S.E. of regression	0.050589	Sum squared resid	0.117728	
Durbin-Watson stat	1.479879			

E6: Tasa de Interés

Además tenemos otra ecuación que limita a la tasa de interés por la devaluación, la tasa de interés internacional, el ingreso (medido por el PIB) y la cantidad real de dinero. Como era de esperar se encuentra una relación positiva entre la tasa de interés doméstica con la devaluación y la tasa de interés externa. Mientras que se da una relación inversa con el ingreso y directa con la cantidad real de dinero (ambos rezagados).

$$\text{I}=\text{E}(1)+\text{E}(2)*(\text{M1C}(-1)/\text{IPC}(-1))+\text{E}(3)*\text{DEV}+\text{E}(4)*\text{PIB}(-1)+\text{E}(5)*\text{IE}+\text{E}(6)*\text{I}(-1)+[\text{AR}(2)=\text{E}(7)]$$

Tabla IV.6 Ecuación para la Tasa de Interés				
---	--	--	--	--

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
E(1)	8.264669	2.114945	3.907747	0.0001
E(2)	0.000100	3.95E-05	2.541803	0.0115
E(3)	2.300685	0.286424	8.032445	0.0000
E(4)	-4.83E-05	1.09E-05	-4.430219	0.0000
E(5)	0.429695	0.130243	3.299186	0.0011
E(6)	0.553251	0.069281	7.985640	0.0000
E(7)	-0.213686	0.096070	-2.224262	0.0268
R-squared	0.926168	Mean dependent var	20.03800	
Adjusted R-squared	0.915866	S.D. dependent var	4.981565	
S.E. of regression	1.444943	Sum squared resid	89.77803	
Durbin-Watson stat	1.481375			

E7: Precios

Por último tenemos una ecuación para los precios. De utilizar la demanda y oferta por trabajo derivadas del modelo teórico, se podría expresar una relación entre el salario y la cantidad de horas laboradas. El problema es que la cantidad de horas laboradas sería una variable endógena en el modelo y no se tienen datos de empleo con frecuencia trimestral. Por lo anterior podría utilizarse la función de producción y las ecuaciones del mercado laboral, para derivar una relación entre el nivel de producción, el salario y los precios internos. Esta es la ecuación que se estima finalmente.

De esta manera los precios se hacen depender de los salarios y del precio del petróleo, además de la producción. Se muestra una relación directa entre el nivel general de precios y el índice de salarios mínimos. Además se encuentra una relación directa con el nivel de producción y el precio internacional del crudo. Pero en esta ecuación no se descarta la existencia de autocorrelación debido a que no pasa la prueba propuesta.

$$IPC=V(1)*PP+V(2)*W+V(3)*PIB+[AR(2)=V(4)]$$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
V(1)	0.004932	0.001744	2.827573	0.0050
V(2)	0.842384	0.030095	27.99054	0.0000
V(3)	5.96E-07	3.44E-07	1.732960	0.0841
V(4)	0.812889	0.086655	9.380777	0.0000
R-squared	0.998601	Mean dependent var	3.315986	
Adjusted R-squared	0.998510	S.D. dependent var	1.339729	
S.E. of regression	0.051714	Sum squared resid	0.123021	
Durbin-Watson stat	1.331459			

Identidades

El modelo a su vez incluye 5 identidades. La primera se refiere al PIB como la suma del consumo, la FBK, el gasto del gobierno y las exportaciones netas. La segunda define el ingreso disponible como el PIB menos el ingreso del gobierno más los gastos en transferencias. La tercera calcula el tipo de cambio a partir de la devaluación trimestral y las dos últimas calculan el cambio porcentual en los precios tanto trimestral como interanual.

$$PIB = CO + FBK + G + X - M$$

$$\text{INDISP} = \text{PIB} - \text{IG} + \text{GT}$$

$$\text{TC} = \text{TC}(-1) * (1 + \text{DEV} / 100)$$

$$\text{IN} = (\text{IPC} - \text{IPC}(-1)) * 100 / \text{IPC}(-1)$$

$$\text{INA} = (\text{IPC} - \text{IPC}(-4)) * 100 / \text{IPC}(-4)$$

Algunas características de este modelo

Dejando de lado las consideraciones dinámicas, este modelo (para una observación) sigue una lógica similar a la del modelo IS-LM. Las principales relaciones se pueden representar mediante las siguientes funciones:

$$\text{PIB} = F(I(-1), \text{IPC})$$

$$\text{M1C} = F(\text{Co}(\text{PIB}, I(-1)), I, \text{IPC})$$

$$I = F(\text{M1C}(-1) / \text{IPC}(-1))$$

$$\text{IPC} = F(\text{PIB})$$

Las ecuaciones que van de la E1 a la E4 junto con la definición de demanda agregada hacen al PIB una función de la tasa de interés rezagada, los precios y el tipo de cambio, aunque en este caso el tipo de cambio es exógeno.

Para un nivel de precios dado, la relación entre el producto y la tasa de interés rezagada es inversa y se debe a las relaciones negativas entre la FBK y el consumo de la tasa de interés, que se refleja en el signo de los coeficientes B(3) y A(5).

Por su parte las ecuaciones E5 y E6 determinan la tasa de interés y el medio circulante para niveles dado de producto y precios. La ecuación E5 presenta una "demanda de dinero"²⁸. Pero a la vez sería de esperar, como se mencionó anteriormente, que en una economía pequeña y abierta con un tipo de cambio determinado por la autoridad monetaria la cantidad de dinero también dependiera de las RMI. Por lo que se incorporó a esta demanda dicha variable, pero no resultó significativo el parámetro estimado.

Lo que se supone es que esta relación se rompe porque la autoridad monetaria, con el fin de controlar precios, tiende a esterilizar los aumentos en el medio circulante que provienen de fuertes entradas de capitales. Es por esto que se incluyó en la ecuación el medio circulante rezagado, para intentar de replicar una política tendiente a suavizar los cambios en la cantidad de dinero en la economía.

Por su parte, al ser la economía abierta, es de esperar que la tasa de interés esté relacionada con la tasa de interés externa y la devaluación, mediante la paridad interés. La ecuación E6 muestra la dependencia de la tasa de interés de la devaluación y aunque se incluyó la tasa de interés externa su parámetro no fue significativo. Por otra parte, como no se espera que la movilidad de capitales sea perfecta, la tasa de interés también quedará determinada por la oferta monetaria, variable que también se incluye en la ecuación E6.

Podemos observar que la tasa de interés queda fijada por valores pasados, de las otras variables endógenas.

$$\text{PIB} = F(I(-1), \text{IPC})$$

$$\text{M1C} = F(\text{Co}(\text{PIB}, I(-1)), I, \text{IPC})$$

$$\text{IPC} = F(\text{PIB})$$

Así cambios en el medio circulante hoy no tiene efectos sobre el producto y precios actuales. La relación entre estas variables es dinámica. Cambios exógenos en el medio circulante de hoy afectan la tasas de interés de mañana y cambios en la tasa de interés de mañana afecta el producto de pasado mañana. Así variaciones exógenas en el medio circulante hoy tendrán efectos sobre producto y precios un semestre después en este modelo.

Por su parte un aumento exógeno en la tasa de interés de hoy tendrá también efectos en los precios y producto de mañana. Un aumento en la tasa de interés de hoy, por ejemplo provocado por un aumento en la devaluación, afectará la FBK, el consumo, las importaciones y las exportaciones de mañana. Se reducirían las tres primeras y aumentarían las exportaciones. El resultado final sería una disminución del producto.

Pero a la vez afecta el medio circulante hoy por lo que tendrá efectos sobre precios y productos dos períodos adelante. Al aumentar la tasa de interés disminuye el medio circulante hoy, así se afecta la tasa de interés de mañana.

Primero el medio circulante disminuye en $dM1C/di=H(3)*M1C$. Luego la tasa de interés de mañana cambiaría en $di/di(-1)=E(2)*H(3)*M1C(-1)/IPC(-1) + E(6)$. El primer término de esta relación prevalece, así disminuye la tasa de interés de mañana y al disminuir la tasa de interés de mañana aumenta el producto pasado mañana. Con esto el modelo genera ciclos en los cuales un cambio en la tasa de interés de hoy me lleva a cambios en el producto de mañana, pero a la vez a una variación inversa del producto pasado mañana.

Regresando a precios y productos de hoy podemos ver que estos se determinan por las ecuaciones 11) y 13) anteriores.

La ecuación 13) nos muestra una relación directa entre precios y producto. Mientras que la relación 11) nos muestra una relación inversa. Al aumentar los precios internos disminuyen las exportaciones y aumentan las importaciones lo que lleva a una reducción de la demanda agregada. Además, el aumento en los precios hoy se ve asociado a cambio en el M1C de mañana y esto provoca cambios en la tasa de interés y cambios en el producto de dos períodos adelante, como se describió anteriormente.

La relación 15) nos muestra una relación directa entre precios y producto que se refleja en el coeficiente $V(3)$ de la ecuación E6.

Al igual que el modelo anterior la convergencia dependerá de los valores iniciales de los precios, el producto y, en este caso, la tasa de interés.

V. Ajuste de los Modelos

Los dos modelos fueron resueltos utilizando el método de Gauss-Seidel. En el Anexo 4 se encuentra una descripción general de este método. En esta sección se puede notar como el cambio de especificación (a un modelo más dinámico) disminuyó el ajuste dentro de la muestra.

Para ver esto, una vez resuelto los modelos se pasó a estimar las medidas del error de simulación. Al igual que Saborío (2004) se estiman el error porcentual y el error porcentual absoluto para las principales variables endógenas de cada modelo. El error porcentual se basa en el concepto de norma²⁹ por lo que se exponen algunas características de estas en el Anexo 4.

Simulación Determinística y Estocástica.

Como se mencionó anteriormente los modelos fueron resueltos utilizando la técnica de Gauss-Seidel. En el Anexo 4 se presenta este procedimiento con más detalle, pero varias aclaraciones parecen importantes. Siguiendo a Fair (1984) podemos escribir un ejemplo para ilustrar el funcionamiento de esta técnica. Supongamos que el modelo consta solamente de 3 ecuaciones. Estas ecuaciones como en Fair (1984) se puede representar de la siguiente manera:

$$16) f_1(y_{1t}, y_{2t}, y_{3t}, x_{1t}, \alpha_1) = \mu_{1t}$$

$$17) f_2(y_{1t}, y_{2t}, y_{3t}, x_{2t}, \alpha_2) = \mu_{2t}$$

$$18) f_3(y_{1t}, y_{2t}, y_{3t}, x_{3t}, \alpha_3) = \mu_{3t}$$

En donde x_{it} es un conjunto de variables predeterminadas o exógenas, α_i representan los parámetros estimados en la ecuación i y μ_{it} representan los errores de la ecuación i .

