

Morales, Juan Antonio; Espejo, Justo; Chávez, Gonzalo; La Torre, Gilka; Evia, José Luis

**Working Paper**

## Shocks externos transitorios y políticas de estabilización para Bolivia

Documento de Trabajo, No. 02/92

**Provided in Cooperation with:**

Instituto de Investigaciones Socio-Económicas (IISEC), Universidad Católica Boliviana

*Suggested Citation:* Morales, Juan Antonio; Espejo, Justo; Chávez, Gonzalo; La Torre, Gilka; Evia, José Luis (1992) : Shocks externos transitorios y políticas de estabilización para Bolivia, Documento de Trabajo, No. 02/92, Universidad Católica Boliviana, Instituto de Investigaciones Socio-Económicas (IISEC), La Paz

This Version is available at:

<http://hdl.handle.net/10419/145405>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



*Instituto de Investigaciones Socio Económicas*

Documento de Trabajo No. 02/92  
Enero de 1992

**Shocks Externos Transitorios y Políticas  
de Estabilización para Bolivia**  
(Versión Resumida)

*por Juan Antonio Morales, Justo Espejo  
y Gonzalo Chávez con la colaboración de  
Gilka La Torre y José Luis Evia*

## **Shocks Externos Transitorios y Políticas de Estabilización para Bolivia\***

por: Juan Antonio Morales, Justo Espejo y Gonzalo Chávez, con la colaboración de Gilka La Torre y José Luis Evia

### **Introducción**

Se examina en este estudio se examina la naturaleza de las fluctuaciones de precios e ingresos de exportación del estaño, el zinc y el gas natural, y sus repercusiones en la economía boliviana. El énfasis está en los choques transitorios y no en las tendencias de largo plazo, y más en los precios que en los volúmenes de producción. El objetivo principal del trabajo es llegar a proponer mecanismos de estabilización del ingreso nacional y del consumo, alrededor de sus trayectorias definidas por los determinantes fundamentales de crecimiento. La estabilización de variables reales es una preocupación central, pero se hace ocasionalmente algunas referencias a la estabilización de variables nominales.

Bolivia ha participado y participa en varios esquemas internacionales de precios, con stocks reguladores o cuotas de producción. Se tiene al respecto una larga tradición; en cambio, los productores bolivianos han estado prácticamente ausentes de los mercados financieros, donde hubiesen podido encontrar instrumentos para compartir riesgos. Tampoco hay muchos trabajos sobre fondos nacionales de estabilización, con la excepción de los estudios pioneros de R. Musgrave (1981) y P. Musgrave y Desormaux (1976).

Los problemas de diseño de un mecanismo de estabilización de fluctuaciones de varias exportaciones son sustancialmente más complejos que en el caso de un sólo producto dominante. El tipo de propiedad del sector exportador tiene también importancia en la definición de los mecanismos de estabilización. Bolivia está en una fase de transición, con

---

\* Resumen del documento de investigación sobre Shocks Externos Transitorios y Políticas de Estabilización para Bolivia, preparado en el marco del programa de cooperación técnica del Banco Interamericano de Desarrollo (ATN/SF-3578-RE). Se puede obtener la versión completa en el IISEC-UCB.

cambios muy profundos en la estructura de la propiedad y con las empresas públicas que tienen un papel más disminuido que en el pasado reciente. Los shocks externos afectan más bien indirectamente al sector público, a través de la tributación, cuando el sector exportador es predominantemente privado.

Un punto crucial para el análisis en este trabajo es la identificación de las fluctuaciones transitorias para, separarlas de los shocks permanentes. La viabilidad de algunos instrumentos de estabilización depende crucialmente de esta identificación. La separación por tipo de fluctuaciones no es fácil y es específica a cada mercado de exportación. Si bien los tratamientos para el estaño y el zinc pueden ser parecidos, el del gas natural ha de ser bastante diferente. Además, en el caso de este último producto, el peligro de que el shock transitorio anticipado se convierta en permanente en 1992, cuando cese el contrato de venta de gas a la Argentina, le da particularidades al análisis.

El estudio está organizado de la siguiente manera: En el capítulo 1 se hace un inventario de lo que significan el estaño, el zinc y el gas natural en las exportaciones y en los ingresos del sector público. En el capítulo 2 se consigna las transformaciones muy importantes en la naturaleza, pública o privada, de las inversiones que han ocurrido en la década pasada. En el capítulo 3, se presenta algunas estimaciones de los costos de la inestabilidad externa, se revisa lo que han significado los shocks negativos del estaño y del gas natural en la segunda mitad de los años ochenta, y se precisa los mecanismos de transmisión de los shocks externos a la economía interna. El capítulo 4 está dedicado al examen de los procesos estocásticos que generan los precios internacionales. En el capítulo 5 se discute los mecanismos específicos de estabilización, ordenados alrededor de tres temas principales: los mercados de cobertura, las reglas de formación de precios en las operaciones bilaterales de venta de gas, y el establecimiento de un fondo de estabilización macroeconómica.

---

Los autores agradecen a Montague J. Lord por sus valiosos comentarios y sugerencias a una versión anterior de este trabajo. Agradecen igualmente los comentarios de Miguel Basch, Eduardo Engel y Patricio Meller. Los resultados, interpretaciones y

## 1. La Importancia de los Sectores Primarios

### a. Contribución a las Exportaciones de Mercancías

Hasta más o menos 1965, las exportaciones de estaño constituían el 70% del total de exportaciones de mercancías (cuadro 1). Desde 1965, el estaño ha ido perdiendo su importancia relativa, y casi desapareció de las exportaciones bolivianas, después del crash de su precio en la Bolsa de Metales de Londres de Octubre de 1985. Aunque la producción se ha recuperado en los dos últimos años, sus perspectivas son todavía inciertas. A partir de 1988 la exportación de zinc ha venido creciendo muy sustancialmente, habiéndose convertido en el mineral boliviano con mayor valor de exportación de los últimos tres años.

Bolivia tiene una participación del 8% en la producción mundial de estaño mientras que en el zinc no llega a 1%, aún después de tres años de fuerte expansión de la producción. Las exportaciones de estaño son de concentrados y metales refinados, las de zinc son exclusivamente de concentrados.

Las exportaciones de gas a la República Argentina comenzaron en 1972. El valor de las exportaciones ha estado decisivamente condicionado por las fluctuaciones de precios, resultantes de negociaciones bilaterales particularmente difíciles.

El estaño, el zinc y gas el natural han constituido, en promedio anual, 64% del valor de las exportaciones (legales) de mercancías de Bolivia entre 1950 y 1990. En los quince años que precedieron a la crisis de 1985, esos tres productos constituyeron 64.2% del total de las exportaciones. Entre 1986 y 1990, esta proporción cae ligeramente, a 60.2%, pero con un cambio muy sustancial de la composición, con el zinc y el gas natural que toman el lugar del estaño. No llamará la atención que los precios de esas exportaciones sean determinantes críticos de los términos de intercambio.

A pesar de la importancia de esos tres productos, su contribución al balance cambiario del Banco Central ha sido mas bien pequeña entre 1985 y 1990. el balance cambiario refleja los movimientos de reservas sobre una base de caja.

**Cuadro 1: Participación del Estaño, Zinc y Gas Natural en las Exportaciones Totales de Mercancías. 1929-1990 (%)**

<b>Año</b>	<b>Estaño</b>	<b>Zinc</b>	<b>Gas Natural</b>	<b>Subtotal</b>
1929	75.1	0.5	-	75.6
1930	76.2	1.7	-	77.9
1931	76.4	4.8	-	81.2
1932	72.2	5.9	-	78.1
1933	69.4	6.4	-	75.7
1934	79.5	2.6	-	82.1
1935	73.7	2.1	-	75.7
1936	61.3	3.3	-	64.6
1937	62.5	3.6	-	66.0
1938	63.3	2.6	-	65.9
1939	66.3	1.6	-	67.9
1940	71.3	3.3	-	74.6
1941	70.6	1.4	-	72.0
1942	67.0	2.2	-	69.2
1943	67.4	3.4	-	70.8
1944	68.5	2.8	-	71.3
1945	74.9	3.5	-	78.4
1946	70.6	3.5	-	74.1
1947	67.1	2.4	-	69.5
1948	71.1	2.5	-	73.6
1949	70.8	2.3	-	73.1
1950	67.4	5.6	-	73.0
1951	62.0	8.1	-	70.0
1952	60.0	9.3	-	69.3
1953	64.2	4.9	-	69.1
1954	55.2	4.8	-	60.0
1955	56.0	5.6	-	61.6
1956	55.1	4.7	-	59.8
1957	65.5	6.2	-	71.6
1958	56.0	5.0	-	61.0
1959	68.0	1.1	-	69.1
1960	63.2	1.7	-	64.9
1961	66.1	1.8	-	67.9
1962	68.3	1.2	-	69.5
1963	66.4	1.4	-	67.7
1964	71.1	2.7	-	73.8
1965	70.5	3.2	-	73.8
1966	62.0	3.3	-	65.3
1967	54.6	2.7	-	57.3
1968	54.2	1.7	-	56.0
1969	51.7	3.9	-	55.7
1970	46.9	6.3	-	53.1
1971	49.0	7.1	-	56.1
1972	46.5	6.3	4.0	56.8
1973	38.7	7.7	5.4	51.7
1974	38.0	6.2	4.8	49.0
1975	32.9	7.7	8.1	48.8
1976	34.7	6.3	8.8	49.8
1977	46.1	6.3	9.4	61.9
1978	51.6	4.3	10.8	66.8
1979	46.2	5.0	12.2	63.4
1980	36.5	3.5	21.3	61.3
1981	34.5	4.1	33.8	72.4
1982	31.0	4.3	42.5	77.8
1983	25.4	4.1	46.3	75.8
1984	31.7	4.8	48.0	84.5
1985	27.8	4.4	55.4	87.5
1986	16.3	4.4	51.5	72.2
1987	12.1	5.8	43.6	61.5
1988	12.8	10.0	35.8	58.6
1989	15.4	16.1	26.0	57.5
1990	11.2	15.8	24.3	51.3

Fuente: Elaborado en base a datos de los Boletines del Sector Externo y Boletines Estadísticos del Banco Central de Bolivia

b. La Contribución de los Ingresos Fiscales

Las cuentas del sector público constituyen posiblemente el mecanismo principal de transmisión de las fluctuaciones de precios de las exportaciones a la economía interna. Los shocks afectan directamente a las empresas públicas exportadoras e, indirecta pero no menos significativamente ente, al gobierno general.

Cuadro 2: Ventas Externas de las Internacion Empresas Públicas, 1981-90

	COMIBOL + ENAF	YPFB	TOTAL EMPRESAS PUBLICAS
A. Como % del PIB	6.0	5.1	12.3
1981	7.9	6.9	16.3
1982	5.6	5.3	11.7
1983	4.2	6.6	11.7
1984	2.6	5.2	8.8
1985	NA	NA	NA
1986	5.2	4.9	6.0
1987	1.4	4.9	7.5
1988	2.2	2.7	5.2
1989	2.1	4.3	8.2
1990 <sup>P</sup>			
B. Como % de sus Ventas Totales			
1981	69	55	51
1982	70	73	62
1983	95	71	63
1984	96	84	76
1985	95	54	50
1986	NA	NA	NA
1987	91	39	39
1988	86	38	41
1989	79	25	32
1990 <sup>P</sup>	95	34	41

Fuente: Elaboración de los autores con datos no publicados del Ministerio de Planeamiento y Coordinación, y Unidad de Análisis de Política Económica (UDAPE)  
<sup>P</sup> Preliminar

Las ventas externas (antes de impuestos y transferencias) de COMIBOL (incluyendo a su empresa asociada desde Agosto de 1985 que es la Empresa Nacional de Fundiciones (ENAF)) solían constituir más del 6% del PIB (cuadro 2). Con la crisis económica interna del primer quinquenio de los ochenta y con la subsiguiente crisis internacional, estas ventas bajaron en 1988 a un nivel tan bajo como 1.4% del PIB. En las ventas externas de YPFB,

como porcentaje del PIB, se tiene también una caída pero menos regular y acentuada que la de COMIBOL.