Para resolver el modelo lo que podemos hacer es “despejar” cada una de las variables endógenas en función de las demás variables endógenas, de sus respectivas variables exógenas, de sus parámetros y los errores. Así el modelo anterior podemos representarlo por:

$$19) y_{1t} = g_1(y_{2t}, y_{3t}, x_{1t}, \alpha_1, \mu_{1t})$$

$$20) y_{2t} = g_2(y_{1t}, y_{3t}, x_{2t}, \alpha_2, \mu_{2t})$$

$$21) y_{3t} = g_3(y_{1t}, y_{2t}, x_{3t}, \alpha_3, \mu_{3t})$$

Para resolver el modelo necesitamos los valores de los parámetros y los errores. Supongamos que estos valores ya son conocidos. Una vez que conocemos los errores, los parámetros y dados los valores de las variables exógenas la forma de resolver el sistema es la siguiente. Primero tomamos un valor inicial para cada una de las variables endógenas. Normalmente el valor observado o estimado del período anterior. Así el valor inicial elegido para las variables endógenas y_2 y y_3 es sustituido en la primera ecuación 19) en

este ejemplo. Al sustituir estos valores encontramos un valor para y_{1t} . Utilizamos este nuevo valor para la primera variable endógena y el valor inicial para y_3 en la ecuación 20) y así obtenemos un nuevo valor para y_2 . Con los valores que se han encontrado para y_1 y_2 (de sustituir en 19) y 20)) podemos sustituir en la última ecuación del sistema 21) y así encontrar un valor para y_3 . Una vez que tenemos nuevos valores para las 3 variables endógenas, podemos volver a sustituir en la primera ecuación y así encontrar un nuevo valor para y_1 y con este encontrar un nuevo valor para y_2 y con estos dos un nuevo valor para y_3 . Este procedimiento puede repetirse hasta que alguna condición final sea impuesta. En nuestro caso dos condiciones fueron utilizadas la primera fue imponer un máximo de 5000 repeticiones al ensayo y la segunda que finalizara si el proceso convergía. En este caso que el proceso converga se definió como que el cambio porcentual de cada variable endógena fuera menor (en valor absoluto) a $1e-08$. Además en nuestro caso todos los modelos utilizados se detuvieron por la segunda razón, es decir convergieron. Como se indicó anteriormente para resolver el modelo de esta forma se necesita conocer los valores de los parámetros y de los errores de cada ecuación. Si en todo el proceso de resolver el sistema se utiliza solamente un conjunto para los errores y uno para los parámetros se dice que la simulación es determinística. A diferencia de esta, una simulación es estocástica si varios conjuntos de valores para los errores (y parámetros) son escogidos y utilizados para resolver el modelo. Para el segundo modelo utilizamos tanto la simulación determinística como estocástica. En la solución determinística se utilizó un error de cero (el valor esperado) y los parámetros estimados. Para la solución estocástica solamente se utilizaron varios conjuntos de valores para los errores, pero no así para los parámetros, los cuales siempre se mantuvieron en su valor estimado. Para la escogencia de los errores a utilizar en la simulación estocástica, primero se debe suponer que estos tienen alguna distribución, en este caso suponemos que dicha distribución es la normal. En otras palabras se supone que $u_t = (u_{1t}, \dots, u_{mt})'$ está independiente e idénticamente distribuido como una multivariante $N(0, S)$.

Ahora supongamos que u_t^* es una escogencia de los m errores. Utilizando estos errores podemos resolver el modelo como si fuera determinístico, solamente que utilizando estos errores escogidos en lugar de suponer que son cero. Si llamamos a esto una "prueba", podríamos seguir eligiendo errores y seguir haciendo "pruebas". Por cada prueba realiza se obtendría un conjunto de valores para las variables endógenas en el modelo, es decir cada una de las variables endógenas es resuelta para cada momento del período propuesto.

De esta manera para cada momento t se puede calcular la media y la varianza una de las variables endógenas. La manera de escoger los diferentes errores es la siguiente. Primero se descompone la matriz de varianzas-covarianzas estimadas \hat{S} en PP' , y los errores elegidos serían Pe en donde e es un vector $m \times 1$ de números elegidos de una distribución normal estándar. Puede demostrarse que los errores así elegidos tienen una matriz de var-covar igual a la de los errores estimados \hat{S} .

En nuestro caso utilizamos 1000 repeticiones para los errores cuando se utilizó la simulación estocástica. En la Tabla V.1 se presenta el error porcentual y el error porcentual absoluto para cada las principales variables endógenas en el segundo modelo, tanto de la simulación determinística como de la estocástica. En la simulación estocástica la variable que se utiliza es la media de las observaciones simuladas para cada variable endógena.

Las fórmulas utilizadas para calcular dichos errores son:

$$\text{Error Porcentual: } epc = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^t \left(\frac{\hat{Y}_t - Y_t}{Y_t} \right)^2}$$

$$\text{Error Porcentual Absoluto: } eap = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^t \left| \frac{\hat{Y}_t - Y_t}{Y_t} \right|$$

Tabla V.1 Errores de Simulación del Segundo Modelo
Solución Determinística vrs Estocástica

Variables	Determinística	Estocástica
-----------	----------------	-------------

	EPC	EAP	EPC	EAP
Consumo	0.022570967	0.018080399	0.022754853	0.018280548
FBK	0.128885756	0.103779923	0.130673286	0.104567327
Exportaciones	0.103153044	0.084625814	0.106609687	0.08712664
Importaciones	0.060258618	0.049759772	0.061024376	0.05051797
Tasa de Interés	0.080577703	0.066180231	0.079977748	0.065364921
IPC	0.02576255	0.021486297	0.026268242	0.021842349
M1C	0.054571687	0.043441046	0.05496657	0.043811753
PIB	0.040983896	0.034509517	0.042274611	0.035454989

De la tabla anterior se puede apreciar que los errores son menores, exceptuando el de la tasa de interés, para el modelo determinístico que para el estocástico. Por esto en adelante se seguirá utilizando la solución determinística para este modelo.

Comparación entre Modelos Estructurales

Los resultados para los errores de cada uno de los dos modelos estructurales utilizados se presentan a continuación.

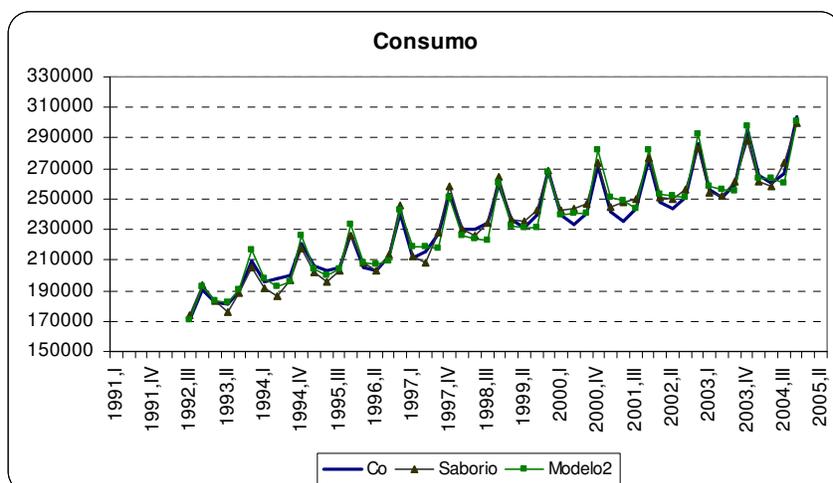
Variables	Saborío (2004)		Segundo Modelo	
	EPC	EAP	EPC	EAP
Consumo	0.020231632	0.015912053	0.022570967	0.018080399
FBK	0.095715669	0.072061158	0.128885756	0.103779923
Exportaciones	0.036388881	0.028309161	0.103153044	0.084625814
Importaciones	0.038234545	0.031693361	0.060258618	0.049759772
Devaluación	0.390024823	0.159034471		
Tasa de Interés			0.080577703	0.066180231
IPC	0.034335923	0.02696306	0.02576255	0.021486297
M1	0.039587751	0.031499422		
M1C			0.054571687	0.043441046
RMC	0.065620677	0.053201814		
PIB	0.028473116	0.022989993	0.040983896	0.034509517

De la tabla anterior puede notarse, que para las variables que comparten ambos modelos, los errores son menores en el modelo de Saborío (2004) en todas las variables excepto en el IPC. Por otra parte las variables con mayores errores en el modelo de Saborío (2004) son: la devaluación, la FBK y las RMC; mientras que en el segundo modelo las variables con un error mayor son: la FBK, la tasa de interés y las exportaciones.

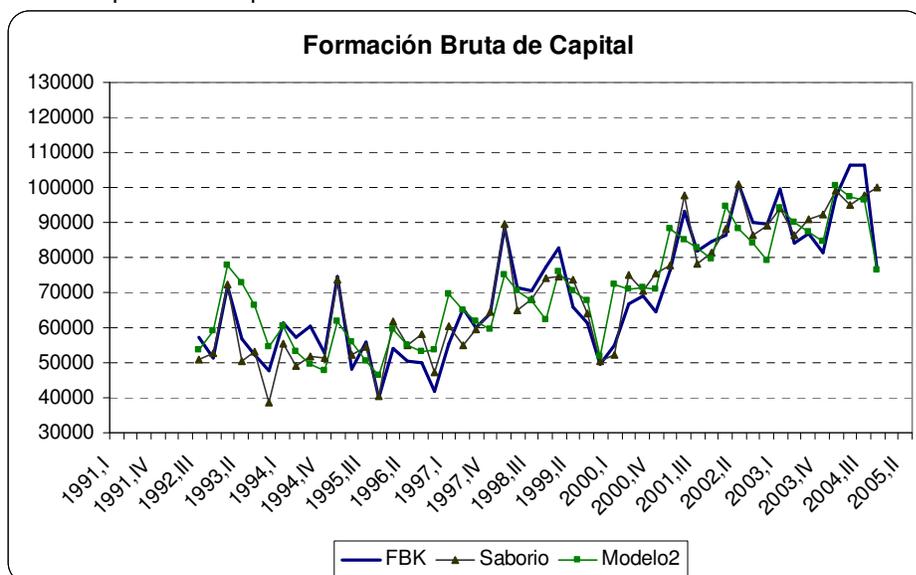
Para complementar este análisis de bondad de ajuste de los modelos a continuación se presentan los gráficos para las principales variables endógenas. En cada gráfico se presenta los valores observados y los estimados por cada uno de los modelos.

Como indica Saborío (2004) los errores de simulación, presentados miden la bondad de ajuste del sistema en forma agregada. Por tanto estos errores no permiten analizar la capacidad del modelo para generar los saltos abruptos o los ciclos presentes en las variables observadas y es por esto que se presenta un gráfico para cada variable con el valor observado y el resultado de la simulación.