**Cuadro 3: Ingresos Tributarios Anuales del Tesoro General de la Nación, 1970-89 (% del PIB)**

	Impuestos a la Minería			Impuestos a Hidrocarburos			Otros Imp. Al Com Exter (7)	Impuestos Internos (8)	Total (9)
	Regalías Estatal. (1)	Regalías Privadas (2)	Total (3)	Exportaciones (4)	Prod. y Consumo Interno (5)	Total (6)			
1970	0.0	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	3.8	3.4	8.6
1971	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.4	3.2	4.1	8.1
1972	0.8	0.0	0.8	0.3	0.4	0.7	2.8	3.5	7.8
1973	1.4	0.2	1.6	1.0	0.9	1.9	2.5	3.3	9.3
1974	1.7	1.2	2.9	1.0	1.9	2.9	3.1	2.7	11.6
1975	0.6	0.4	1.0	1.3	1.6	2.9	4.3	3.3	11.5
1976	1.1	0.4	1.5	1.4	1.9	3.3	3.3	4.0	12.1
1977	1.4	0.6	2.0	1.1	1.2	2.3	3.4	4.2	11.9
1978	1.5	0.5	2.0	0.8	1.0	1.8	3.3	4.1	11.2
1979	1.6	0.7	2.3	0.0	0.1	0.1	2.9	3.8	9.1
1980	1.1	0.5	1.6	0.7	0.9	1.6	2.8	3.8	9.8
1981	0.4	0.2	0.6	0.8	2.0	2.8	2.7	3.1	9.2
1982	0.4	0.1	0.5	0.4	0.8	1.2	1.2	2.0	4.9
1983	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.6	1.6	2.6
1984	0.5	0.2	0.7	0.0	0.3	0.3	0.9	0.7	2.6
1985	0.0	0.2	0.2	1.9	2.8	4.7	0.9	0.9	6.7
1986	0.0	0.0	0.0	1.2	4.6	5.8	1.1	2.4	9.3
1987	0.0	0.1	0.1	1.5	4.6	6.1	1.6	3.2	11.0
1988	0.0	0.1	0.1	2.0	4.7	6.7	1.3	3.6	11.7
1989	0.1	0.0	0.1	1.3	5.0	6.3	1.1	3.7	11.2
1990 <sup>p</sup>	0.0	0.1	0.1	2.3	8.5	10.8	1.4	3.1	15.4

Fuente: Elaboración de los autores con datos de UDAPE

<sup>p</sup> Preliminar

Un panorama similar al de las empresas públicas se presenta con los ingresos tributarios del gobierno, reflejados en las cuentas del Tesoro General de la Nación (TGN). Esas cuentas

son las que tienen mayor impacto, tanto en las variables reales (inversión) como en los agregados monetarios (y en otras magnitudes nominales). Con la crisis de 1982-85 y las reformas de política económica subsiguientes, incluyendo entre ellas a la muy importante ley de reforma tributaria de 1986 (Ley 843), se ha producido un cambio muy significativo en la estructura de sus ingresos.

Si se compara la década de los setenta con los años posteriores, se observa la importancia decreciente de los impuestos al comercio exterior (suma de las columnas (3), (4) y (7) en el cuadro 3). Su participación en los ingresos tributarios totales del TGN ha decaído igualmente, siendo ahora más importantes los impuestos internos. Este cambio en la estructura, tiene un importante efecto de estabilización macroeconómica.

Se nota en la columna 3 del cuadro 3 que los impuestos del sector minero, que llegaban a constituir 2.9% del PIB, prácticamente desaparecieron a lo largo de la década de los ochenta y en 1990 apenas llegaban a 0.1% del PIB. Desafortunadamente no se cuenta con información separada de los impuestos pagados por el estaño y el zinc. Los impuestos que recaen sobre las exportaciones de gas natural representan, después de 1985, alrededor de 1.5% del PIB, una cifra ligeramente superior a la que se percibía anteriormente.

## 2. La Importancia Creciente del Sector Privado

### a. Estaño y Zinc

Desde de la nacionalización de las grandes compañías mineras en 1952 hasta 1985, la COMIBOL dominó la producción y las exportaciones de estaño. Entre la nacionalización y 1958, COMIBOL llegó a controlar hasta un 80% de producción; desde 1959 y hasta 1985, su control se estabilizó alrededor de dos tercios. El resto de la producción se distribuía entre las empresas mineras privadas, clasificadas de acuerdo con la legislación boliviana en Minería Mediana (con un poco más del 20% de la producción), en Minería Chica, y en Cooperativas.

La caída del precio del estaño de 1985, concomitante además con un gran esfuerzo de estabilización de la inflación, provocaron una dramática crisis en COMIBOL. Tanto su volumen de producción como su participación en el total se redujeron dramáticamente entre 1986 y 1988.<sup>1</sup> La crisis de 1985 no sólo afectó a COMIBOL, sino también a las empresas mineras medianas (cuadro 4). Solamente las empresas de la minería chica y las cooperativas continuaron o aún aumentaron su producción, con tecnologías muy trabajo-intensivas y en operaciones de muy pequeña escala, convirtiéndose en productores principales de este mineral. Esta "informalización" de la producción es ahora una de las características más salientes de la industria estañífera boliviana.

La exportación de la minería privada se ha vuelto más importante que la de la minería estatal desde 1989, pero con zinc, seguida por el oro, más bien que con estaño. Entre 1985 y 1990, la producción privada de zinc se ha casi triplicado, y su participación en la producción es ahora de casi 80% (cuadro 5). (COMIBOL participa con casi 20%, y el resto viene de pequeños productores).

La información disponible de los planes de inversión de las empresas privadas hacen inferir una fuerte expansión de la producción en los próximos años. El sector privado continuará expandiéndose en sus propias concesiones, así como en asociación de la COMIBOL en contratos de riesgo compartido ("joint ventures").<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Una descripción muy completa de la crisis de COMIBOL, sus orígenes y sus efectos, está dada en CEMYD (1990).

**Cuadro 4: Producción Anual de Estaño por sectores, 1952-1990**  
(En TMF y Porcentaje)

Promedios	COMIBOL	%	Minería Mediana	%	Minería Chica	%	Otros	%	Total
1952-1960	21.579	79.9	2.333	8.6	2.552	9.5	532	2.0	26.995
1961-1970	16.044	62.5	4.592	17.9	3.421	13.3	1.617	6.3	25.674
1971-1980	19.676	65.5	6.431	2.14	3.127	10.4	815	2.7	30.048
1981-1990	9.415	49.4	3.897	20.4	3.326	17.4	2.424	12.7	19.061
1971-1985	18.305	65.6	6.073	21.8	2.971	10.6	554	2.0	27.903
1986-1990	3.267	22.5	2.438	16.8	3.991	27.5	4.814	33.2	14.510
1990	6.068	34.2	1.876	10.6	2.105	11.9	7.687	43.3	17.736

Fuente: Memorias Anuales de la Asociación Nacional de Mineros Medianos. A partir de 1974, Boletines Estadísticos del Ministerio de Minería y Metalurgia

**Cuadro 5: Producción Anual de Zinc por Sectores, 1961-1990**  
(En TMF y Porcentaje)

Promedios	COMIBOL	%	Minería Mediana	%	Minería Chica	%	Otros	%	Total
1961-1970	4.472	28.8	2.412	15.5	2.398	15.4	6.251	40.2	15.532
1971-1980	34.698	68.6	12.614	25.0	1.483	2.9	1.750	3.5	50.545
1981-1990	16.170	31.5	31.976	62.3	2.514	4.9	704	1.4	51.364
1988-1990	17.276	23.0	52.314	69.6	4.392	5.8	1.132	1.5	75.114
1990	24.773	26.4	63.695	67.9	2.287	2.4	3.093	3.3	93.848

Fuente: Memorias Anuales de la Asociación Nacional de Mineros Medianos. A partir de 1974, Boletines Estadísticos del Ministerio de Minería y Metalurgia

Por último, se ha de mencionar que después del cierre del estatal Banco Minero en 1991, la comercialización de concentrados de las empresas privadas estará enteramente a cargo de comercializadoras también privadas. Las actividades de comercialización que tenía el Banco Minero están siendo tomadas por comercializadoras privadas nacionales, que trabajan con un abanico muy amplio de escalas.

<sup>2</sup> Las asociaciones de riesgo compartido constituyen una de las reformas mas importantes de la actualización del Código de Minería en 1990.

b. Gas Natural

Las perspectivas de la inversión privada en hidrocarburos son similares a las de la minería. YPFB está autorizada a realizar contratos de operación, de asociación y sociedades mixtas con capitales nacionales o extranjeros. La exportación de gas natural está reservada a YPFB; empero, existe la posibilidad, de que ella lo comercialice con participación contratistas privados.

Entre 1977 y fines de 1991, YPFB ha convenido, con empresas privadas nacionales y extranjeras, catorce contratos de operación, uno de recuperación mejorada y dos conjuntos de operación y recuperación mejorada. El territorio comprometido en los contratos con las compañías petroleras privadas abarca 146 mil Km<sup>2</sup>, o sea un sustancial 13% del territorio nacional. En la actualidad, la producción y exportación de gas natural está mayoritariamente en manos de YPFB, pero la exportación de las empresas privadas está creciendo más rápidamente (cuadro 6).

La participación de la inversión privada en gas natural está condicionada por la apertura de mercados externos. A partir de 1992, cuando termina el contrato con la Argentina, Bolivia tiene la posibilidad de seleccionar sus compradores en un pool compuesto por la propia Argentina, por Brasil y por Chile. Esos países señalados son también productores de gas natural, con los cuales se tendrá que competir en sus propios territorios y en contiguos.

**Cuadro 6: Exportaciones de Gas Natural**  
(Millones de pies cúbicos)

<b>Año</b>	<b>YPFB</b>	<b>%</b>	<b>Contratistas</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>
1972	35.800	100.0	-	-	35.800
1973	55.415	100.0	-	-	55.415
1974	54.593	100.0	-	-	54.593
1975	54.974	100.0	-	-	54.974
1976	55.498	100.0	-	-	55.498
1977	57.887	100.0	-	-	57.887
1978	47.275	84.4	8.733	15.6	56.008
1979	42.328	69.4	18.642	30.6	60.970
1980	44.673	62.0	27.359	37.9	72.032
1981	44.805	57.8	32.737	42.2	77.542
1982	51.525	63.5	29.591	36.5	81.116
1983	53.773	68.4	24.879	31.6	78.652
1984	55.519	71.1	22.546	28.9	78.065
1985	53.582	68.5	24.673	31.5	78.255
1986	48.747	62.4	29.410	37.6	78.157
1987	49.072	65.5	25.807	34.5	74.879
1988	53.919	68.5	24.782	31.5	78.701
1989	44.398	56.9	33.639	43.1	78.037
1990	42.815	55.0	34.986	44.9	77.801

Fuente: Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos. División de Estadísticas

c. La tributación

Desde el punto de vista de los equilibrios macroeconómicos, interesa no solamente que haya mayor producción y exportaciones, sino también que se generen ingresos fiscales adicionales y estables. En vista de la expansión esperada de la inversión privada, será importante evitar lo ocurrido en 1985 y 1990, cuando por deficiencias en la legislación, el gobierno ha tenido que soportar sacrificios fiscales mayores a los que hubiese tenido de otra manera.

La tributación minera boliviana ha estado basada tradicionalmente en el sistema de regalías. La base imponible de la regalía es la utilidad presunta, dada por la cotización oficial

menos el costo presunto y los gastos de realización. A la utilidad presunta se le aplica una alícuota (53% para el estaño y 20% para el zinc). El costo presunto se calcula independientemente de la situación de cada empresa minera. Con esta modalidad de imposición se desconoce el hecho fundamental de que los costos medios están determinados esencialmente por la calidad del yacimiento y que, por lo tanto, son diferentes de mina a mina. Si el costo presunto se lo fija por los costos de las minas marginales, como frecuentemente es el caso, la caída del precio internacional causa una mayor pérdida de tributación que la que se tendría si la base del impuesto fuesen las utilidades. Si el precio internacional disminuye, las empresas mineras y el gobierno comparten las pérdidas, pero éste lo hace en una proporción mayor. En otras palabras, con el sistema de regalías y precios muy fluctuantes, el riesgo ingreso para el gobierno es mayor que con una imposición sobre utilidades.