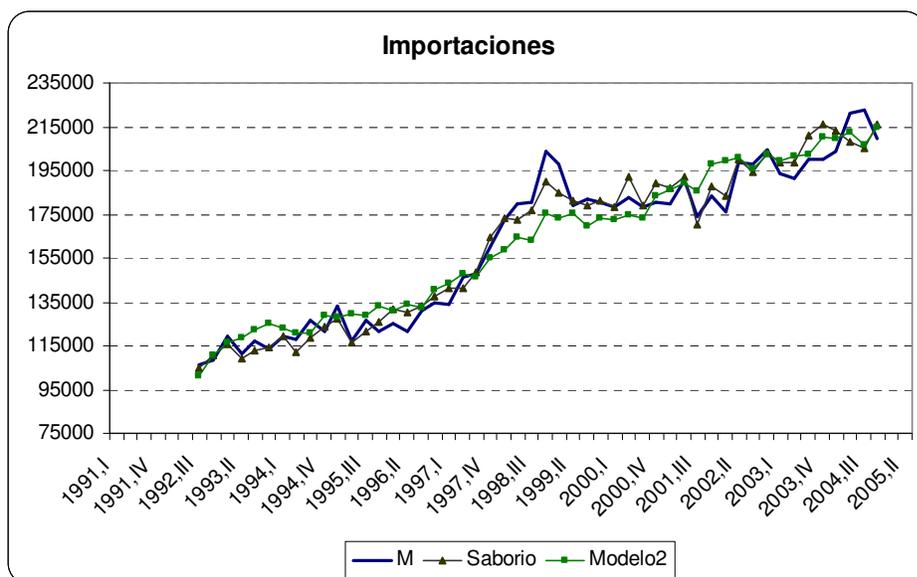
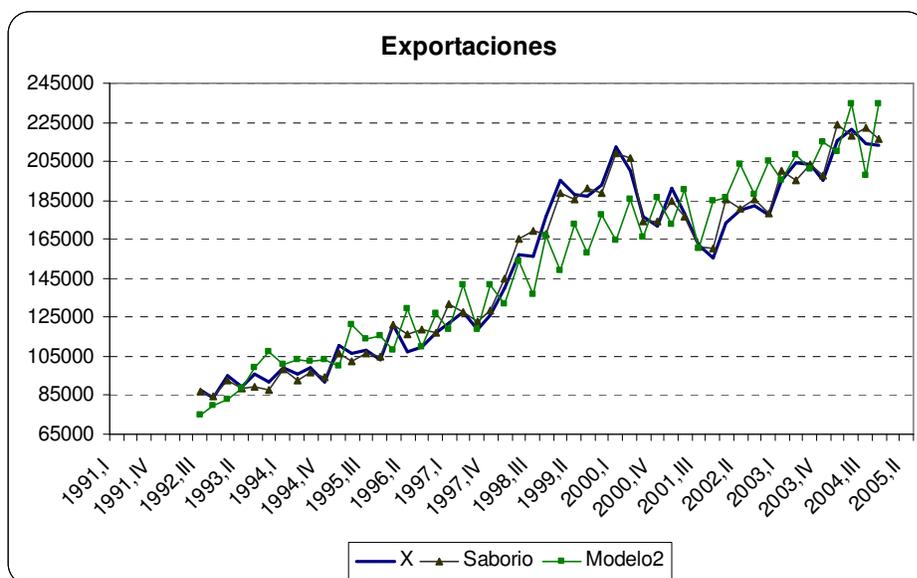
El primer gráfico muestra los resultados para el consumo. Se puede notar que como ambos modelos logran estimar relativamente bien las variaciones en el consumo, especialmente los aumentos en los últimos trimestres.



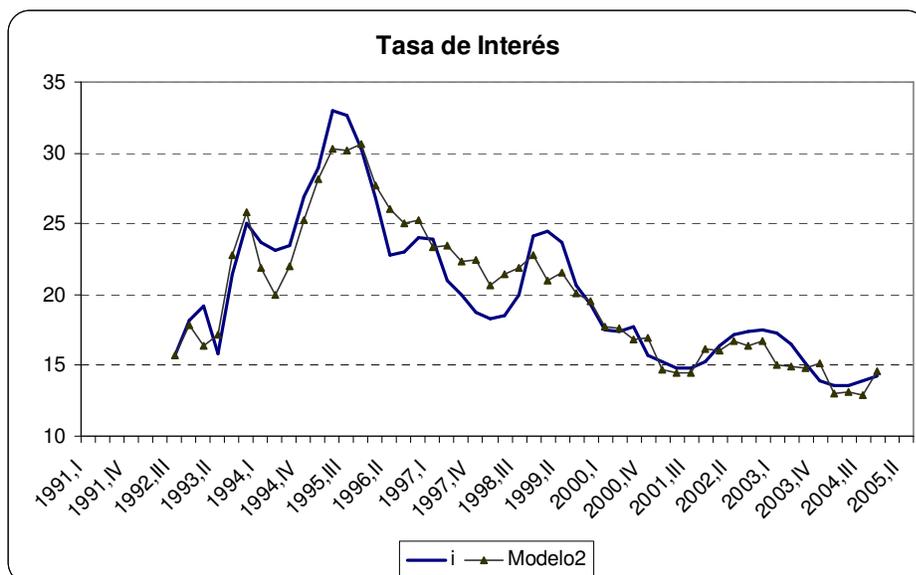
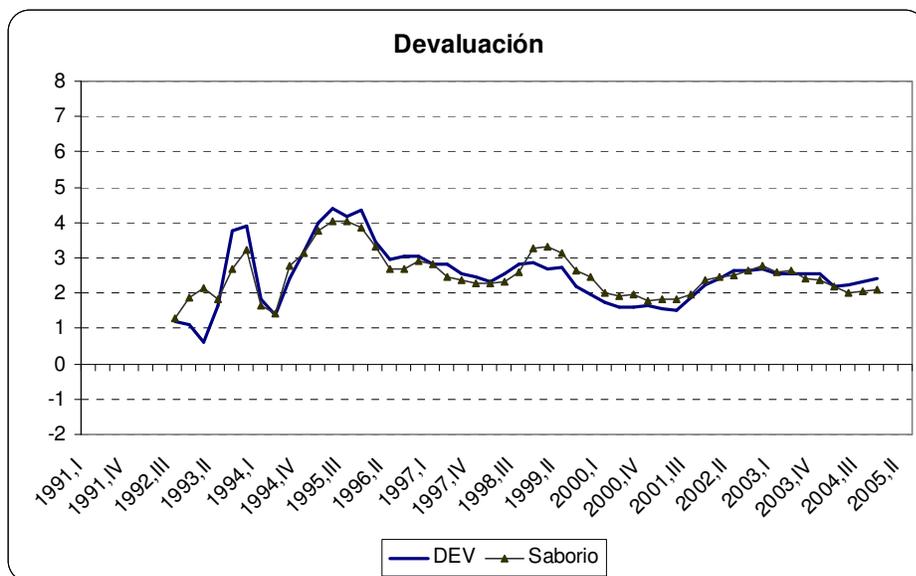
El segundo gráfico muestra el resultado para la formación bruta de capital. Como se vio en el cálculo del error de ajuste esta es una de las variables en la que ambos modelos tienen un ajuste bajo. Los modelos no logran replicar tan bien como en el caso del consumo los cambios abruptos o “picos” de esta variable. Además comparando ambos modelos el segundo modelo tiene menor capacidad para reproducir la serie si se compara con el primero.



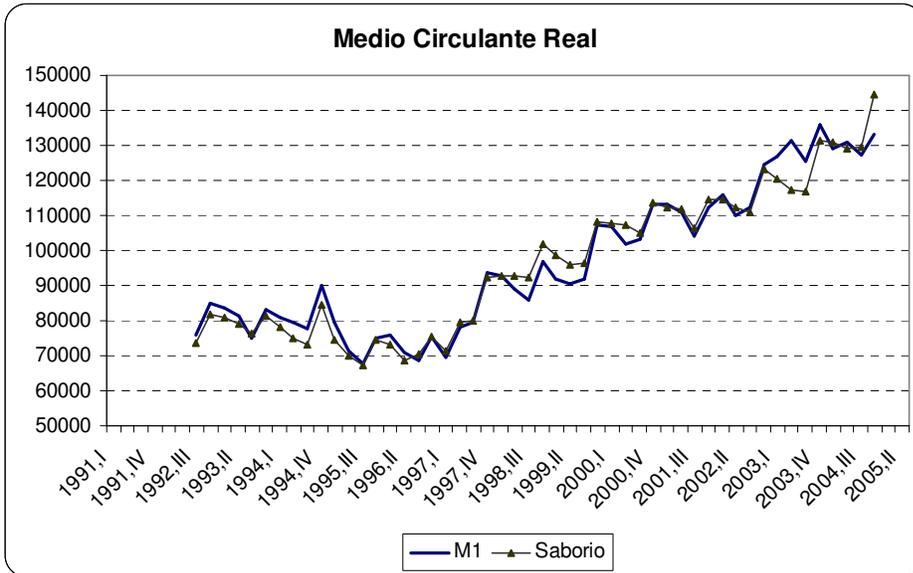
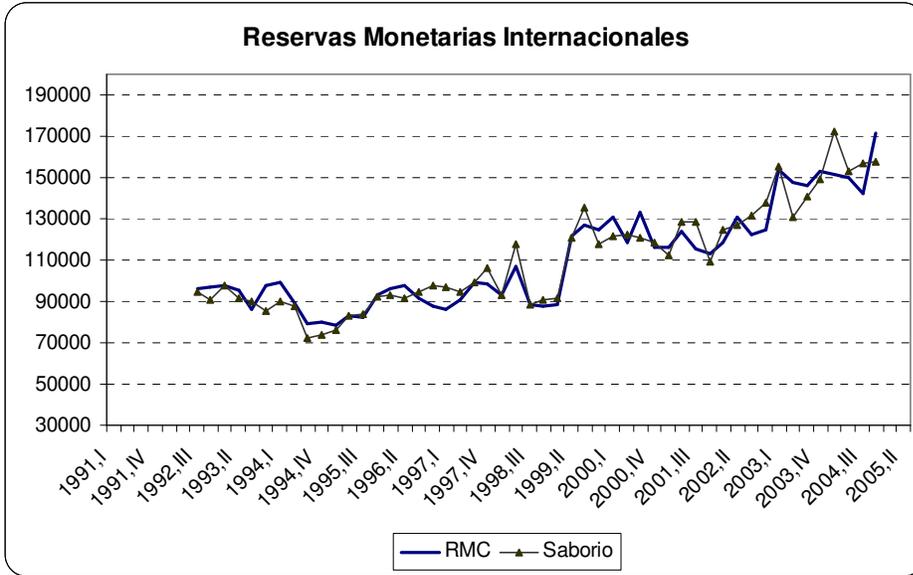
En el caso de las exportaciones el modelo de Saborío (2004) reproduce mejor los cambios. El segundo modelo falla en explicar esta variable especialmente entre 1997 y el 2000, en donde se espera que la llegada de INTEL haya contribuido al aumento importante que se observa en las exportaciones. El segundo modelo no toma en cuenta este evento, mientras que el primer modelo sí. Después de este período el segundo modelo muestra un mejor ajuste pero tiende a sobre estimar el valor observado. El ajuste para el caso de las importaciones es relativamente bueno en ambos modelos, aunque nuevamente el modelo de Saborío (2004) tiene una mayor capacidad para replicar “los picos”.