Parece claro que el sistema de regalías penaliza al gobierno, mas allá de lo esperado, cuando los precios internacionales son bajos. Pero, ¿atrae entonces a la inversión privada? La respuesta es no, por los problemas de inconsistencia temporal que le son inherentes. En efecto, no hay ningún compromiso creíble en el sistema, de tal manera que los inversionistas puedan estimar razonablemente sus flujos futuros de ingresos y así decidir. Es mas, el gobierno puede cambiar en cualquier momento el costo presunto, lo que crea una gran incertidumbre.<sup>3</sup>

La nueva ley minera de 1991 afortunadamente corrige esta deficiencia estableciendo un nuevo régimen impositivo que está constituido por: (a) un impuesto a las utilidades del 30% sobre utilidad neta; y (b) un anticipo del impuesto sobre utilidades de 2.5% sobre el valor de las ventas (netas de los gastos de realización).<sup>4</sup>

Hasta la promulgación de la ley de 1990, el sector de hidrocarburos, como el de minería, no tenía impuestos sobre utilidades sino regalías. Bajo este sistema, el gas producido por el contratista es entregado a YPFB en su totalidad. De éste, el contratista tiene derecho a una retribución igual a un porcentaje negociado en cada contrato. YPFB retiene además los volúmenes necesarios de gas para cubrir el pago de impuestos y regalías correspondientes al contratista (31% sobre su retribución al valor de la producción en boca de pozo). Nótese que

---

<sup>3</sup> En la década de los setenta, las empresas privadas medianas se opusieron muy fuertemente al sistema de regalías.

<sup>4</sup> El nuevo régimen se aplica a toda empresa minera que inicie sus actividades luego de la promulgación de esta ley. Las empresas existentes que incorporen nuevas concesiones a las que ya tienen registradas después de 1991, quedan incorporadas a este nuevo régimen impositivo. El resto de las empresas mineras existentes deberá incorporarse hasta 1999, entre tanto están sujetas al régimen de regalías, no pudiendo en ningún caso pagar un monto que sea inferior al 2.5% del valor de sus ventas netas.

en este sistema, a diferencia de los impuestos mineros, las regalías son verdaderos impuestos sobre la producción y el gobierno comparte con las empresas productoras las pérdidas causadas por caídas en la misma producción.

Para los contratos firmados después de la aprobación de la nueva ley se introduce un impuesto a las utilidades netas del 40%. Las empresas contratistas están todavía obligadas al pago de 31% de regalías e impuestos, pero estos pagos son acreditables al impuesto sobre utilidades netas. Si el monto del impuesto a las utilidades netas es menor a las regalías pagadas, la empresa contratista traslada la diferencia como pérdida, que puede ser acreditada contra los impuestos de futuras gestiones.

### 3. Los Costos de la Variabilidad en los Ingresos de los Sectores Primarios

#### a. Los Mecanismos Internos de Transición de las Fluctuaciones Externas

Vale la pena recordar los canales a través de los cuales las fluctuaciones de los ingresos de exportación afectan al ingreso y al consumo. Los shocks producen como impacto inmediato modificaciones en el ingreso disponible (incrementos cuando el shock es positivo y decrementos en caso contrario). Por otra parte, si el shock viene de mejoras (deterioros) en los términos de intercambio, habrá una transferencia de ingreso del (al) extranjero. Con precios internos rígidos y restricciones en el acceso a créditos externos, los shocks impactan también directamente en la capacidad para importar, lo que producirá pérdidas en el PIB y no solo en el ingreso disponible. Este es uno de los efectos mas obvios.

Los cambios en el consumo no siguen directamente a los shocks y dependerán de las revisiones en el ingreso permanente a los que dan lugar. Estas revisiones dependerán a su vez de si se perciben los shocks como permanentes o transitorios. Aún si no hay cambios en el consumo, o éstos son poco significativos, habrá con todo modificaciones en la tasa media de ahorro, lo que plantea el efecto de la distribución intertemporal del efecto del shock. La inestabilidad y, sobre todo, la incertidumbre de precios en sí mismas, afectarán también a las decisiones de inversión.

El otro canal por el cual las fluctuaciones de los ingresos de exportaciones (y no sólo la tendencia) afectan al nivel de actividad y también de inflación, es el de los cambios en precios relativos, especialmente en el tipo de cambio real. Los efectos de los shocks positivos en el precio de los bienes no transables relativo al de los transables han dado lugar a la literatura del mal holandés (Corden, 1984) y a su extensión en la teoría de los booms de construcción. (Bevan et.al (1989)). Una enseñanza muy importante de esos estudios es la de que el marco de políticas económicas generales es el que define, en última instancia, el impacto en la economía de los shocks externos positivos.

Los shocks externos negativos pueden dar lugar a crisis cambiarias, que para una resolución no inflacionaria requieren depreciaciones reales, lo que implica normalmente caídas

en los salarios reales.<sup>5</sup> Una vez más, es el contexto general de la economía el que definirá los impactos inflacionarios de un shock externo.

Por último, la desestabilización del gasto público causada por los shocks exógenos puede ser también muy costosa. Los costos son además asimétricos, como enfatiza la literatura. En particular la interrupción del flujo de fondos para las inversiones que ya están en ejecución puede ocasionar costos de ajuste particularmente elevados.

#### b. Estimación de las Primas del Riesgo

Para evaluar el costo del riesgo utilizaremos las expresiones derivadas por Newbery y Stiglitz (1981). Sea  $\theta$  la prima anual de riesgo, es decir la cantidad de su ingreso anual que el consumidor representativo está dispuesto a pagar por tener un ingreso seguro en vez de un ingreso incierto, dependiente de los shocks transitorios. La prima es aproximadamente igual a  $1/2 R V^2 c^*$ , donde  $c^*$  es el consumo esperado.  $R$  es el coeficiente de aversión relativa al riesgo, y  $V$  es el coeficiente de variación de los ingresos. En lo que sigue asumiremos que todo el ingreso se consume. Con esta hipótesis de simplificación, la expresión  $RV^2/2$  mide la prima de riesgo como porcentaje del ingreso (que además lo aproximaremos por el PIB). Supondremos también en lo que sigue que todas las variaciones en las exportaciones se deben a variaciones de precios. Esta hipótesis es posiblemente demasiado fuerte y se la podría levantar sin mayor dificultad.

Sea  $a_i$  la participación de la exportación  $i$  en el PIB y  $CV_i$  ( $i= 1,2, 3$ ) el coeficiente de variación del precio real de  $i$ . El suscrito 1 indica estaño, el 2 zinc, y el 3 gas natural. Se puede demostrar, sin mayor dificultad, que  $V^2$  es igual a la forma cuadrática  $V^2 = x'Qx$ , con  $x' = [a_1CV_1 \ a_2CV_2 \ a_3CV_3]$  y  $Q$  una matriz  $3 \times 3$ , positiva definida simétrica, de correlaciones simples entre los precios.

Nuestras estimaciones del capítulo 4 más adelante nos dan los siguientes coeficientes de variación de precios: estaño, 56.1%; zinc, 18.1%; y gas natural 57.7%. Por otra parte, encontramos con datos anuales reales (18 observaciones) las siguientes correlaciones: entre el precio del gas natural y el del estaño, 0.122; entre el del gas natural y el zinc, -0.425; y, entre el

---

<sup>5</sup> Se reconocerá en esta afirmación una analogía con lo que pasó con la crisis de la deuda externa de principios de los años ochenta en América Latina.

del estaño y el zinc, 0.069. Si suponemos que la participación de las exportaciones de estaño, zinc y gas natural en el PIB en 1980 son representativas de la participación promedio, los valores  $a_i$  correspondientes serán: 12.3% para el estaño, 1.2% para el zinc y 7.2% para el gas natural. Insertando esos valores en la fórmula arriba se obtiene un  $V^2 = 0.007$ . Si se asume un  $R = 2$ , que es usual en este tipo de estudios, la prima anual al riesgo sería igual a 0.7% del PIB. En términos de valor presente, sobre un horizonte suficientemente largo, descontando con una tasa de interés real de 10%, se tendría que el país estaría transfiriendo un 7% de su PIB como prima de riesgo. Esta transferencia de riqueza es de magnitud.

El resultado anterior debe ser interpretado con cautela porque posiblemente sobreestima la magnitud de la transferencia.<sup>6</sup> En cambio, si añadiésemos los efectos de las fluctuaciones en la producción los costos anuales del riesgo aumentarían.

c. El Impacto de los Shocks Negativos en el Estaño y el Gas Natural en el Período 1985-1989

En una óptica diferente a la de la sección anterior que insistía en los costos de la inestabilidad, vale la pena recordar los costos, en términos del PIB, de los shocks negativos de precios de exportación que ocurrieron entre 1986 y 1989. Las pérdidas fueron muy sustanciales, estimándose en 2.9% del PIB de 1985 en promedio durante los años 1986-1989. Las pérdidas acumuladas en el período en valor presente, con una tasa de descuento de 10%, serían iguales a casi 10% del PIB de 1985.

A pesar de las pérdidas, la economía se adaptó más o menos ordenadamente a la nueva situación y el programa antinflacionario pudo sostenerse. Una explicación del proceso de adaptación se encuentra en Morales (1991).

---

<sup>6</sup> Véase, al respecto, el inventario de limitaciones que Kletzer et al (1990) ponen al uso de la medida de costo que hemos empleado.

#### 4. La Naturaleza de los Procesos Estocásticos de los Precios de los Bienes Primarios

La identificación de los procesos estocásticos que generan los precios es central para el diseño de los mecanismos de estabilización. En este análisis se utilizará series anuales de precios reales para el estaño, el zinc y el gas natural. En el caso del estaño y del zinc se ha considerado los precios de Londres, de Nueva York, y los utilizados internamente, que figuran bajo la rúbrica de "precios oficiales". En el Apéndice A se encuentra una descripción más detallada de las fuentes de datos.

Un punto central del análisis está referido a la persistencia de los shocks. Para esto se emplea el cálculo de cociente de varianzas,<sup>7</sup> y los tests de raíz unitaria (sin constante ni tendencia, con constante, con constante y con tendencia).

El cociente de varianzas dado por (1) permite juzgar la importancia relativa de las fluctuaciones permanentes en relación a las fluctuaciones transitorias:

$$(1) \quad V = \frac{(1/k) \text{var}(y(t) - y(t-k))}{\text{var}(y(t) - y(t-1))}$$

En la fórmula anterior  $y(t)$  representa el logaritmo natural de la variable que está bajo estudio (precios de los distintos bienes primarios), y  $k$  corresponde al número de períodos de nuestra definición ad-hoc de largo plazo. Por conveniencia llamaremos a  $k$  el tamaño de la "ventana". Nótese que en el numerador se encuentra la varianza de las tasas de crecimiento (expresadas en diferencias de logaritmos) promedio en  $k$  períodos, mientras que el denominador nos da la varianza de la tasa de crecimiento de período a período.

El cociente de varianza  $V$  nos indica: (a) cuanto  $V$  más cerca de 0, mayor la importancia de las fluctuaciones transitorias; (b) cuanto  $V$  más grande, mayor la importancia de cambios permanentes. El coeficiente  $V$  tiene una interpretación todavía más interesante, a saber, es igual a 1 si los precios siguen un proceso de recorrido aleatorio, y solamente si es significativamente menor a 1, se puede concluir que el proceso es estacionario.

Para los test de raíz unitaria, considérese el modelo siguiente para una variable  $y$ :

$$(2) \quad y = \alpha y_{-1} + u$$

---

<sup>7</sup> La medida anterior ha sido propuesta por Cochrane (1988), en el contexto de su estudio de variaciones de largo plazo del Producto Nacional Bruto de los Estados Unidos.

donde los  $u$  están distribuidos normalmente con media cero y varianza común  $\alpha^2$ . El test es entonces  $H_0: \alpha = 1$ , y una estadística conveniente para realizarlo es la de Dickey-Fuller aumentada DFA (sin constante). Se puede calcular también el test DFA para el modelo más general, con constante y tendencia (para un modelo sin tendencia basta poner  $\beta_2 = 0$ ).

$$(3) \quad y = \beta_0 + \beta_1 y_{-1} + \beta_2 (t - (T + 2) / 2) + u' \quad t = 2, 3, \dots T.$$

con  $u'$  con propiedades como las de  $u$ .<sup>8</sup>

Los resultados del test DFA deben ser interpretados con cuidado. En primer lugar es bien conocido su bajo poder. En segundo lugar, no se sabe cuán robusto es a divergencias en cuanto a la distribución normal de los  $u$  y los  $y$ .

En lo que sigue se ha calculado las medidas de simetría y kurtosis de los distintos precios. La simetría es cero y la kurtosis es tres para una distribución normal.<sup>9</sup> La normalidad ha sido testeada también con la estadística, para muestras grandes, propuesta por Jarque-Bera (1981). Esta estadística, bajo la hipótesis nula de normalidad, tiene una distribución Chi-2 con dos grados de libertad.

#### a. Los Precios del Estaño

La fluctuaciones del precio del estaño se sitúan alrededor de una tendencia de notable alza hasta el año 1980 y luego en torno de una fuerte declinación (gráfico 1). Los coeficientes de variación (cuadro 7) confirman la magnitud de las fluctuaciones de precios. Por su parte, los altos coeficientes de variación de las tasas de crecimiento anuales del precio del estaño (medidas por diferencias en sus logaritmos) subrayan la volatilidad de los precios.