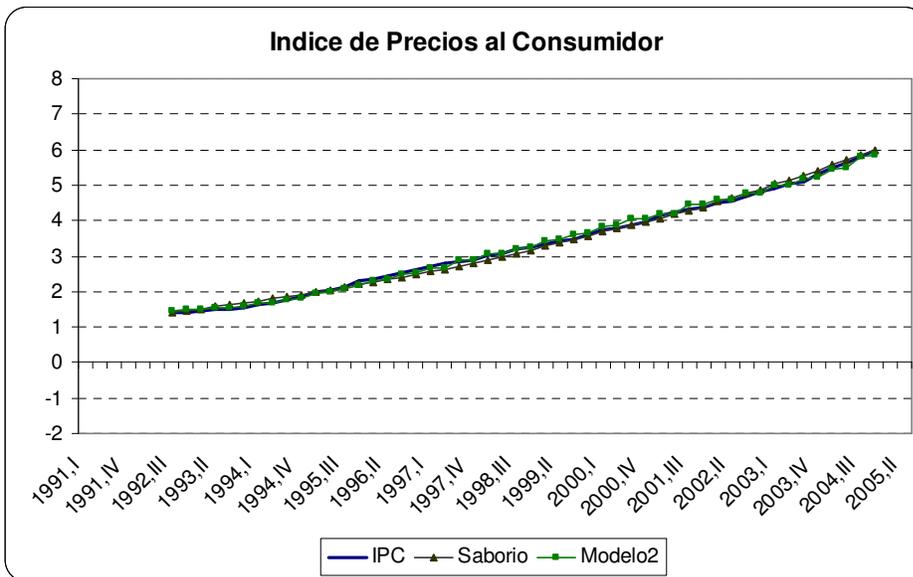
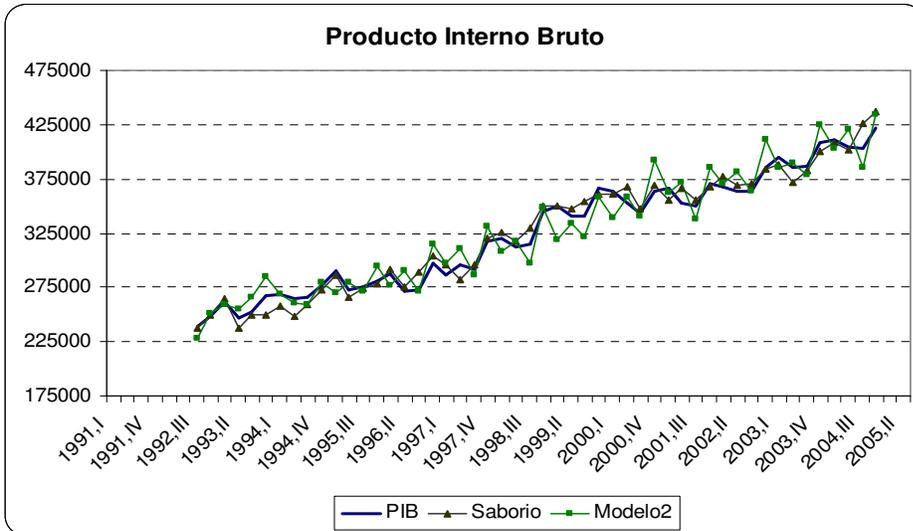
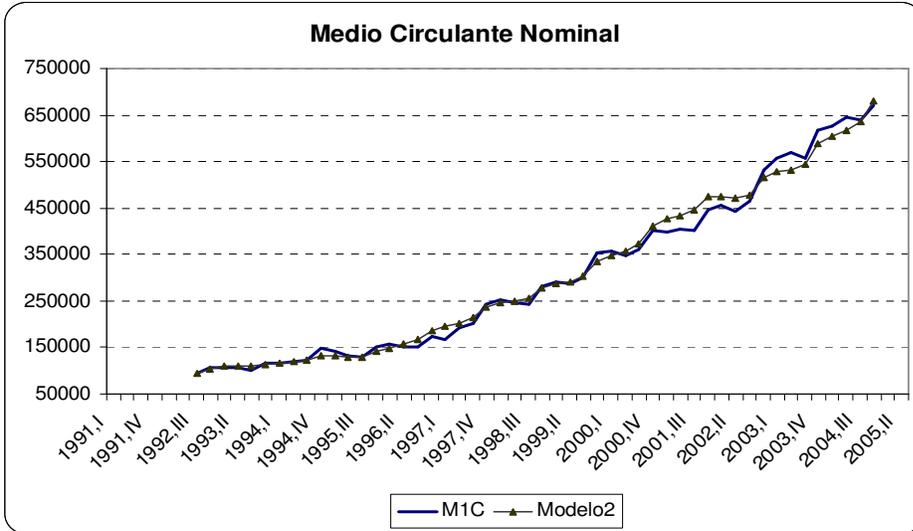


Otras dos variables de importancia tanto conceptual como en la solución del modelo son la devaluación en el caso del primer modelo y la tasa de interés en el caso del segundo. Como se notó se encuentra una dependencia de la producción y precios de estas dos variables endógenas. Estas variables presentan errores de simulación relativamente altos, pero en el caso de la devaluación el error es mayor en las primeras observaciones de la muestra y disminuye al final del período. En el caso de la tasa de interés se da el caso contrario en donde el menor ajuste se da a finales del período, como puede apreciarse en los siguientes gráficos.



A continuación se presentan los gráficos para otras variables endógenas. En general los modelos replican bien su comportamiento exceptuando las reservas monetarias en colones, en donde la serie estimada muestra mayores saltos que los datos observados.





VI. Estimación con los Modelos: Un Ejemplo.

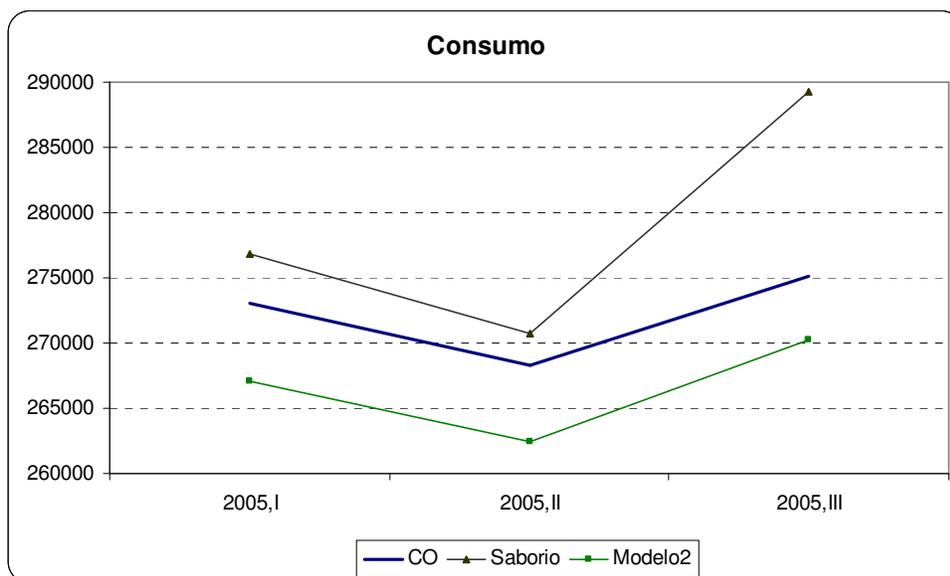
En esta sección se desarrolla un ejercicio de estimación fuera de la muestra con los dos modelos. Primeramente las observaciones utilizadas en la estimación de ambos modelos llega hasta el IV trimestre del 2004. Lo que hacemos es utilizar las cifras nuevas (hasta el tercer trimestre del 2005) publicadas para las variables exógenas y con estas estimamos a través de los modelos las variables endógenas y estas se comparan con los datos publicados.

Primero podemos calcular el error de simulación para estos nuevos estimados para comparar entre modelos. El resultado se muestra en la siguiente tabla.

Tabla VI.1 Error de simulación para la estimación fuera de la muestra		
	Saborío	Modelo2
Co	0.031225	0.020533715
FBK	0.010302	0.016372
X	0.067479057	0.077396
M	0.182379	0.133446
DEV	0.077559	
I		0.141327
IPC	0.010776	0.011372
M1(C)	0.028551	0.018846
PIB	0.100797	0.008115

Se puede notar que el error de simulación es menor para el caso del segundo modelo para el consumo, las importaciones, el medio circulante y el PIB. El primer modelo tiene un error de simulación menor para las exportaciones y la formación bruta de capital. Para el caso del IPC el primer modelo tiene un error de simulación menor aunque la diferencia es “pequeña”. Además la diferencia más importante se encuentra en la estimación del PIB. A continuación se muestra gráficamente las variables estimadas y observadas en este ejercicio para detallar más el resultado presentado en la Tabla VI.1

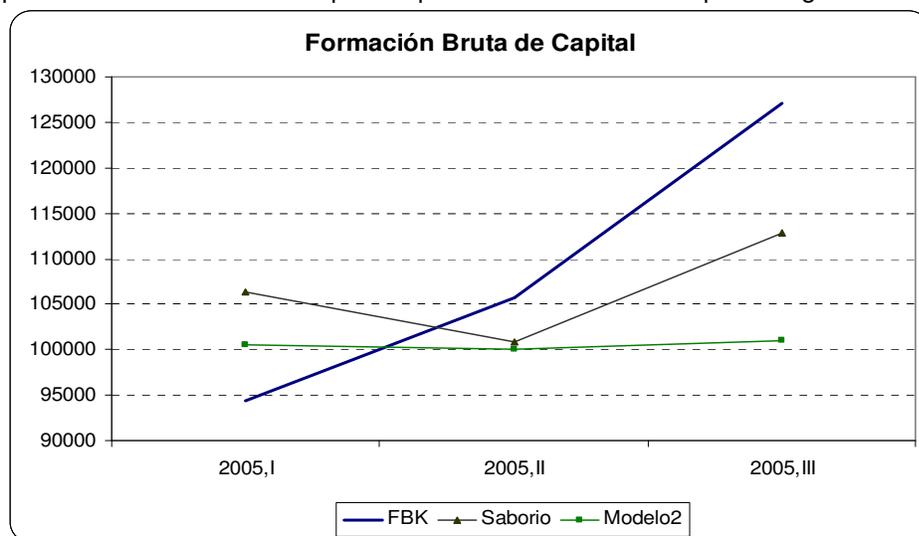
El siguiente gráfico presenta el resultado para el consumo. Se nota como ambos modelos tienen a subestimar los picos altos del consumo y a sobre estimar los picos bajos.



Si observamos las tasas de crecimiento interanuales encontramos que el modelo de Saborío (2004) en el peor de los casos, de este ejemplo, falla en pronosticar la tasa de crecimiento del consumo en 5.29 puntos porcentuales y en el mejor de los casos en 0.95 puntos porcentuales. Para el segundo modelo el

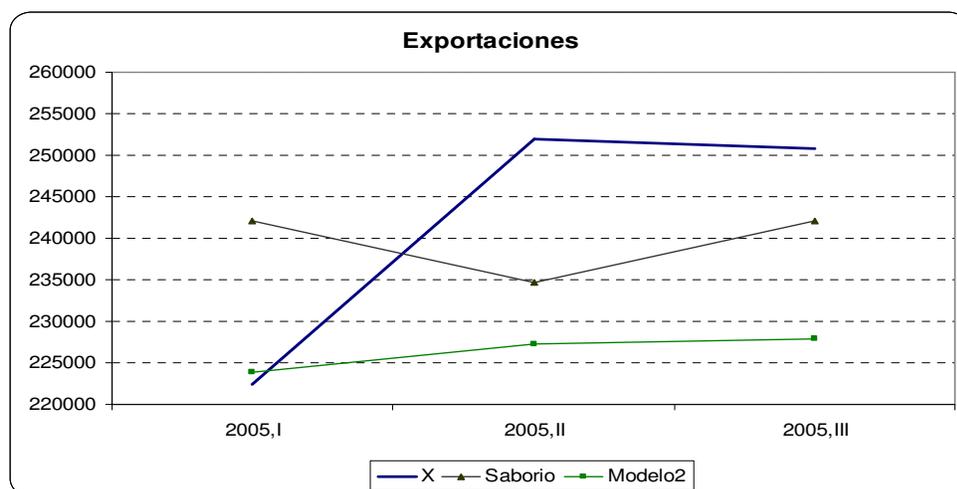
máximo error es de 2.24 puntos porcentuales y el menor de 1.86 puntos porcentuales. Si en lugar de la tasa de crecimiento nos fijamos en la diferencia entre el valor estimado y el observado, se encuentra que en el caso del primer modelo el máximo error es del 5.14% mientras que el menor del 0.92% del consumo observado. En el caso del segundo modelo la mayor diferencia entre observado y estimado es del 2.15% mientras que el menor error es del 1.80%.

El siguiente gráfico muestra el resultado del ejercicio para la formación bruta de capital. Esta es una de las variables con un menor ajuste, posiblemente por la alta varianza del cambio en las existencias que la compone. Si comparamos las tasas de crecimiento anuales observadas con las estimadas encontramos que ambos modelos fallan en hasta 13 puntos porcentuales en el primer modelo y hasta 24.51 en el segundo, cuando se trata de estimar la tasa de crecimiento de esta variable. En el mejor de los casos el primer modelo falla en 4.56 puntos porcentuales mientras que el segundo en 5.36 puntos.

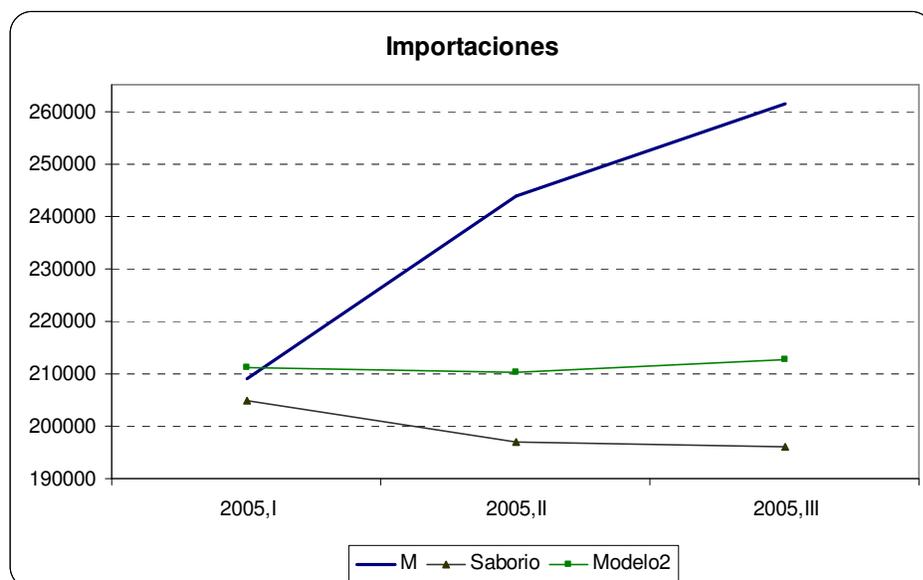


Lo anterior es respecto al cambio en el tiempo, pero las diferencias también son “altas” si se toma el error como la diferencia entre los valores observados y los estimados. El primer modelo falla en hasta un 12.69% del valor observado, mientras que el segundo modelo falla en hasta un 20.48% .

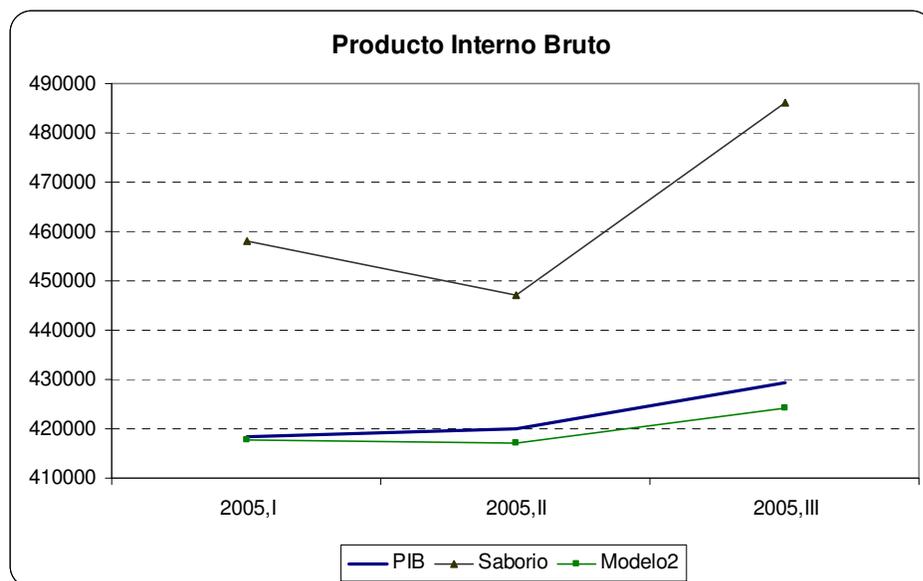
En el caso de las exportaciones el modelo de Saborío(2004) muestra un mejor ajuste para la mayoría de observaciones que se encuentran dentro de la muestra. En este modelo los errores al estimar la tasa de crecimiento de las exportaciones se encontraron entre 4.02 y 9.11 puntos porcentuales, mientras que los del segundo modelo se encontraron entre 11.18 y 0.65 puntos.



En el caso de las importaciones, para el ejercicio en cuestión, ambos modelos tienden a subestimarlas. En general respecto a los componentes del PIB se encuentran que la formación bruta de capital es la variable con un menor ajuste, y ambos modelos fallan en estimarla “adecuadamente”.

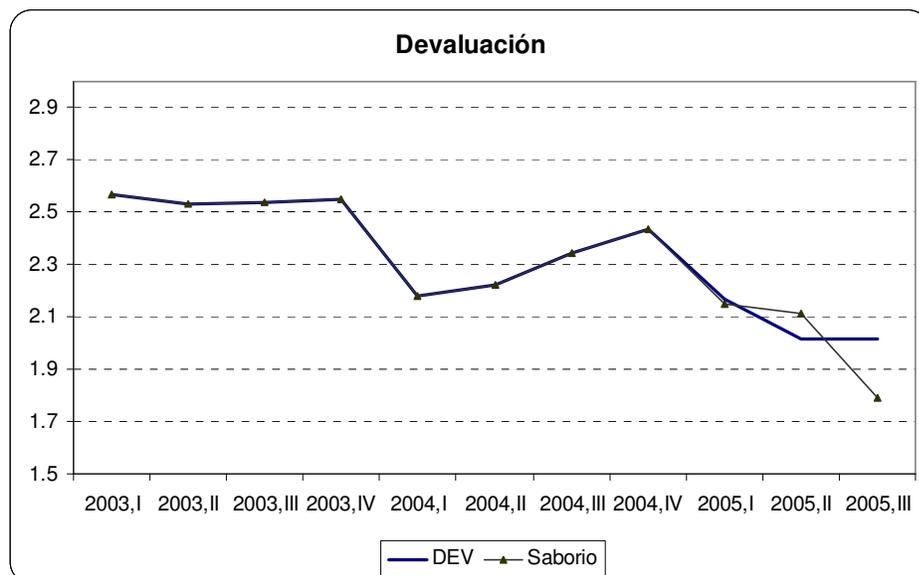


Respecto al PIB observamos que el primer modelo presenta un mejor ajuste. Además el modelo de Saborío (2004) presenta una pendiente bastante mayor a la observada, que lleva a sobre estimar la producción. El mayor error en la estimación de la tasa de crecimiento del PIB en el primer modelo es de 14.07 puntos porcentuales mientras que en el segundo es de 1.30 puntos. En el segundo modelo la mayor diferencia entre el PIB observado y el estimado es de 1.21%, mientras que en el primer modelo es de 13.19%.

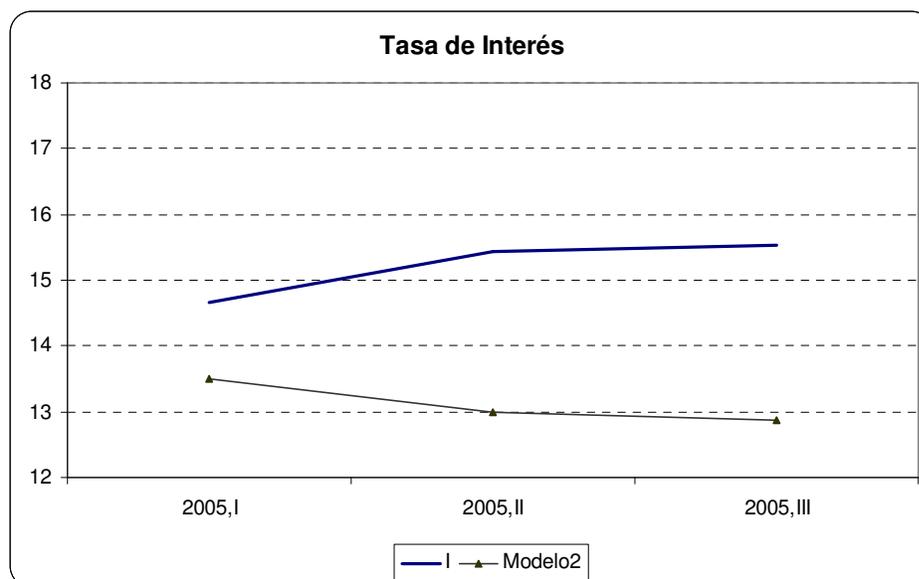


El siguiente gráfico muestra el caso de la devaluación. Esta variable es endógena en el modelo de Saborío (2004). Para el caso analizado, el modelo tiende a subestimar la devaluación en la última

observación. Puede notarse, que en este ejemplo, a pesar que el modelo subestima la devaluación esta subestimación es relativamente pequeña.



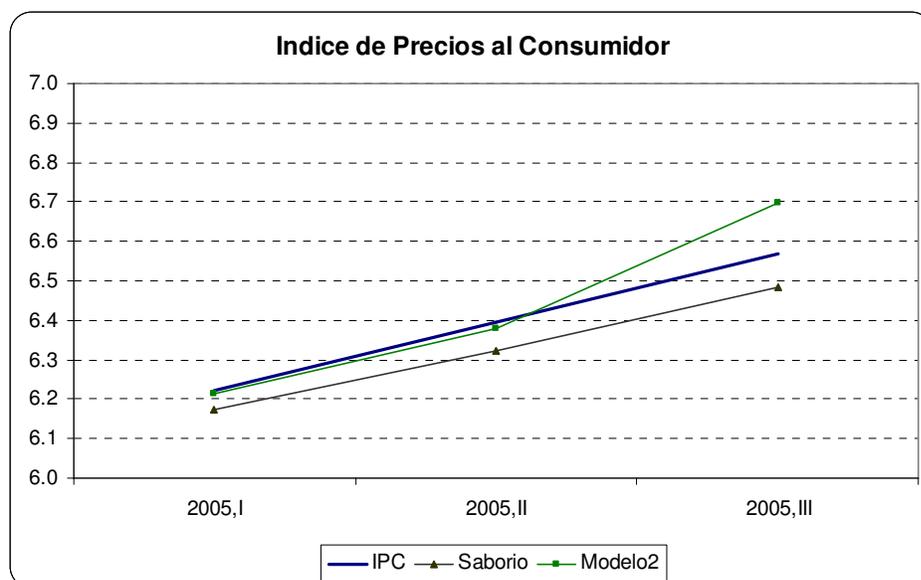
A continuación se muestra el resultado para la tasa de interés básica pasiva la cual es una variable endógena del segundo modelo. Esta variable es una variable con un error en la estimación que se puede considerar alto.



El modelo no solamente presenta error al estimar de hasta 2.64 puntos porcentuales, si no también, falló en predecir la tendencia de dicha variable.

Por último se presenta el resultado de la estimación para el caso del IPC. Ambos modelos muestran un ajuste relativamente alto para esta variable. Por un lado el modelo de Saborio (2004) tiende a subestimar el IPC, mientras que el modelo 2 tiende a sobre estimar la última observación.