Los cocientes de varianza sugieren que los shocks permanentes son más importantes que los transitorios. A medida que se hacen más amplias las ventanas, el cociente va disminuyendo, pero a pesar de esta observación, no parece pertinente cambiar la conclusión anterior.

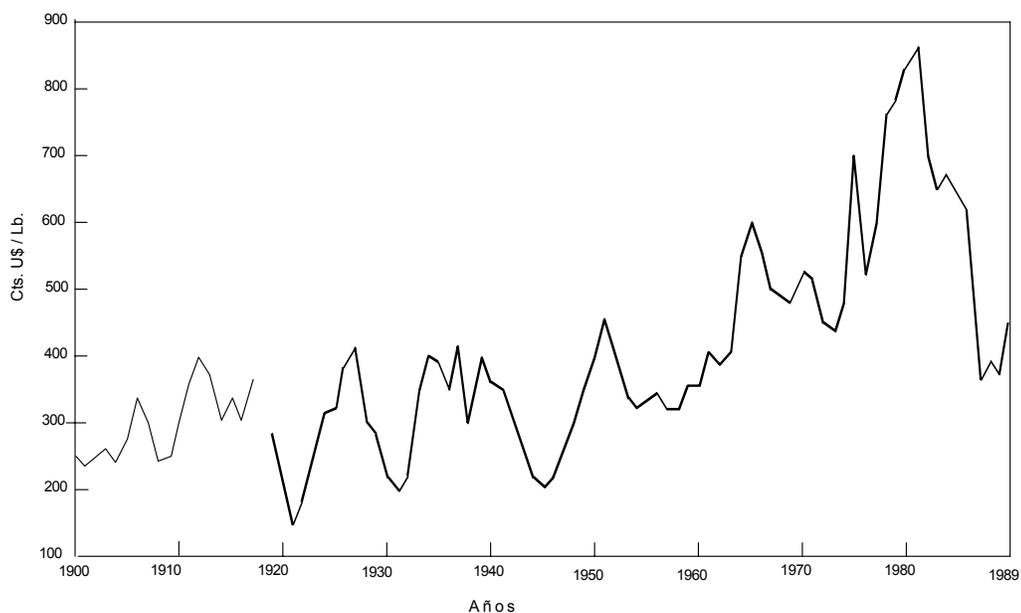
Con datos oficiales, en todos los casos considerados, no se rechaza la hipótesis de raíz unitaria. Con los precios de Londres se rechazaría la hipótesis en el nivel de significación de

<sup>8</sup> Se puede testear también las hipótesis conjuntas (con tests diferentes de los DFA):  $H_0: \beta_0 = 0 \quad \beta_1 = 1$ ;  $H_0: \beta_0 = 0 \quad \beta_1 = 1 \quad \beta_2 = 0$ ; y  $H_0: \beta_1 = 1 \quad \beta_2 = 0$ .

<sup>9</sup> Nuestro valor para la kurtosis de una distribución normal puede diferir de la de otros trabajos, donde se sustrae tres del valor que nosotros obtenemos. En ese caso, la kurtosis correspondiente a una distribución normal es cero.

1%, en el modelo que no tiene ni constante ni tendencia; en los otros casos no se puede rechazar. Con los precios de los Estados Unidos, se rechaza la hipótesis de raíz unitaria en el nivel de significación del 10% para el modelo con constante, y en el nivel de significación de 5% para el modelo con constante y tendencia. Las pruebas realizadas con datos trimestrales y mensuales (nominales y reales) no pueden hacer rechazar la hipótesis de raíz unitaria en ninguno de los casos.<sup>10</sup>

**Gráfico 1: Precios Reales Anuales del Estaño (USA), base 1980**



Fuente: Ver Apéndice E

Las mediciones de simetría y kurtosis de los precios anuales sugieren dificultades con la hipótesis de normalidad de las series. Las cifras de kurtosis están alejadas del valor 3. Con los precios en logaritmos, las kurtosis para los precios de los Estados Unidos y Oficial están muy cerca de 3, pero las simetrías están alejadas de cero. En contraposición con las inferencias basadas en las medidas descritas anteriores, los tests de Jarque-Bera con datos anuales reales, de Londres y Oficial, no nos hacen rechazar la hipótesis de normalidad, empleando un nivel de significación de 5%. Tampoco se rechaza cuando los precios reales de Londres y de los Estados Unidos, están en logaritmos, lo que plantea un problema de selección entre una distribución normal y una lognormal.

<sup>10</sup> Se puede obtener estas pruebas así como las del zinc, de los autores.

**Cuadro 7: Precios Anuales Reales del Estaño, 1900-1989**

	Londres <sup>1</sup>	USA	Oficial <sup>2</sup>
Coeficiente de Variación			
- de precios	0.3053	0.3835	0.6547
- de tasas de crecimiento de precios*	25.9232 <sup>3</sup>	34.6123	21.2065
Simetría	0.2825	1.2534	-0.0599
Kurtosis	2.3440	4.1269	2.3388
Test de normalidad de Jarque-Bera	0.8745	27.3257	1.4109
Probabilidad	0.6458	1.16E-06	0.4939
Test de Coeficiente de Varianzas			
- 10 años	0.2639	0.4855	0.6174
- 20 años	-	0.2670	0.2626
- 40 años	-	0.1104	0.1569
Precios en Logaritmos			
Simetría	-0.3794	0.3727	-1.2448
Kurtosis	2.5470	2.9827	3.1371
Test de normalidad de Jarque-Bera	0.9113	1.8635	19.4264
Probabilidad	0.6340	0.3940	6.05E-05
Test de Raíz Unitaria			
Estadística de Dickey-Fuller	-0.3882	0.1278	0.2351
Valores críticos de MacKinnon			
1%	-2.6560	-2.5894	-2.5945
5%	-1.9546	-1.9438	-1.9448
10%	-1.6226	-1.6177	-1.6181
Test de Raíz Unitaria (con constante)			
Estadística de Dickey-Fuller	-1.3756	-2.8601	-1.5034
Valores críticos de MacKinnon			
1%	-3.7076	-3.5055	-3.5213
5%	-2.9798	-2.8943	-2.9012
10%	-2.6290	-2.5840	-2.5876
Test de Raíz Unitaria (con constante y tendencia)			
Estadística de Dickey-Fuller	-1.3626	-3.9098	-1.5652
Valores críticos de MacKinnon			
1%	-4.3552	-4.-648	-4.0871
5%	-3.5943	-3.4608	-3.4713
10%	-3.2321	-3.1564	-3.1624

Fuente: Cálculos con base de datos del IISEC-UCB. Valores críticos de MacKinnon, Micro TSP, versión 7.0

<sup>1</sup> Precios disponibles desde 1962

<sup>2</sup> Precios Oficiales en Bolivia, disponibles 1915-1990

<sup>3</sup> Dato en valor absoluto

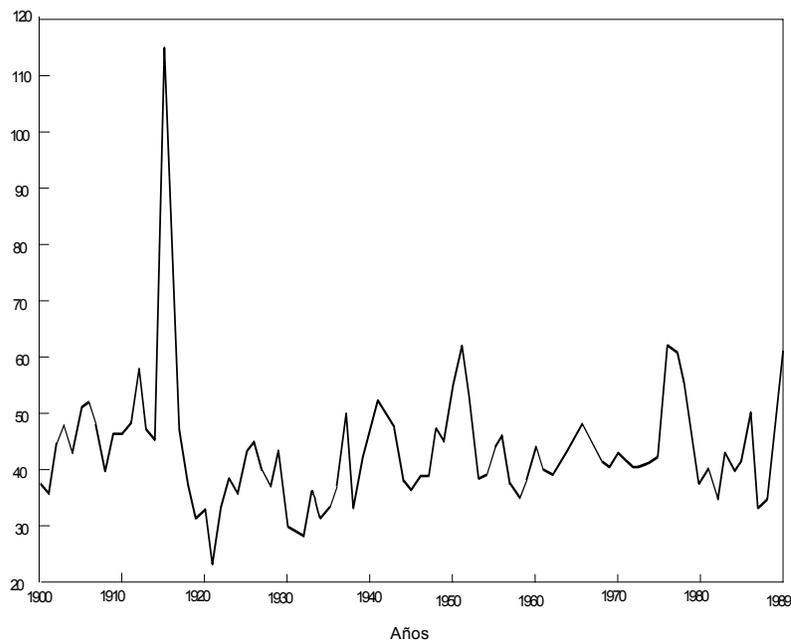
\* Tasas de crecimiento expresadas como diferencia en logaritmos

Las conclusiones en cuanto a la estacionalidad de las series depende de la periodicidad de las observaciones. La hipótesis de no estacionalidad no puede ser rechazada en ningún caso con datos mensuales y trimestrales, pero los resultados son mucho menos claros con datos anuales en logaritmos.

b. Los precios del zinc

El gráfico 2 muestra fuertes fluctuaciones del precio real del zinc, pero no hay picos excesivamente sobresalientes después de 1920. Los coeficientes de variación del precio son algo menores que en el caso del estaño. Este mismo coeficiente para las tasas de crecimiento es similar al precios del estaño en los Estados Unidos, pero significativamente más bajo para el precio de Londres. Basándose en este último dato se puede concluir que hay una menor volatilidad para el precio del zinc que para el precio del estaño.

**Gráfico 2: Precios Reales Anuales del Zinc (USA, base 1980)**



Fuente: Ver Apéndice F

Los cocientes de varianzas para el precio del zinc son relativamente bajos, lo que invita a confirmar con evidencias fuertes la hipótesis de raíz unitaria con este tipo de datos. Los tests de raíz unitaria (cuadro 8) con datos de precios anuales (en logaritmos) de los Estados Unidos y oficiales, nos hacen rechazar la hipótesis si el test se efectúa con constante, y con constante y tendencia, en el nivel de 1%. En caso de los datos de Londres, la hipótesis se rechaza en el modelo con constante, en el nivel de 5%. Estos son resultados fuertes. Las

conclusiones cambian con datos trimestrales y mensuales, no pudiendo rechazarse la hipótesis de raíz unitaria.

**Cuadro 8: Precios Anuales Reales del Zinc, 1900-1989**

	Londres <sup>1</sup>	USA	Oficial <sup>2</sup>
Coeficiente de Variación			
- de precios	0.3461	0.2694	0.1836
- de tasas de crecimiento de precios*	9.8396	34.7300	34.8146
Simetría	2.5071	2.9459	0.8205
Kurtosis	9.2692	16.7798	2.8580
Test de normalidad de Jarque-Bera	75.1855	816.5474	4.5216
Probabilidad	4.72E-17	0.0000	0.1043
Test de Coeficiente de Varianzas			
- 5 años	0.4191	0.4959	0.2889
- 10 años	0.0742	0.2070	0.1350
- 20 años	-	0.3023	0.0673
- 40 años	-	0.1604	-
Precios en Logaritmos			
Simetría	1.6782	1.0791	0.4816
Kurtosis	5.8877	6.8926	2.5705
Test de normalidad de Jarque-Bera	22.8706	71.4367	1.8538
Probabilidad	1.08E-05	3.07E-16	0.3958
Test de Raíz Unitaria			
Estadística de Dickey-Fuller	0.1130	0.0565	0.4087
Valores críticos de MacKinnon			
1%	-2.6560	-2.5894	-2.6261
5%	-1.9546	-1.9438	-1.9501
10%	-1.6226	-1.6177	-1.6205
Test de Raíz Unitaria (con constante)			
Estadística de Dickey-Fuller	-3.0662	-4.7767	-4.1792
Valores críticos de MacKinnon			
1%	-3.7076	-3.5055	-3.6171
5%	-2.9798	-2.8943	-2.9422
10%	-2.6290	-2.5840	-2.6092
Test de Raíz Unitaria (con constante y tendencia)			
Estadística de Dickey-Fuller	-3.0821	-4.7454	-4.0786
Valores críticos de MacKinnon			
1%	-4.3552	-4.0648	-4.2242
5%	-3.5943	-3.4608	-3.5348
10%	-3.2321	-3.1564	-3.1988

Fuente: Cálculos con base de datos del IISEC-UCB. Valores críticos de MacKinnon, Micro TSP, versión 7.0

<sup>1</sup> Precios disponibles desde 1962

<sup>2</sup> Precios Oficiales en Bolivia, disponibles 1950-1990

\* Tasas de crecimiento expresadas como diferencia en logaritmos

Todos los cálculos de sesgo y kurtosis señalan que es muy difícil aceptar la normalidad de las series. Las kurtosis son para todas las series, excepto la de los precios oficiales en

logaritmos, superiores a tres. Los tests de Jarque-Bera aplicados también conducen casi sistemáticamente a rechazar la hipótesis de normalidad. Las excepciones vienen de las series de precios oficiales.

c. La Formación de Precios del Gas Natural

Es difícil hablar de un mercado internacional del gas natural en el sentido estricto del concepto. En realidad, de lo que se trata es de la existencia de mercados potenciales regionalizados y yuxtapuestos, que tienden a condicionarse mutuamente, pero que pueden obedecer a lógicas de funcionamiento bastante diversas. Una vez firmado un contrato y realizada la inversión se establece una relación de monopolio bilateral entre los contratantes.

La inversión elevada e irreversible que implica la compra-venta de gas genera una gran rigidez en las cláusulas de entrega. Una cláusula clásica de los contratos es la de "take or pay". Bajo esta estipulación el comprador está obligado a comprar, mientras dure el contrato, el volumen fijado por el acuerdo, independientemente si el importador lo toma o consume. En otras palabras, el importador está obligado a pagar la cantidad de gas contratada inclusive si no la consume. La rigidez en las entregas puede ser incongruente con el perfil temporal de la demanda del comprador, lo que origina fluctuaciones importantes de precio, así como el ingreso para el exportador.

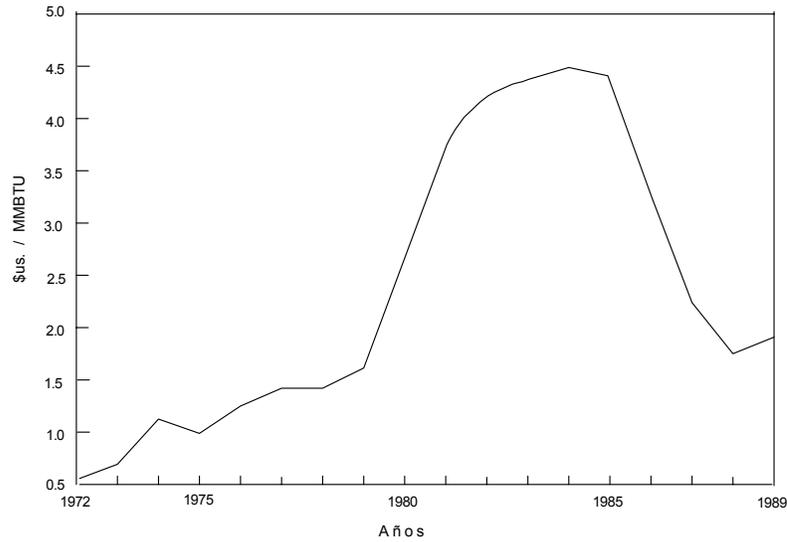
Después de la primera crisis del petróleo en 1973, se ha vuelto usual en los contratos fijar el precio tomando como punto de referencia el precio del combustible competitivo en el mercado del país importador. De esta manera, se reproducen en el comercio bilateral los eventos del mercado internacional de energía, especialmente del petróleo. La reproducción puede no ser inmediata ni completa.

Se puede apreciar con los datos anuales reales del gráfico 3 la tendencia creciente de los precios reales del gas natural boliviano exportado a la Argentina entre 1972 y 1985, así como su dramática caída entre 1986 y 1989.

Hay que añadir que la Argentina comenzó a pagar 50% de sus facturas en bienes y servicios a partir de 1984; este porcentaje disminuyó posteriormente. Si se corrige el pago en bienes y servicios por el cambio en la tasa de cambio real argentina, en relación al último

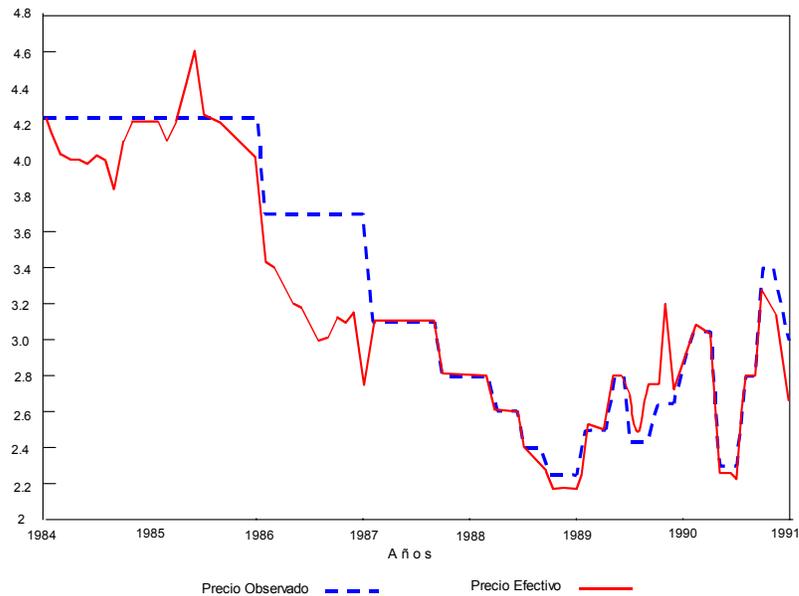
trimestre que se pagó en divisas de libre disponibilidad, los precios efectivamente pagados son bastante inferiores y mucho más fluctuantes que los precios nominales hasta 1987 (gráfico 4).<sup>11</sup>

**Gráfico 3: Precios Reales Anuales del Gas Natural, base 1980**



Fuente: Ver Apéndice F

**Gráfico 4: Precio Nominal y Efectivo del Gas Natural, base 1980**



Fuente: Ver texto

<sup>11</sup> Para tener una visión completa de la trayectoria de precios habría que corregirlos por los efectos de las moras argentinas. El precio (nominal) de contrato, pagado con atraso, debiera ser descontado por un factor  $(1+i)$ , donde  $i$  es la tasa de interés por período para tener el precio efectivo.

Las fluctuaciones de los precios reales, sin corrección por pago en bienes y servicios, medidas por sus coeficientes de variación, no parecen haber sido demasiado importantes (cuadro 9). Los coeficientes de variación de las tasas de crecimiento de los precios reales (medidos por sus diferencias en logaritmos) son en cambio altos.

**Cuadro 9: Precios Anuales Reales del Gas Natural, 1972-1990**

Coeficiente de Variación		
- de precios		0.5059
- de tasas de crecimiento de precios*		3.4771
Simetría		0.4271
Kurtosis		1.5811
Test de normalidad de Jarque-Bera		2.0571
Probabilidad		0.3575
Test de Cociente de Varianzas		
- 4 años		2.0977
- 5 años		1.7892
Precios en Logaritmos	Años	
Simetría		-0.2264
Kurtosis		1.9217
Test de normalidad de Jarque-Bera		1.0258
Probabilidad		0.5987
Test de Raíz Unitaria		
Estadística de Dickey-Fuller		-0.7279
Valores críticos de MacKinnon		
1%		-2.7275
5%		-1.9642
10%		-1.6269
Test de Raíz Unitaria (con constante)		
Estadística de Dickey-Fuller		1.832
Valores críticos de MacKinnon		
1%		-3.9228
5%		-3.0659
10%		-2.6745
Test de Raíz Unitaria (con constante y tendencia)		
Estadística de Dickey-Fuller		-1.0532
Valores críticos de MacKinnon		
1%		-4.6712
5%		-3.7347
10%		-3.3086

Fuente: Cálculos con base de datos del IISEC-UCB. Valores críticos de MacKinnon, Micro TSP, versión 7.0

\* Tasas de crecimiento expresadas como diferencia en logaritmos

Los cocientes de varianzas tienen sistemáticamente valores por encima de la unidad. El reducido número de observaciones y el pequeño tamaño de las ventanas le puede quitar fuerza a cualquier conclusión basada en esta información. Se concluirá provisionalmente que

los shocks permanentes son más importantes que los shocks transitorios. Los tests de raíz unitaria parecen confirmar esta conclusión.

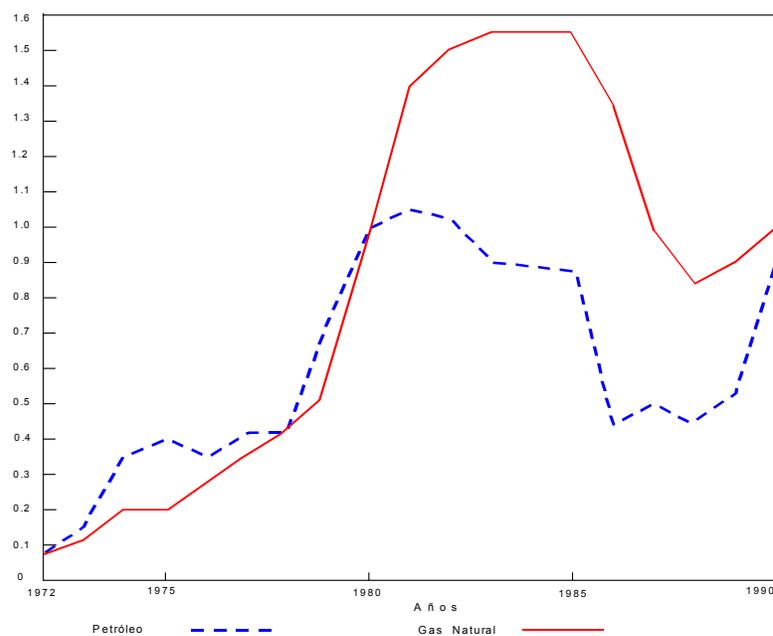
El coeficiente de simetría de los precios está relativamente lejos de cero, los coeficientes de kurtosis para los precios y sus logaritmos son más bajos que el que se tendría si los precios estuvieran generados por una distribución normal. Esto quiere decir que las divergencias con el precio promedio han sido más frecuentes que las que se tendrían bajo una distribución normal. Intuitivamente, significa que si bien las fuertes divergencias con la media determinan la magnitud de la varianza, ellas han sido relativamente poco frecuentes. Este resultado no debiera llamar la atención dadas las modalidades de negociación de los precios nominales. Los saltos en los precios nominales, fuertes pero infrecuentes, daban lugar también a fuertes, pero igualmente infrecuentes, cambios en precios reales, mientras que los cambios pequeños de precios, más numerosos, se debían al efecto del deflactor. Se ha de hacer notar, no obstante los valores en contratos para la simetría y la kurtosis, que el test de Jarque-Bera no nos puede hacer rechazar la hipótesis de normalidad (con datos transformados en logaritmos, al de significación de 5%).

d. Co-integraciones de precios del gas natural con precios de petróleo

Las negociaciones bilaterales han tenido como marco el principio de que los movimientos del precio del gas deben seguir a los del petróleo. En correspondencia con esta afirmación, el gráfico 5 parece señalar una trayectoria convergente entre esos dos precios. Para verificar formalmente la convergencia de largo plazo de esos precios se ha utilizado las técnicas de cointegración de Engle-Granger. Se ha de hacer notar previamente que los resultados obtenidos por mínimos cuadrados ordinarios, indicaban un elevado grado de correlación simple.

Los precios del petróleo, al igual que los precios del gas natural, parecen seguir un proceso de recorrido aleatorio. Con los precios siendo  $I(1)$ , se testeó si los residuos de la regresión del precio del gas natural sobre el precio del petróleo eran estacionarios, con series anuales, trimestrales y mensuales. Se han considerado las series solamente hasta 1987, porque a partir de 1988 se ha utilizado una regla explícita de indexación del gas natural a una canasta de combustibles.