Respecto a la inflación, es decir al cambio anual en el IPC, el segundo modelo muestra una diferencia que tiende a ser a lo sumo de 2 puntos porcentuales, mientras que el primer modelo muestra una diferencia a lo sumo de 1.48 puntos porcentuales.



VII. Inicio de un Modelo de Vectores Autorregresivos

Los modelos estructurales presentados anteriormente imponen la dependencia entre las variables, basándose en algunas relaciones desarrolladas por la teoría. La idea de en esta sección es desarrollar un modelo de vectores autorregresivos (VAR), el cual tiene la característica de que todas las variables endógenas dependen de todas y de los rezagos escogidos. Además en todas las ecuaciones se incluyen todas las variables exógenas elegidas, es decir, no se imponen "ceros" a algunos posibles parámetros.

Para este modelo se escogieron como variables endógenas las 7 presentadas en el segundo modelo: el consumo, la formación bruta de capital, las exportaciones, las importaciones, el medio circulante, la tasa de interés y el índice de precios al consumidor. Se incluyen 8 variables exógenas. Estas variables son: el ingreso disponible, la devaluación, el índice de precios al consumidor de los Estados Unidos, el PIB de los Estados Unidos, el precio del petróleo, el índice de salarios mínimos nominales y dos variables dicótomas una para el primer semestre de cada año y otra para el último semestre de cada año. Además se utilizó el logaritmo de cada una de estas variables en lugar de utilizarlas sin ninguna transformación, exceptuando la tasa de interés y la devaluación.

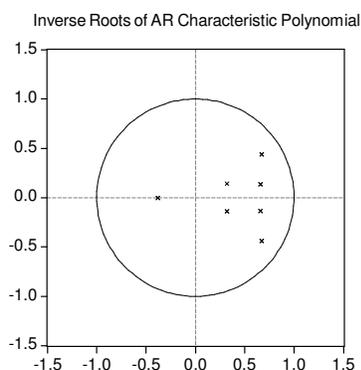
Como primer paso para la elaboración de este modelo se realizó la prueba de Dickey-Fuller aumentada para cada una de las variables. El número de rezagos utilizados se eligió utilizando el criterio de información de Akaike, con un máximo de 10 rezagos. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

	ADF calculado	ADF tabulado	Rezagos	
Log(CO)	-2.162530	-1.947520**	6	
Log(FBK)	-3.308841	-2.609324*	3	
Log(X)	-2.308828	-1.947119**	3	
Log(M)	-2.321088	-1.947119**	3	
Log(M1)	-2.062761	-1.947816**	8	
i	-4.282748	-2.615093*	9	
Log(IPC)	-5.203002	-3.550396*	0	Incluye Intercepto
Log(INDISP)	-3.102221	-2.923780**	8	Incluye Intercepto
DEV	-2.921416	-2.616203*	9	
Log(IPCE)	-3.840168	-3.581152*	10	Incluye Intercepto
Log(PIBE)	-3.307289	-2.915522**	1	Incluye Intercepto
Log(PP)	-7.227114	-2.606911*	0	

Log(W)	-2.647834	-2.597285***	5	Incluye Intercepto
--------	-----------	--------------	---	--------------------

* Al 99%, ** al 95%, *** al 90%.

Una vez que se prueban las relaciones de cointegración entre estas variables se calculó el modelo VAR con un rezago. Además dicho modelo es estable (ver siguiente gráfico)



Con los valores estimados del modelo se resuelve el modelo. A continuación se presentan los resultados para el error porcentual y el error porcentual absoluto y se comparan con los dos primeros estimados.

	Saborío (2004)		Segundo Modelo		VAR	
	EPC	EAP	EPC	EAP	EPC	EAP
Co	0.020231632	0.015912053	0.022570967	0.018080399	0.020671378	0.017061
FBK	0.095715669	0.072061158	0.128885756	0.103779923	0.115325858	0.088267
X	0.036388881	0.028309161	0.103153044	0.084625814	0.069549432	0.055368
M	0.038234545	0.031693361	0.060258618	0.049759772	0.052842856	0.040433
Dev	0.390024823	0.159034471				
I			0.080577703	0.066180231	0.079451753	0.067793693
IPC	0.034335923	0.02696306	0.025762550	0.021486297	0.013612646	0.010971
M1	0.039587751	0.031499422			0.058591358	0.050010699
M1C			0.054571687	0.043441046		
RMC	0.065620677	0.053201814				
PIB	0.028473116	0.022989993	0.040983896	0.034509517	0.026937253	0.022306

De la tabla anterior se nota que el modelo VAR presenta un mejor ajuste dentro de la muestra, para todas las variables, si se compara con el segundo modelo, pero es superior solamente para el IPC y PIB si se compara con el modelo de Saborío(2004).

Por último se realiza el mismo ejercicio de simulación realizado con los modelos anteriores pero esta vez con el modelo VAR. Lo que se hace es utilizar las últimas cifras publicadas y observar el ajuste que se obtiene mediante el modelo desarrollado. En la tabla siguiente se muestra el error porcentual absoluto para los tres modelos.

Se puede observar que el modelo VAR tiene un menor ajuste fuera de la muestra si se compara con los dos modelos anteriores.

	Saborío	Modelo2	VAR
Co	0.031225	0.020533715	0.004014
FBK	0.010302	0.016372	0.274262
X	0.067479057	0.077396	0.163366

M	0.182379	0.133446	0.173985
DEV	0.077559		
I		0.141327	0.21107
IPC	0.010776	0.011372	0.004807
M1(C)	0.028551	0.018846	0.113246
PIB	0.100797	0.008115	0.068148

El modelo VAR tiene un error menor que el segundo modelo solamente para el consumo y los precios. Si se compara con el modelo de Saborío (2004) tiene un menor error para el consumo, las importaciones, los precios y la producción.

De esta manera a pesar de que el modelo VAR impone muchas menos restricciones a los parámetros que el segundo modelo, parece no ser tan superior a este a la hora hacer ensayos fuera de la muestra, al menos para el ejemplo propuesto.

Además se hizo otro ejercicio utilizando los datos preliminares desde el primer trimestre del 2003 hasta el primero del 2005. Se calcularon los modelos incluyendo estos datos preliminares. Luego los valores estimados fueron comparados con los oficiales. En este ejercicio el modelo VAR presentó un error dentro de la muestra mayor, en todas las variables menos precios, que los otros dos modelos. Además al comprar los datos estimados de esta forma con los reportados finalmente (ya no preliminares) el modelo VAR fue el que mostró mayores errores “fuera de la muestra”.

VIII. Resultados y Recomendaciones

La estimación del modelo de Saborío (2004), se hace con mínimos cuadrados en dos etapas mientras que en el segundo modelo se utilizan mínimos cuadrados en tres etapas. Además el segundo modelo no estima las reservas monetarias internacionales y no divide las exportaciones en bienes y servicios.

El primer modelo toma la devaluación como una variable endógena y la tasas de interés como una variable exógena, mientras que el segundo modelo hace lo contrario, además de sustituir el uso de variables dicótomas por variables rezagadas.

Al realizar la simulación, los mayores errores se observan en los resultados para la formación bruta de capital, las reservas monetarias en colones, la devaluación, las exportaciones y la tasa de interés. En general el modelo de Saborío (2004) muestra un mejor ajuste dentro de la muestra que el segundo modelo.

Las variables con mayores errores en la simulación, son también las que fallan en la capacidad de predicción de los saltos.

La predicción fuera de muestra ex –post revela una capacidad bastante adecuada de ambos modelos para hacer estimaciones. Además aunque el segundo modelo presentó un menor ajuste dentro de la muestra presenta un mayor ajuste fuera de la muestra.

Otros métodos de estimación pueden ser usados, como el método generalizado de momentos y se debe seguir trabajando en el modelo VAR.

La formación bruta de capital es la variable para la que se tiene un menor ajuste. Esto puede deberse a que dentro de esta se toma en cuenta la variación en inventarios. Por esto se recomienda ampliar el modelo teórico de tal forma que se tome en cuenta explícitamente la decisión de las firmas sobre los inventarios deseados.

Además podría introducirse explícitamente el mercado bancario en el modelo, para poder determinar endógenamente el crédito y los depósitos a nivel nacional.

Sobre los datos podría sustituirse el IPC por algún otro índice de precios en el cual los precios de bienes externos tengan un peso menor. Con esto además podría utilizarse la tasa de interés de inversiones de corto plazo en lugar de la tasa básica pasiva, esto ya es la primera la que utiliza el BC como tasa de interés de política.

Por otra parte, se recomienda utilizar la prueba descrita en Fair(1984) para comparar el ajuste entre modelos. Esto ya que los métodos utilizados en este trabajo no toman en cuenta la incertidumbre sobre las variables exógenas, esto se da debido a que normalmente los modelos a comparar difieren en el número y tipo de variables exógenas que utilizan. Además los indicadores utilizados no toman en cuenta que las varianzas de los errores predichos varían en el tiempo.

Otra modificación que puede hacerse al modelo es probar con diferentes formas de formar las expectativas y no solamente suponerlas como si fueran adaptativas. Esto se puede hacer por ejemplo

suponiendo funciones fuera del modelo que intenten de predecir las variables sobre las que se deben formar las expectativas dependiendo de las variables que se crean relevantes para el agente particular.

ANEXO 1: Descripción de Variables

Descripción de cada variable y como se obtuvieron				
Sigla	Nombre		Transformación	Fuente
PIB	Producto Interno Bruto	millones de colones 1991	Promedio 3 meses	BCCR
CO	Consumo Privado	millones de colones 1991	Promedio 3 meses	BCCR
G	Consumo del Gobierno	millones de colones 1991	Promedio 3 meses	BCCR
IK	Inversión en capital	millones de colones 1991	Promedio 3 meses	BCCR
DE	Cambio en existencias	millones de colones 1991	Promedio 3 meses	BCCR
X	Exportaciones	millones de colones 1991	Promedio 3 meses	BCCR
XB	Exportaciones de Bienes	millones de colones 1991	Promedio 3 meses	BCCR
M	Importaciones	millones de colones 1991	Promedio 3 meses	BCCR
MB	Importaciones de Bienes	millones de colones 1991	Promedio 3 meses	BCCR
IG	Ingreso del Gobierno	millones de colones deflatado con PG	Al último mes del trimestre	BCCR
RA	Recaudación Aduanas	millones de colones deflatado con PG	Al último mes del trimestre	BCCR
RR	Recaudación de Renta	millones de colones deflatado con PG	Al último mes del trimestre	BCCR
RV	Recaudación Venta	millones de colones deflatado con PG	Al último mes del trimestre	BCCR
RC	Recaudación Consumo	millones de colones deflatado con PG	Al último mes del trimestre	BCCR
GG	Gasto Giros	millones de colones deflatado con PG	Al último mes del trimestre	BCCR
GT	Gasto Transferencias	millones de colones deflatado con PG	Al último mes del trimestre	BCCR
GI	Gasto Intereses	millones de colones deflatado con PG	Al último mes del trimestre	BCCR
GDI	Gasto Intereses Deuda Interna	millones de colones deflatado con PG	Al último mes del trimestre	BCCR
GDE	Gasto Intereses Dueda Externa	millones de colones deflatado con PG	Al último mes del trimestre	BCCR
GCB	Gasto Comiciones Bancarias	millones de colones deflatado con PG	Al último mes del trimestre	BCCR
M1	Saldos Monetarios	millones de colones def con PD	Promedio 3 meses	BCCR
CR	Crédito interno neto total	millones de colones def con PD	Promedio 3 meses	BCCR
DPC	Dépositos de ahorro en moneda nacional	millones de colones def con PD	Promedio 3 meses	BCCR
DPD	Dépositos de ahorro en dólares	millones de dólares def con PD	Promedio 3 meses	BCCR
RM	Reservas Internacionales BCCR	millones de dólares def con PD	Promedio 3 meses	BCCR
dR	Cambio en Reservas Internacionales (RM)			BCCR
PIBE	PIB de Estados Unidos	billones de dólares, 1991	Datos trimestrales	1/
INPE	Inflación medida con PDE			
PDE	Deflator del PIB de Estados Unidos			1/