**Gráfico 5: Índice de Precios Anuales del Petróleo y Gas Natural, base 1980=1**



**Cuadro 10: Tests de Co-Integración de Precios del Gas Natural y del Petróleo**

Series	Vector de Co-Integración		Estadística -t Dickey-Fuller	Valores Críticos de MacKinnon		
	Gas Natural	Petróleo		1%	5%	10%
<b>Anuales</b>						
1972 – 1987						
Nominales	1	-0.1306	-1.0321	-4.8057	-3.8097	-3.3661
Reales	1	-0.1238	-1.0928	-4.8057	-3.8097	-3.3661
<b>Trimestrales</b>						
1972.02 – 1987.04						
Nominales	1	-0.1346	-1.6519	-4.809	-3.4379	-3.1144
Reales	1	-0.1102	-1.4413	-4.809	-3.4379	-3.1144
<b>Mensuales</b>						
1972.04 – 1987.12						
Nominales	1	-0.1353	-1.5658	-3.9554	-3.3693	-3.0678
Reales	1	-0.1116	-1.2903	-3.9554	-3.3693	-3.0678
<b>Precios en Logaritmos</b>						
<b>Anuales</b>						
1972 – 1987						
Nominales	1	-1.2340	-1.1180	-4.8057	-3.8097	-3.3661
Reales	1	-1.0859	-0.7156	-4.8057	-3.8097	-3.3661
<b>Trimestrales</b>						
1972.02 – 1987.04						
Nominales	1	1.2163	-2.3687	-4.0809	-3.4379	-3.114
Reales	1	-1.0221	-1.7872	-4.0809	-3.4379	-3.1144
<b>Mensuales</b>						
1972.04 – 1987.12						
Nominales	1	-1.2270	-1.8211	-3.9554	-3.3693	-3.0678
Reales	1	-1.0352	-1.4051	-3.9554	-3.3693	-3.0678

Fuente: Cálculos con base de datos del IISEC-UCB. Valores Críticos de MacKinnon, Micro TSP, Versión 7.0

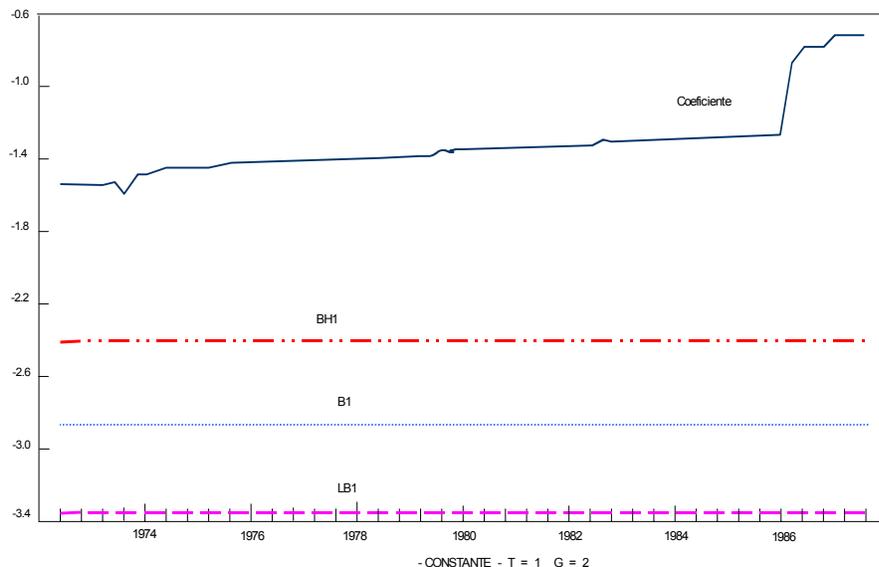
Desafortunadamente, los tests no permiten rechazar la hipótesis de que los residuos no eran no estacionarios (cuadro 10). En consecuencia, las dos series de precios no están co-integradas.

e. Precios del gas natural y precios del petróleo en una aproximación de filtros de Kalman

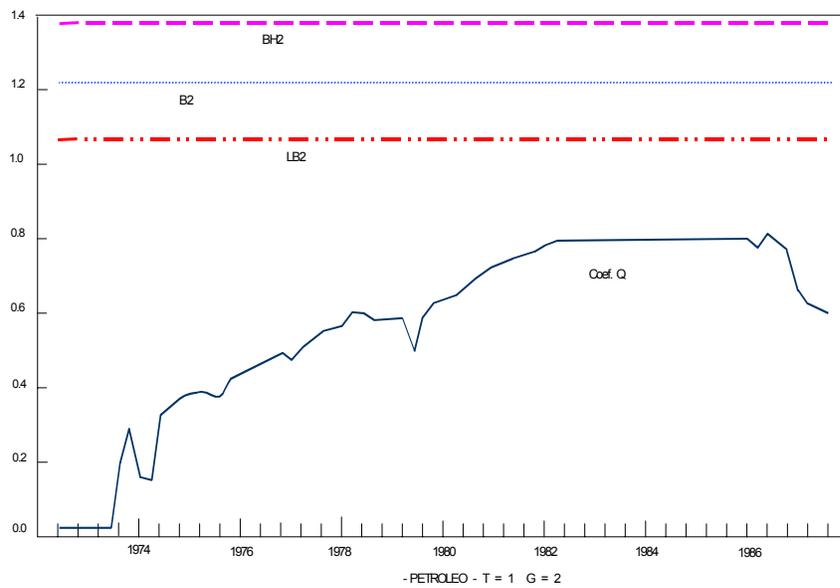
Para rastrear la trayectoria dinámica de los coeficientes del modelo estructural, que relaciona las variaciones del precio del gas vendido a la Argentina con los cambios del precio del petróleo, se ha empleado la técnica de filtros de Kalman con datos trimestrales de 1972 a 1987.

El gráfico 6 (paneles A y B) muestra los filtros de Kalman para la constante y la elasticidad del modelo  $P_G = \alpha + \beta P_c$ , donde  $P_g$  = logaritmo del precio del gas natural y  $P_c$  = logaritmo del precio del petróleo, ambos en términos nominales. La estimación recursiva de  $\alpha$  es relativamente constante hasta 1986, cuando sufre un salto. La estimación recursiva de  $\beta$  da una trayectoria inestable, con valores que se fueron acercando a 80% hasta alrededor de 1986, para luego descender después a alrededor de 50%. Para fines comparativos, los gráficos incluyen también los estimadores mínimo cuadrático de  $\alpha$  y  $\beta$ . Se observa que las estimaciones por filtros de Kalman para  $\alpha$  y  $\beta$  se mueven fuera de los intervalos definidos por las estimaciones mínimo cuadráticas  $\pm 2$  desviaciones típicas.

**Gráfico 6A: Filtros de Kalman, Precio de Gas vs. Precio de Petróleo 1972 – 1987**  
(Logaritmos de Precios Trimestrales Nominales)



**Gráfico 6B: Filtros de Kalman, Precio de Gas vs. Precio de Petróleo 1972 - 1987**  
(Logaritmos de Precios Trimestrales Nominales)



## 5. Las Políticas de Estabilización

### a. Las Políticas Generales de Estabilización

Una línea de argumentación que se sigue a lo largo del trabajo es que en el contexto exportador multiproducto (de bienes primarios), con un sector privado más importante que el público, es necesario examinar el conjunto de mecanismos de política económica para estabilizar el ingreso y el consumo frente a los shocks externos. En especial, la gestión de la cuenta capital, la estabilización del tipo de cambio real, y la estructura de impuestos, son complementos de los instrumentos específicos y, a la vez, mas importantes que ellos.

Uno de los resultados más importantes del estudio de Bevan *et al.* (1989), es que la apertura de la cuenta capital es crucial para aumentar las ganancias de ingreso permanente en el caso de shock positivo de precios de exportación. Tienen un argumento plausible, en términos de la distribución en el tiempo de las inversiones, que señala la deseabilidad de mantener los ingresos temporalmente en el extranjero. Está implícita en esa recomendación la estabilización del tipo de cambio real.

Se puede extender el argumento anterior para el caso de caídas de precios. Esas caídas producen un incremento en la eficiencia marginal de la inversión en los sectores de transables no tradicionales (en el caso boliviano, principalmente la agricultura de exportación), tanto en términos de transables como de no transables. La desacumulación de activos externos o el capital externo pueden entonces proveer el financiamiento necesario para esas inversiones y reasignaciones de recursos.

No hay ningún control de cambios desde fines de 1985, la limitación a los movimientos de capital del sector privado es escasa y la tributación es leve sobre ellos. Este régimen cambiario y de tratamiento de la cuenta capital cumple con la recomendación de amplia apertura a los movimientos internacionales de fondos.

Cambios rápidos en las reservas internacionales netas (RIN) del Banco Central tienen efectos muy importantes en el tipo de cambio real de corto plazo (y en la tasa de inflación). La estabilización de las RIN es entonces necesaria, pero no suficiente, para estabilizar el tipo de cambio real. Esto es especialmente cierto con la creciente dolarización de la economía boliviana, que hace que los cambios en las RIN sean indicadores muy imperfectos de lo que

pasa en el panorama monetario y de sus efectos en el tipo de cambio real de corto plazo. La estabilización de las RIN con tipo de cambio fijo normalmente descansará en la política monetaria y en la gestión del déficit fiscal.

La reforma tributaria de 1986, que intenta lograr una estructura impositiva de base amplia, que grava principalmente al consumo, atenúa en principio las fluctuaciones provenientes de los shocks externos. En cambio, las deficiencias en la legislación de tributos mineros aumentan el riesgo del gobierno. Se espera que esta situación se corrija con la nueva legislación.

b. Mercados de Cobertura para el Estaño y el Zinc

Los concentrados de estaño y de zinc tienen varios canales de comercialización organizados piramidalmente: comercializadoras nacionales, comercializadoras internacionales, y los fundidores. La comercialización de refinados se hace también generalmente a través de comercializadoras internacionales y, raras veces, directamente a los consumidores. Las transacciones de los productores y comercializadoras nacionales, con las comercializadoras y fundidoras internacionales son de físico y no de papeles.

Cabe recordar que en los mercados internacionales terminales las operaciones con estaño y zinc son generalmente operaciones "cash" (al contado o "spot" y a futuro "forward"). Las coberturas con futuros son raras, aunque entre 1978 y 1985 se registraron algunas operaciones internacionales de envergadura en estaño, pero más bien por parte de las comercializadoras y fundidoras, que de las compañías mineras productoras.<sup>12</sup> En zinc, las operaciones de cobertura en mercados financieros son más recientes y más pequeñas.

La comercialización de minerales bolivianos mediante "posiciones: tales como la de contratos a futuro y de futuros es infrecuente. Tampoco se hacen ahora con stocks especulativos. Antes de 1985, algunas empresas grandes como COMIBOL, el Banco Minero de Bolivia (BMB) y comercializadoras nacionales de cierta dimensión empleaban contratos a futuro, con resultados más bien desfavorables. Las empresas privadas medianas mantenían también stocks especulativos en anticipación de modificaciones en la política económica,

---

<sup>12</sup> Una excepción notable es la de Malasia que lo ha hecho por su propia cuenta, a través de la Malasia Mining Corporation y la KPS desde 1978 (Ntamungiro, 1988).

especialmente de devaluaciones del tipo de cambio, mas bien que de variaciones de precios internacionales.

Los contratos de estaño y zinc, firmados por las empresas mineras bolivianas grandes con las comercializadoras internacionales, tienen frecuentemente términos de largo plazo. Incluyen una cláusula de entrega diferida en relación a la fecha de firma del contrato, pero la liquidación final del comercializador al productor se hace a la cotización "spot" a pocas semanas (generalmente tres) de recibido el mineral en el puerto establecido contractualmente. La comercializadora le hace a la empresa minera un préstamo (o pago por adelantado) en el momento de la firma del contrato, lo que constituye un atractivo para los productores muy restringidos en su acceso al crédito internacional.

Esta forma de comercialización amortigua parcialmente la inestabilidad del mercado, al desaparecer el riesgo de cantidad y de stocks involuntarios para el productor. El riesgo precio, en cambio, subsiste. Los gastos fluctuantes de tratamiento del mineral (maquila) y las penalidades asociadas añaden un riesgo ingreso para el productor.

Estos contratos, sin embargo, podrían convertirse fácilmente en contratos a futuro ("forward") si se pre-estableciera un precio, al que se liquidaría la operación cuando se entregue el mineral. Es de hacer notar que frecuentemente las fundidoras y comercializadoras extranjeras permiten al vendedor boliviano, fijar el precio de su mineral, en fechas determinadas dentro del período de validez del contrato. No obstante, las exportadoras prefieren no cubrirse (o no especular) utilizando estas facilidades.

Los comercializadores de estaño que acopian la producción de pequeños productores, efectúan operaciones llamadas "back to back", que consiste en proveerse mineral de los productores en momentos y condiciones similares a los que casi simultáneamente se está entregando a las fundidoras y comercializadoras extranjeras. El precio de estas operaciones es el "spot". En el estaño, que es un mineral de alto valor por unidad de peso, no se necesita acumular inventarios de gran volumen para que su transporte sea económicamente factible. Obviamente, esto facilita las operaciones "back to back".

La situación del zinc es muy diferente, exige la acumulación de inventarios mucho mayores, además de que las exportaciones tiene que hacerse por ferrocarril, que es un medio mucho menos flexible que el de los camiones que se usan en estaño. Por estas características de la acumulación del zinc y también porque la producción boliviana es pequeña en relación a

la producción mundial, los productores pueden encontrar ventaja en cubrirse con ventas a futuro y, mas interesante aún, con futuros y opciones. (En estaño, operaciones bolivianas de magnitud en los mercados de cobertura podrían afectar los precios spots y plazo, con resultados contrarios a los buscados).