IPCE	Indice del Precios al Consumidor de Estados Unidos			2/
INE	Inflación medida con IPCE			
PP	Precio del petróleo	dólares por barril	Promedios trimestrales	3/
ie	Tasa LIBOR		Promedios trimestrales	3/
tc	Tipo de Cambio	colones por dólar	Al último mes del trimestre	BCCR
dev	Devaluación			
i	Tasa Básica Pasiva			BCCR
PD	Deflator del PIB			
inp	Inflación medida con PD			
PG	Deflator del Gasto Público (G)			
ing	Inflación del Gasto Público			
IPC	Indice del Precios al Consumidor			BCCR, INEC
in	Inflación medida con IPC			BCCR, INEC
ipt	Indice de Precios de Transables			BCCR, INEC
ipnt	Indice de Precios de No Transables			BCCR, INEC
w	Indice Mensual de Salarios Mínimos			BCCR

FUENTES:

- 1/ US Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis. <http://www.bea.doc.gov/bea/dn/home/gdp.htm>
 2/ US Department of Labor: Bureau of Labor Statistics, <http://research.stlouisfed.org>
 3/ Spot Oil Price: West Texas Intermediate, <http://research.stlouisfed.org>

Fuente: Tomado de Saborío (2004).

ANEXO 2: Prueba de Autocorrelación Breusch Godfrey

A cada ecuación se le realiza la prueba de Breusch-Godfrey. En esta prueba la hipótesis nula es la ausencia de autocorrelación, la cual no se rechaza si el estadístico es menor que el valor crítico de la distribución X^2 con grados de libertad igual al número de rezagos reportado en la tabla y 95% de confianza. La selección del número de rezagos se hizo escogiendo el mínimo valor del criterio de ajuste de Schwarz, o sea, el mejor ajuste. La muestra utilizada para estas pruebas va desde el primer trimestre de 1992 hasta el primero del 2005, utilizando datos preliminares desde el 2003.

Tabla A2.1: Resultados de las pruebas de Autocorrelación:

Ecuación	Saborío (2004)			Modelo2		
	Rezago	Estadístico	Crítico	Rezago	Estadístico	Crítico
CO	8	14.552721	15.507313	8	14.788431	15.507313
FBK	2	3.3060448	5.9914645	1	14.264578	3.8414588
XSD	7	12.475866	14.067140			
XBD	8	7.0322092	15.507313			
X				3	3.4429959	7.8147279

M	4	13.300478	9.4877290	8	11.541998	15.507313
M1	8	7.1606162	15.507313			
RMC	8	16.104788	15.507313			
DEV	6	10.795257	12.591587			
M1C				8	5.7383832	15.507313
I				4	5.6964547	9.4877290
IPC	8	16.033213	15.507313	8	20.649306	15.507313

ANEXO 3: Mínimos Cuadrados en 3 etapas

¿Por qué Mínimos Cuadrados en 3 etapas?

Al estimar sistemas de ecuaciones nos encontramos con que el estimador de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) es inconsistente por la existencia de correlación entre los errores y las variables endógenas de cada ecuación. El estimador de MCO sería consistente si el sistema fuera completamente recursivo pero este no es nuestro caso.

Un método para obtener estimaciones consistentes, dado el problema anterior, es el de variables instrumentales. Así, por ejemplo, si el sistema está exactamente identificado el número de variables exógenas excluidas en cada ecuación sería igual al número de variables endógenas incluidas; por lo que se podrían usar las primeras como instrumentos de las segundas.

En nuestro caso el sistema está sobre identificado por lo que usar solo un subconjunto de las variables exógenas como instrumentos para las correlacionadas con los errores no sería la mejor elección. Esto ya que no se tomaría en cuenta la información sobre las variables endógenas incluida en las otras variables exógenas.

El método de mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E) lo que propone es utilizar una combinación lineal de las variables exógenas como instrumentos. Así, este método propone que se utilicen como instrumentos para las variables endógenas incluidas en la ecuación los valores ajustados de la regresión de dichas variables contra todas las variables exógenas.

Se puede demostrar que el uso de este método provee estimaciones consistentes; aunque debe notarse que al estimar ecuación por ecuación este método es de "información limitada".

El estimador de dos etapas, al estimar ecuación por ecuación, ignora la relación entre los errores de distintas ecuaciones, por lo cual es ineficiente comparado con un estimador de mínimos cuadrados generalizados (MCG).

El método de mínimos cuadrados en tres etapas (MC3E) lo que hace es utilizar la información provista en la matriz de varianzas y covarianzas de los errores para "ganar eficiencia", es decir, utiliza MCG junto con la estimación de variables instrumentales.

Con esto el estimador de MC3E es consistente y se puede demostrar que, entre los estimadores de variables instrumentales que solamente utilizan variables que están dentro del sistema, es eficiente.

Además si las perturbaciones son normales los parámetros estimados por este método tienen la misma distribución asintótica que los parámetros calculados por FIML ("full-information maximum likelihood") el cual es eficiente entre todos los estimadores.

Los estimadores de 2 y 3 etapas son respectivamente.

$$\hat{\delta}^{MC2E} = \left[\begin{matrix} \hat{Z}_j \\ \hat{Z}_j \end{matrix} \right]^{-1} \hat{Z}_j y_j$$

$$\hat{\delta}^{MC3E} = \left[\begin{matrix} \hat{Z}_j (\Sigma^{-1} \otimes I) \\ \hat{Z}_j \end{matrix} \right]^{-1} \hat{Z}_j (\Sigma^{-1} \otimes I) y_j$$

En donde $Z_j = [Y_j, X_j]$, $\delta_j = [\gamma_j, \beta_j]$ y Σ es la matriz de varianza covarianza de los errores, j se refiere a una ecuación del sistema y las variables con “sombbrero” se refieren a estimados.

Se puede notar que la diferencia en los parámetros estimados se debe a la inclusión de la matriz de varianza y covarianza, como se usa MCG, lo cual se hace para tomar en cuenta la correlación entre los errores de distintas ecuaciones.

ANEXO 4: Método de Gauss-Seidel y Normas.

Este Anexo se basa en Burden y Faires (1989) al cual se refiere para un mayor detalle de métodos numéricos para resolver sistemas de ecuaciones.

Método de Gauss-Seidel

El método de Gauss-Seidel es una técnica iterativa para resolver sistemas de ecuaciones. En resumen es una técnica para resolver sistemas de la forma $Ax = b$ iniciando en una aproximación $x^{(0)}$ de la solución x y generando a partir de esta una secuencia de vectores $\{x^{(k)}\}_{k=0}^{\infty}$ que converge a x.

Esta técnica envuelve un proceso que transforma el sistema de la $Ax = b$ a uno de la forma $x = Tx + c$. Una vez elegido el vector inicial $x^{(0)}$, la secuencia seguida para encontrar la solución sería:

$$x^{(k)} = Tx^{(k-1)} + c$$

para cada $k=1,2,3\dots$

Suponga que la matriz A del sistema original $Ax = b$ es:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

dicha matriz puede descomponerse tal que:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & a_{22} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & & 0 \\ 0 & \dots & 0 & a_{nn} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & \dots & \dots & 0 \\ -a_{21} & \ddots & & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ -a_{n1} & \dots & -a_{n,n-1} & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & -a_{21} & \dots & -a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & & \ddots & -a_{n-1,n} \\ 0 & \dots & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

$$A = D - L - U$$

En donde D es una matriz diagonal, -L es una matriz compuesta por la parte triangular inferior de A y -U es una matriz compuesta por la parte triangular superior de A.

Con esto el sistema $Ax = b$, puede expresarse como:

$$(D - L - U)x = b$$

$$(D - L)x = Ux + b$$

De aquí el método de Gauss-Seidel utiliza:

$$(D - L)x^{(k)} = Ux^{(k-1)} + b$$

o

$$x^{(k)} = (D - L)^{-1} Ux^{(k-1)} + (D - L)^{-1} b$$

para estimar la solución del sistema, iniciando con los valores preestablecidos de $x^{(0)}$.

Distancia entre Vectores y Matrices: Las Normas

La norma de un vector en R^n es una función $\| \cdot \|$ de $R^n \rightarrow R$ que tiene las siguientes propiedades:

$$\| x \| \geq 0 \text{ para todo } x \in R^n$$

$$\| x \| = 0 \text{ sii } x = 0$$

$$\| \alpha x \| = |\alpha| \| x \|, \forall \alpha \in R, \forall x \in R^n.$$

$\|x + y\| \leq \|x\| + \|y\|, \forall x, y \in \mathbb{R}^n$.

Entre este grupo de funciones podemos definir las dos normas utilizadas en el presente trabajo: la norma Euclidiana y la norma infinita.

La norma Euclidiana se define como:

$$\|x\|_2 = \left\{ \sum_{i=1}^n x_i^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

Mientras que la norma infinita podemos definirla como:

$$\|x\|_\infty = \max_{1 \leq i \leq n} |x_i|$$

Desde que la norma de un vector nos da una medida para la distancia entre un vector y el origen, la distancia entre dos vectores puede ser definida como la norma de la diferencia de los vectores.

Así, si $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ y $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ son vectores en \mathbb{R}^n las distancias entre estos vectores, siguiendo la norma euclidiana y la infinita, serían respectivamente:

$$\|x - y\|_2 = \left\{ \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$\|x - y\|_\infty = \max_{1 \leq i \leq n} |x_i - y_i|$$

Por su parte la norma de una matriz sobre el conjunto de todas las matrices $n \times n$ es una función real $\|\cdot\|$, definida sobre este conjunto que satisface para todas las matrices A y B y cualquier número real α las siguientes condiciones:

$$\|A\| \geq 0$$

$\|A\| = 0$ si A es una matriz con ceros en todas sus entradas

$$\|\alpha A\| = |\alpha| \|A\|$$

$$\|A + B\| \leq \|A\| + \|B\|$$

$$\|AB\| \leq \|A\| \|B\|$$

Como en el caso de vectores la distancia entre dos matrices $n \times n$ A y B con respecto a cierta norma puede definirse como $\|A - B\|$

Además si $\|\cdot\|$ es una norma para un vector en \mathbb{R}^n , entonces

$$\|A\| = \max_{\|x\|=1} \|Ax\|$$

es una norma de la matriz.

Además puede demostrarse que si $A = (a_{ij})$ es una matriz $n \times n$, entonces:

$$\|A\|_\infty = \max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n |a_{ij}|$$

Por otra parte podemos definir el radio espectral $\rho(A)$ de una matriz A como

$\rho(A) = \max |\lambda|$ donde λ es un valor propio de A.

Con esta definición se puede demostrar que si A es una matriz $n \times n$ entonces:

$$\left[\rho(A^t A) \right]^{\frac{1}{2}} = \|A\|_2$$

Estas dos últimas formulas son las utilizadas en el presente trabajo para calcular las normas de matrices respectivas.