Con el procedimiento de "back to back" las comercializadoras nacionales minimizan casi totalmente el riesgo precio al trasladarlo enteramente al productor minero. Por lo general, no adoptan ningún mecanismo de cobertura para su provisión de mineral. La justificación es que la producción minera, especialmente de estaño está cada vez mas informalizada, con múltiples productores con producciones pequeñas. Las comercializadoras nacionales están también atomizadas. En esas condiciones es difícil establecer relaciones de lealtad. En el largo plazo, con la entrada de productores mas grandes y con la mejora en las condiciones de los mercados internacionales, existirían suficientes incentivos para desarrollar relaciones duraderas con los proveedores. Las comercializadoras, al compartir cobertura, contrarían con una oferta mucho mas segura.

Las comercializadoras se cubren además del riesgo precio que pudiese surgir en el corto plazo mediante dos mecanismos: (a) La aplicación de márgenes entre el precio internacional de venta y el precio de compra al productor minero, favorables a la comercializadora. (b) La formación de pequeños "fondos de reserva o previsión". Estos fondos no son muy comunes.

La no utilización de mercados financieros para cobertura Por los productores se explica por varias razones. La principal está en la falta de capital y/o acceso al crédito, para cumplir con los requerimientos de márgenes de las "clearing houses". En segundo lugar, este tipo de operaciones se hace normalmente con metales refinados, de calidad homogénea. Las empresas bolivianas (salvo ENAF), solo producen concentrados. Por último, en el caso de las empresas estatales, hay el temor de sus gerencias de ser sometidos a juicios de responsabilidad en caso de una operación con pérdida.

Powell (1991:74), reconociendo los problemas de acceso al crédito hace notar que las opciones dan un mayor grado de flexibilidad que los futuros. Una opción es un contrato que otorga al comprador el derecho a comprar (o vender), mediante el pago de una prima, el bien (o el activo) de que se trate, a un precio determinado (llamado precio de ejercicio) a un momento dado. Por su parte, el vendedor adquiere la obligación de entregar (o de adquirir) el bien (o

activo) en cuestión. Existen dos tipos de opciones: opciones de compra "call" y opciones de venta "put", según el derecho sea a comprar o a vender.<sup>13</sup>

La estrategia mas simple de opciones para cubrir a los productores sería la compra de una opción put. La compra del put puede ser empero costosa. Powell sugiere circunvenir este problema para el productor vendiendo una opción call simultáneamente con la compra del put. Si se escriben el put y el call en cantidades idénticas, pero con precios de ejercicio diferentes de tal manera que el valor del put y el valor del call son iguales, la combinación resultante es de costo cero, con seguro completo al precio de ejercicio del put pero con un límite al precio de ejercicio del call. El problema está en que este precio de ejercicio del call puede no ser atractivo para el productor cuando los precios son altos. Como alternativa, Powell sugiere que las dos opciones tengan el mismo precio de ejercicio, pero que sean escritas sobre cantidades diferentes, de tal manera que sus valores se compensen.

c. La Estabilización de Fluctuaciones de los Ingresos por Exportación de Gas Natural

*Cobertura con Indexación del Precio del Gas Natural*

Los contratos de gas natural hacen mucho más hincapié en los volúmenes de venta que en los precios, consecuentemente, la volatilidad del precio en esa modalidad contractual puede ser muy significativa. De allí la importancia de las reglas de formación de precios. En el comercio bilateral, el precio tendrá que moverse en una franja que atienda a las siguientes condiciones: (a) De un precio mínimo que cubra los costos de operación (incluyendo los costos de transporte) y de capital que asume el productor. (b) De un precio tope que deberá ser competitivo con el de los combustibles sustitutos en el lugar de consumo.

Los reajustes de los precios del gas natural estarían indexados a las variaciones de precios de otros energéticos, pero respetando el principio de que los niveles deben mantenerse en la franja definida por (a) y (b). En otras palabras, los límites de la franja deben hacer rebotar los precios hacia el interior.

---

<sup>13</sup> El mercado de opciones viene recibiendo una creciente atención. Para una introducción elemental, en español, véase por ejemplo Alonso (1986).

Un mecanismo de ajuste parcial de precios está en vigencia desde 1988 en las ventas de gas a la Argentina, mediante el cual se indexa formalmente (cada trimestre) el precio del gas al precio de los derivados del petróleo (fuel oil) y al precio de los transportes según la fórmula:

$$P_t = 0.30P(t-1) + 0.70 P^*(t-1)$$

$P_t$  = Precio de gas residual (US\$/MBTU) en el punto de entrega contractual,  $P^*t$  = Precio promedio de una canasta de fuels puesto en Buenos Aires.<sup>14</sup>

Se analiza formalmente las propiedades de estabilización de la fórmula (1) en el Apéndice B. Se demuestra en ese apéndice, que si  $P^*$ , el precio ponderado de los fuels, es tal que las divergencias a su media son puramente aleatorias (más precisamente son ruido blanco), la fórmula de ajuste parcial da un  $P$  que tiene una menor varianza que la de  $P^*$ . Aún si  $P^*$  sigue un proceso autoregresivo de primer orden, con el coeficiente de autoregresión positivo pero estrictamente inferior a uno,  $P$  es menos volátil que  $P^*$ . Si  $P^*$  sigue un recorrido aleatorio la fórmula de indexación no hará sino reproducir la inestabilidad de  $P^*$  en el largo plazo. Pero aún en este caso se tiene que el precio del gas será conocido con certidumbre en el próximo trimestre. Mas relevante todavía, para un número finito de períodos más adelante, la varianza del precio del gas será más pequeña que la que daría un proceso de recorrido aleatorio, pero se le va acercando a esta a medida que estos aumentan. Las dos varianzas son infinitas en el límite.

### *La prevención de shocks permanentes y el financiamiento de las inversiones*

En Mayo de 1992 terminará el contrato de venta de gas a la Argentina. Las características del mercado del gas natural, el contexto de la renegociación con la Argentina y el poder de negociación actual de Bolivia no excluyen de las anticipaciones el que el deterioro de ingresos por esta exportación pudiese ser duradero. Para prevenir un shock permanente, Bolivia está buscando nuevos mercados para su gas, además de continuar las ventas a la Argentina, aunque estas últimas estarían en términos diferentes a los prevalentes en los últimos veinte años.

Se tiene negociaciones adelantadas con el Brasil para llegar a la frontera brasileña y eventualmente, a Sao Paulo. Estos proyectos de gran dimensión serían cofinanciados por un

sindicato de agencias de crédito oficiales, con condicionamientos mutuos de participación.<sup>15</sup> Se ha de añadir que algunas de las agencias condicionan su préstamo al ingreso de capital privado.

Una modalidad de financiamiento de esas inversiones, complementaria a la de otras fuentes, sería el lanzamiento de "bonos gas natural" en el mercado internacional.<sup>16</sup> Estos "bonos gas" tendrían las siguientes características: (a) estarían expresados en volúmenes de gas y prometerían al comprador del instrumento un equivalente monetario de una cantidad fija de gas, valorada al precio vigente de fin de mes; (b) serían bonos de descuento puro ("zero coupon bonds"). La emisión de los bonos podría ser hecha por YPFB o por una empresa binacional, a través de un banco internacional y con períodos de vencimiento de largo plazo, pero no mayores a veinte años.<sup>17</sup> Los bonos serían instrumentos transables en los mercados secundarios (es decir, debe haber "securitization" de ellos).

El comprador del instrumento "bonos gas" se enfrentaría a dos tipos de riesgos: (a) al incumplimiento "voluntario" de los pagos por parte del emisor de los bonos (YPFB o la empresa binacional) y (b) al incumplimiento "involuntario", por no pago o el atraso en los pagos por el importador del gas natural. Una manera de contornar los riesgos anteriores es comprometiéndolo al vendedor y al comprador en el lanzamiento de los "bonos gas" y en el ofrecimiento de las garantías colaterales.

Existen varias maneras de proporcionar seguridad a los compradores de "bonos gas", por ejemplo, creando cuentas de fideicomiso en algún banco del sistema financiero internacional aceptable para los acreedores. El eventual comprador de gas boliviano efectuaría sus pagos, en divisas de libre disponibilidad, en las cuentas de fideicomiso de los acreedores. Esta instrucción sería parte de los contratos de venta de gas, como una obligación del comprador. El banco repasaría los ingresos a YPFB, una vez realizado el servicio de los bonos. El fondo de Estabilización Macroeconómica (FEM) al que se hace referencia más adelante, podría también servir de garantía.

---

<sup>14</sup> Para ser más precisos  $P^*$  es una canasta de fuels afectada por un factor multiplicativo  $K$ , que inicialmente servía solamente para encadenar el precio resultante de la fórmula con el último precio, antes de que ella fuera aplicada. Sin embargo,  $K$  se ha vuelto un objeto de negociación. Una discusión de las modificaciones de  $K$  está más allá de los fines de esta discusión.

<sup>15</sup> Están en curso negociaciones con el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo, la Corporación Andina de Fomento, y con el Export-Import Bank del Japón.

<sup>16</sup> La Banque Paribas le ha concedido un préstamo indexado al precio del gas a la Trade and Development Corporation of New Orleans. La similitud con los "bonos-gas" es evidente.

<sup>17</sup> La empresa binacional podría estar compuesta por YPFB y su contraparte en la compra de gas.

Una forma equivalente a la de los bonos-gas estaría dada por el paquete "bonos-opción put". (Véase al respecto Kletzer et al., 1990, y Basch y Engel, (1991). Los bonos serían bonos puros, es decir no dependientes del precio del gas natural. Ellos serían acompañados por la compra de una opción put sobre un volumen fijo de gas natural.<sup>18</sup> En otras palabras, YPFB (o la empresa binacional) emite un bono y el titular del bono le vende simultáneamente una opción put.

Otra posibilidad es que YPFB emita bonos con dos opciones simultáneas, una de compra de un put y otra de venta de un call en un "collar", que tiene el atractivo adicional para los acreedores de darles la posibilidad de participar de los posibles incrementos en el precio (Basch y Engel, 1991).

d. El Fondo de Estabilización Macroeconómica

La configuración de las exportaciones bolivianas le da características específicas al FEM. Habida cuenta de esto se ha pensado en un FEM en dos niveles. En el primer nivel, que lo llamaremos FEM1, se tendría un mecanismo de estabilización de los ingresos de las empresas estatales (COMIBOL e YPFB) por fluctuaciones de precio. En el segundo nivel, el FEM2 tendría por objetivo suavizar las fluctuaciones en el gasto del gobierno (gobierno central y corporaciones regionales de desarrollo (CRD)).

Un punto importante de partida para la discusión del FEM1 es el de si se debe considerar tres fondos de estabilización, uno por producto, o un sólo fondo combinando los tres productos. Nos inclinamos por un sólo fondo, pero con la importante salvedad de que las reglas de intervención que guían la acumulación/desacumulación en el FEM1 se definan por separado para cada producto.

De la sección 4 se tiene que no se puede descartar que los precios reales anuales del estaño y del zinc (en logaritmos) sigan un proceso estacionario, aunque es posible que su reversión a la media sea lenta. Por otra parte, la fórmula de indexación del gas natural tiene un contenido informativo que hace que para períodos no muy lejanos la incertidumbre no sea demasiado grande. (Para un trimestre hacia adelante se conoce el precio nominal del gas con

---

<sup>18</sup> Kletzer et al. (1990) y Basch y Engel (1991) dan el precio de ejercicio del put, que establece la equivalencia con el bono commodity.

certidumbre). El FEM1 no tendría razón de ser si no estuvieran presentes estas características. Sin embargo, la alta volatilidad de los precios del estaño y del zinc, con frecuencia trimestral y mensual, exige características específicas al FEM1.

Con frecuencia, pero no siempre, un fondo multi-productos reducirá la varianza de los ingresos del FEM1 en relación a una estrategia de fondos por producto. Esto a su vez debiera contribuir a reducir la probabilidad de que el FEM1 colapse por quedarse sin fondos. En el caso específico de los tres productos, de interés hay una presunción apoyada en los resultados con datos reales, de que hay una reducción de varianza con el fondo multiproducto.

Suponiendo que 37% de los ingresos del FEM1 sean de estaño, 7.7% de zinc y 55.3% de gas natural, que corresponden a los promedios históricos de 1980-89 de participación de cada producto en la canasta de los tres, se tiene que la desviación típica del ingreso conjunto sería de 1.414. Hay que comparar este valor hay que comparar con 1.937 para el estaño, 0.079 para el zinc, 1.354 para el gas natural.