IX. Referencias

Burden, R. and Faires, J. (1989). *Numerical Analysis*. 4 Ed. PWS-KENT Publishing Company.

Fair, Ray. 1984. *“Specification, Estimation and Analysis of Macroeconometric Models”*. Harvard University Press.

Greene (1997) *Econometric Analysis*. 3 Ed. Prentice Hall.

Maddala (1996) *Introducción a la Econometría* 2 Ed., Prentice Hall.

Saborío (2004). “Modelo Macroeconómico Trimestral para Costa Rica”. *Informe Final, Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas, UCR*.

Notas

¹ El autor es el único responsable por lo expresado en el documento. Se agradecen los comentarios y observaciones de los participantes en el Seminario del Lunes 1 de Junio del 2009 en las Oficinas del Estado de la Nación en Pavas, San José.

² El petróleo se clasifica según su origen (p.e. "West Texas Intermediate" o "Brent") y también relacionándolo con su peso API (*American Petroleum Institute*). En refinación se clasifica como "dulce" (contiene relativamente poco azufre) o "ácido" (contiene mayores cantidades de azufre). El Brent Blend, está compuesto de 15 crudos procedentes de campos de extracción en los sistemas Brent y Ninian de los campos del Mar del Norte y se almacena y carga en la terminal de las Islas Shetland. La producción de crudo de Europa, África y Oriente Medio sigue la tendencia marcada por los precios de este crudo. El West Texas Intermediate (WTI) es para el crudo estadounidense. El Dubai se usa como referencia para la producción del crudo de la región Asia-Pacífico. El Tapis (de Malasia), usado como referencia para el crudo ligero del Lejano Oriente. El Minas (de Indonesia), usado como referencia para el crudo pesado del Lejano Oriente. Se tiene además el Arabia Ligero de Arabia Saudita, el Bonny Ligero de Nigeria, el Fateh de Dubai, el Istmo de México (no-OPEP), el Saharan Blend de Argelia y el Tía Juana Ligero de Venezuela, entre otros. La Cesta OPEP, es más pesada que los crudos Brent y WTI.

³ Por ejemplo, para el año 2003 el petróleo representó un 4.5% del PIB mundial. En ese mismo año, a nivel mundial, dentro de la cadena del valor, el precio del crudo representó un 53% del total, mientras que los impuestos un 27%, la distribución y el marketing un 12%, el refino un 6% y el transporte un 2% (Figueroa, Emilio, 2006. *El Comportamiento económico del mercado petrolero*. Publicado por Ediciones Díaz de Santos, ISBN 8479787392, 9788479787394. 283 páginas). Como se observa, el petróleo crudo a diferencia del gas natural, se caracteriza por tener, ceteris paribus, unos costes de transporte relativamente bajos a larga distancia.

⁴ Ver un estudio interesante sobre el tema en Smith, James (2003). "Inscrutable OPEC? Behavioral Test of the Cartel Hypothesis". Department of Finance. Southern Methodist university. Dallas, TX. Presented during June 2002 at the Institut Francais du Petrole in Paris and the 25 Annual International Conference of the International Conference of the International Association for Energy Economics in Aberdeen, Scotland.

⁵ Un aumento del precio del crudo en un 10% se trasladó en un aumento directo del Índice de Precios al Consumidor en una banda entre 0.08 y 0.23 puntos porcentuales en los países de la OCDE (OCDE, 2004).

⁶ El Instituto de Petróleo Americano (*American Petroleum Institute* –API-) clasifica el petróleo en "liviano", "mediano", "pesado" y "extrapesado". El Crudo liviano o ligero: tiene gravedades API mayores a 31,1 °API. El Crudo medio o mediano: tiene gravedades API entre 22,3 y 31,1 °API. El Crudo pesado: tiene gravedades API entre 10 y 22,3 °API. Finalmente, el Crudo extrapesado: gravedades API menores a 10 °API.

⁷ BP Statistical Review of World Energy June 2008 (<http://www.bp.com/statisticalreview>). La información solo se presenta para petróleo, dejando por fuera otros tipos de energía como gas, electricidad y el resto.

⁸ La OPEP se formó en 1960 con cinco miembros (Irán, Irak, Arabia Saudita, Kuwait y Venezuela) quizás como respuesta al poder oligopólico que tenían las llamadas Siete Hermanas (Exxon, Shael, British Petroleum, Mobil, Chevron, Gula y Texaco). Para 1971, se le unen a la OPEP Qatar, Indonesia, Libia, Emiratos Arabes Unidos, Algeria y Nigeria. Inclusive, debido a la capacidad limitada de refinación de los Estados Unidos en los años 70 data por Texas, Oklahoma and Louisiana, el poder entonces se diluye con la OPEP. Sin embargo, el papel de la OPEP como cartel controlador de cuotas y precios pudo no tener los efectos deseados en los años 70s y 80s debido al poder de concentración de mercado que tenía Arabia Saudita.

⁹ Entre otros: http://www.lainsignia.org/2006/junio/econ_009.htm

¹⁰ James Douglas Hamilton, "Understanding Crude Oil Prices" (June 4, 2008). *University of California Energy Institute. Policy & Economics*. Paper EPE-023. <http://repositories.cdlib.org/ucei/policy/EPE-023>

¹¹ Mediante la venta de bonos corporativos y, la emisión de acciones las empresas dot-com absorbieron del mercado de capitales miles de millones de dólares, que hicieron inflar el precio de sus acciones. Ante esa evolución del valor accionario y una política de tasas de interés bajas, los especuladores de los fondos de cobertura y los bancos de inversión siguieron colocando dinero en empresas cuyo valor presente del flujo libre de efectivo –indicador altamente correlacionado con el verdadero valor de una empresa- era considerablemente inferior al precio que le estaban asignando los mercados de capitales. Como consecuencia, el 10 de marzo de 2000, el índice Nasdaq –que refleja la evolución del precio de las acciones de las empresas de tecnología- llegó al nivel de 5,048 puntos, duplicando el nivel correspondiente al año anterior. A partir de ese nivel máximo vino la debacle. Los seis aumentos de tasas de interés que realizó entre 1999 y 2000 la Reserva Federal (i.e., el Banco Central de los Estados Unidos) y el aumento de la incertidumbre sobre la capacidad de las empresas dot-com de generar beneficios en el mediano plazo, se combinaron para alejar a los inversionistas de esos negocios.

¹² En el Anexo 1 se presenta las estadísticas de importación por tipo de producto en el período 1990-2007, de acuerdo con el informe de Estadísticas de la CEPAL en México.

¹³ En el Anexo 3 se presenta una muestra de compras que mantuvo RECOPE con algunas empresas durante el período parte del período 2006-2008.

¹⁴ Dicha estimación se realizó en el Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica y se presentó en la Conferencia sobre el Impacto de los Precios Internacionales en RECOPE S.A. el 11 de Noviembre del 2008.

¹⁵ Como se indicó en las secciones previas, el movimiento de los precios en el 2008 siguió una tendencia alcista debido a la dirección (devaluación del dólar, aumento de la demanda versus restricción de la oferta) y a la velocidad (eventos coyunturales y especulativos). En el muy corto plazo el Filtro Hodrick-Prescott capturó todas las tendencias a la baja en los últimos impulsos de la tendencia en los mercados (ver Anexo 7), con lo cual, se pudo determinar que los precios a finales de diciembre del 2008 pudieran ubicarse en US\$80/bbl.

¹⁶ Dicho Modelo simultáneo de la economía de Costa Rica creado en el año 2004 utiliza el método de tres etapas para convergencia (Gauss-Sidel, estocástico). Todas las ecuaciones se mueven simultáneamente, con rezagos y se utilizan datos trimestrales de Costa Rica. El modelo consta de 7 ecuaciones de comportamiento que son resueltas de forma simultánea. En los fundamentos, tanto las familias como las empresas buscan maximizar su utilidad sujeta a las restricciones conocidas. El gobierno interviene otorgando transferencias y cobrando impuestos. También gasta en la provisión de bienes y servicios. El Banco Central interviene fijando el tipo de cambio en el mercado de divisas. De esta forma acumula o desacumula reservas monetarias internacionales (RMI). Suponiendo equilibrio en este mercado y utilizando el postulado de la Ley de Walras, se puede determinar endógenamente tanto la cantidad de dinero como la tasa de interés local (paridad de tasas de interés). En el Anexo 8 se presentan las identidades y las ecuaciones utilizadas en el modelo.

¹⁷ Una media móvil aritmética (simple) se expresa como $P_r = \left[\sum_{t=-m}^0 \alpha_t P_t^* \right]$, donde α_t es igual a 1 entre el número de periodos que se consideren, siendo α_t el mismo para cada periodo incluido en el cálculo de la media móvil.

¹⁸ Aunque doce es un número arbitrario, no recomendaría periodos más largos puesto que la media móvil ponderada se tornaría insensible a variaciones en los precios más recientes, lo que impediría capturar rápidamente cambios en la tendencia de precios internacionales. Por otra parte, si el número es menor que doce entonces el número estaría determinado a partir del modelo estructural, por lo que cumplimos con el objetivo de reducir al máximo la arbitrariedad en la elección del número de rezagos.

¹⁹ A un nivel de confianza del 5%.

²⁰ Restricciones de $\alpha_t : (0 \leq \alpha_t \leq 1), \left(1 = \sum_{t=-m}^0 \alpha_t \right)$

²¹ En este caso, el precio pactado es igual al de referencia más el diferencial de precios entre el pactado y el de referencia.

²² Que el precio pactado sea mayor que el precio de referencia podría entenderse como tiempos malos para el industrial, por lo que la Cámara procedería a compensarle, lo que implica un desahorro para la Cadena del Petróleo – entendiéndose la Cámara–.

²³ Que tenga que pagar un precio menor que el precio de referencia podría entenderse como buenos tiempos para el industrial, lo que se procedería a ceder a la Cámara, a modo de ahorro para malos tiempos, una parte de esa ganancia que se deriva de pagar precios bajos.

²⁴ Esta sección constituye un resumen del Informe del Presidente Ejecutivo de la Refinadora Costarricense de Petróleo RECOPE S.A. del 28 de Agosto del 2008 sobre el estado de las negociaciones y propuestas sobre la incorporación de Costa Rica a Petrocaribe. Dicho documento se encuentra en la Presidencia de RECOPE S.A. y fue facilitado al suscrito para los efectos de este Informe.

²⁵ Este Apéndice es un resumen del documento del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica (<http://www.ucr.ac.cr/~iice/>) intitulado Informe de Proyecto REVISIÓN DEL MODELO ECONOMÉTRICO DEL 2004 elaborado por Luis Diego Rojas en Diciembre del 2005. Dicho documento es la base conceptual de las ecuaciones y estimaciones realizadas en el presente trabajo de investigación.

²⁶ Debe notarse que tanto la tasa de interés real interna como externa se aproxima por la diferencia entre la tasa de interés nominal en términos *anuales* y la inflación *trimestral*.

²⁷ Específicamente los instrumentos utilizados son: C PIB(-1) GT(-1) IG(-1) GT IG D4 I(-1) FBK(-1) INA(-1) D1 D36 D56 DEV INE PIBE M(-1) PP M1C(-1) IPC(-1) IE W W(-1)

²⁸ En realidad lo que se estiman es una ecuación para los diversos puntos “de equilibrio” que se observan.

²⁹ En el Anexo 4 se presenta la definición de norma para vectores y matrices, además de las principales características de éstas y cómo calcular la norma euclidiana e infinita.