Los aportes al FEM1 vendrían de los ingresos extraordinarios por ventas externas de COMIBOL e YPFB, (incluyendo los obtenidos en operaciones de "joint ventures"). De comprobarse una caída no anticipada de sus recursos, COMIBOL e YPFB podrían recurrir al FEM1. Ninguna de las dos empresas podrá retirar más de los recursos que ha aportado al FEM1, previo descuento del aporte al seguro contra colapso de éste, al que se hace mención más abajo. El FEM1 no mejorará stocks ni hará transacciones comerciales con metal ni gas natural, y COMIBOL e YPFB tendrán que entregarle (o recibir) en divisas los montos que correspondan. Los aportes y las contribuciones serán calculados según la metodología definida mas adelante.

Se definiría franjas de precios de intervención del FEM1 por separado para el estaño, el zinc y el gas natural. EL FEM1 acumularía cuando el precio de un producto dado esté por encima del límite superior de la franja; desacumularía cuando esté por debajo. Sea  $F_t$  el monto acumulado en el FEM1 hasta el período  $t$ . La acumulación al período siguiente seguirá la regla:

$$(3) \quad F_{t+1} = (1+i)F_t + \sum \max(P_{i,t+1} - U_{ib}, 0)x_i - \sum \max(L_{ir} - P_{i,t+1}, 0)x_i$$

donde  $P_i$  ( $i=1,2,3$ ) es el precio del bien  $i$ ,  $U_i$  es el precio superior de la franja,  $L_i$  es el precio inferior de la franja,  $x_i$  son las cantidades de exportación que están sometidas al riesgo precio.

La sumatoria va de 1 a 3. Las reglas de acumulación/desacumulación del FEM1 son independientes del monto ya acumulado.

Se habrá de notar que  $z_i = E_t \max(L_{it} - P_{i,t+1}, 0)$ , con  $E_t$  el operador de esperanza matemática en el momento  $t$ , es la prima de una opción put para el producto  $i$ , con precio de ejercicio  $L_{it}$  y con vencimiento en  $t+1$ .<sup>19</sup> Esta observación nos sugiere que (3) puede ser completado con un seguro. La prima de seguro sería pagada en el período  $t+1$ , y estaría dada por  $S_{t+1} = \sum z_{it} x_{it}$ . La expresión (3) sería entonces corregida para dar finalmente  $F'_{t+1} = F_{t+1} + S_{t+1}$ .

Se notará que el sistema descrito es análogo a una compra por COMIBOL e YPFB de una opción put, para protegerse de caídas extraordinarias en sus ingresos de exportación. El precio del put vendría de la fórmula bien conocida de Black-Scholes. Tan importante como lo anterior, la escritura del put puede interpretarse como un seguro que protege, en esperanza matemática, contra un agotamiento del FEM1. Eso no quiere decir que el FEM1 no pudiese llegar a esa situación; sin embargo, el FEM1 podría romper muy temporalmente su restricción de no-negatividad simplemente no desembolsando las sumas comprometidas. El seguro protegería contra situaciones más duraderas de este tipo.<sup>20</sup>

El esquema propuesto es para las etapas iniciales, cuando se estaría constituyendo el fondo. Más adelante tendría que ser corregido el efecto de que hay un incentivo para los administradores para fijar  $U_i$  muy bajos, lo que convertiría de hecho al FEM1 en un mecanismo indeseado de tributación. Para que esto no suceda la fórmula  $S$  podría modificarse a  $S_{t+1} = \sum z_{it} x_{it}$  con  $z_i = E_t \max(L_{it} - P_{i,t+1}, 0) - E_t \max(P_{i,t+1} - U_{it}, 0)$ . Es decir el FEM tendría que comprar una opción call de COMIBOL e YPFB con precio de ejercicio  $U_i$  por la misma cantidad de entrega  $x_{it}$ .

Las exportaciones anuales estimadas, divididas por cuatro, de las producciones de estaño y zinc de COMIBOL, y de gas natural de YPFB definirían los volúmenes de cada operación del FEM1. Así, por ejemplo, si se estima que COMIBOL producirá 8.000 toneladas de estaño el próximo año, cada operación del FEM1 portará sobre 2000 toneladas. Así, 2000 por el valor del put será el pago de COMIBOL al FEM1, por el seguro.

Las intervenciones del FEM1 y los límites de la franja serían efectuadas y revisadas trimestralmente. Los precios de intervención de la franja se fijarían como una combinación

---

<sup>19</sup> Bajo la condición de ganancia igual a cero. De igual manera  $E_t \max(P_{i,t+1} - U_{it}, 0)$  es la prima de una opción "call".

lineal alrededor de un precio de tendencia y el último precio de mercado del producto. De esta manera se atendería a la naturaleza dual de las fluctuaciones. Más precisamente, si  $P_{it}^*$  es el precio de tendencia para  $i$ ,  $b_i$  la discrepancia permitida respecto a ese precio de tendencia, y  $P_{it}$  es el precio de mercado, los precios de intervención estarían definidos por:

$$(4a) \quad U_{it} = \mu(P_{it}^* + b_i) + (1-\mu)P_{it} \quad 0 < \mu < 1$$

$$(4b) \quad L_{it} = \mu(P_{it}^* - b_i) + (1-\mu)P_{it}$$

El precio de tendencia  $P_{it}^*$  podría basarse inicialmente en valores históricos, por ejemplo, computando el promedio de los precios spot de los seis años anteriores en el mercado de Londres (o en otro que se considere conveniente), previo ajuste por el MUV o por el IPM de Estados Unidos. Los  $b_i$  podrían ser:

- 25 centavos de U\$ por libra fina de estaño
- 5 centavos de U\$ por libra de zinc
- 25 centavos de U\$ por M de pies cúbicos de gas natural

Los datos anteriores son enteramente tentativos. Por otra parte, la selección de  $\mu$  es crucial y dependerá del funcionamiento inicial del fondo.

El FEM2 estaría constituido por los siguientes aportes:

- Todas las regalías e impuestos debidas por YPF y COMIBOL al Tesoro General de la Nación (TGN) y a las CRD, calculadas sobre sus ingresos efectivos. Si los precios de mercado están dentro de las franjas del FEM1, las empresas tributarán sobre esos precios. Si el FEM1 tiene que compensar, las empresas que reciben la compensación tributarán sobre el precio de ejercicio del put. Los aportes al FEM1 estarían exentos de la tributación ; en ese caso, las empresas tributarían hasta el precio de ejercicio de su opción call.
- Todas las regalías e impuestos debidas por el sector privado al TGN y a las CRD.
- Los intereses que pudiesen devengar los saldos en el FEM2

Antes de pasar a puntos más específicos sobre la administración del FEM2, vale la pena hacer notar lo siguiente:

- (a) Se utilizaría todos los mecanismos de estabilización fuera del FEM2, antes de que entren a éste. En especial, se emplearían los esquemas de indexación para el gas natural

---

<sup>20</sup> El FEM1 deberá reconocer un interés por esos préstamos involuntarios. En las simulaciones que se ha efectuado, hay

discutidos antes y los mecanismos del FEM1. Sin embargo, esto no limita la posibilidad de que los ingresos al FEM2 sean no estacionarios. Quedaría, en especial, la proveniente de los impuestos del sector privado.

- (b) Las compensaciones del FEM1 a COMIBOL e YPFB por caída en sus ingresos efectivos no estarían exentas de la tributación. Los impuestos deberán pagarse con las alícuotas que pagan sus ingresos normales.
- (c) El sector privado podrá disponer libremente de sus ingresos, una vez cumplidas con sus obligaciones tributarias. Excepto por los impuestos que están en la actual legislación, no estaría obligado a contribuir ni al FEM1 ni al FEM2.

La utilización de los recursos de los FEM sería definida anualmente, al aprobarse el Presupuesto General de la Nación. En las recomendaciones que siguen nos inspiraremos en Deaton (1990), y en Basch y Engel (1991). El gobierno (incluyendo a las CRD) presupuestaría su gasto tomando en cuenta conjuntamente sus ingresos corrientes (mas los desembolsos netos de deuda externa) con el monto acumulado en el FEM2. Sin embargo, en la medida en que los ingresos corrientes contengan información sobre los ingresos futuros, la propensión marginal a gastar deberá ajustarse en el sentido de la indicación que proveen estos ingresos. El gasto también deberá ajustarse en la gestión corriente cuando la información de precios futuros es predecible sin mucha incertidumbre. Se puede definir el umbral a partir del cual se debe ahorrar en el FEM2 para definir una trayectoria óptima de gasto para el gobierno.

Los dos FEMs deben ser muy líquidos y todas las acumulaciones deben estar colocadas en activos externos. Ellos funcionarían en cuentas de fideicomiso en el Banco Central de Bolivia, pero se ha de subrayar que no harían parte de las reservas internacionales de divisas, al menos como convencionalmente se las entiende.

Los FEMs no podrán comenzar hasta que los precios del estaño, del zinc y del gas natural mejoren en relación a sus actuales valores, que están bastante por debajo de sus niveles históricos. Es de hacer notar que la postergación de los FEM hasta que los ingresos por los tres recursos naturales alcancen un umbral, es consistente con el programa óptimo de consumo de Deaton. Antes de llegar a ese umbral, no hay lugar para acumulación en el FEM. No obstante, para suavizar la previsible caída en el precio del gas natural en 1992, se deberá recurrir, transitoriamente, a una mayor acumulación de RIN en el Banco Central.

---

momentos en que el FEM1 se vuelve negativo, pero esta situación se corrige rápidamente.

## 6. Conclusiones

Se comenzó este informe haciendo una revisión de la significación de las exportaciones de estaño, zinc y gas natural en las exportaciones totales y en las cuentas del sector público. Se hizo notar que en los años ochenta se ha sufrido una reducción muy considerable de los aportes que estas exportaciones hacen a esas cuentas. En particular, llama la atención la casi desaparición de los impuestos de la minería. Esta situación creada por la crisis de los años ochenta no puede ser estable y se espera que la contribución de la llamada nueva minería, en la que está incluido el zinc, irá en aumento, tanto a la generación de divisas como a los ingresos fiscales. La inestabilidad causada por las fluctuaciones de precios es costosa y podría ser tan alta, en los tres productos, como 1% del PIB por año. Por otra parte, con una participación creciente, a altas tasas del sector privado en las exportaciones de esos bienes primarios, la búsqueda de instrumentos para que los productores compartan riesgos es más importante que en el pasado. Las posibilidades de beneficiarse en los mercados financieros de cobertura son todavía pequeñas, aunque no se debiera considerar mas sistemáticamente la utilización de opciones. Lo que sí se puede esperar es mejoras en los contratos de comercialización, y el recurso mas frecuente a los mercados a futuro.

El análisis extensivo que se ha hecho de los procesos estocásticos en los precios, presenta indicaciones, no demasiado fuertes, de procesos estacionarios con datos anuales de precios del estaño y del zinc. Para precios de menor frecuencia, la evidencia es muy clara de procesos no estacionarios.

La estrategia de estabilización debe contemplar un espectro amplio de medidas, algunas de tipo macroeconómico y otras mas específicas. Entre las medidas macroeconómicas parece esencial mantener una amplia apertura a los movimientos privados de capital y una base ancha de tributación al consumo. La aplicación de reformas a la tributación minera y de hidrocarburos, contenidas en la nueva legislación, es también crucial.

En el gas natural, el punto central es evitar que el shock anticipado para Mayo de 1992, se convierta en permanente. Se ha insistido también en que si bien los contratos usuales de gas definen sobre todo las cantidades de intercambio, es importante tener reglas, suficientemente claras, a la vez que flexibles, para la formación de precios. Los esquemas de indexación del

precio del gas al precio del petróleo en muchos casos, más no en todos, pueden lograr una distribución de los riesgos que sea mutuamente interesante para las partes contratantes.

Por las características del sector exportador boliviano, se propone la creación de un Fondo de Estabilización Macroeconómica, que vendría de una coordinación estrecha entre dos fondos, el primero para estabilizar los ingresos de YPFB y de COMIBOL y, el segundo, para estabilizar los gastos del gobierno central y las corporaciones regionales de desarrollo. Estos Fondos no podrían empero comenzar de inmediato, dado lo persistentemente bajos que están los precios del estaño y del zinc, y la gran incertidumbre de mediano plazo que planea sobre el gas natural. Mientras tanto, en previsión de los requerimientos que se tendrá con el shock anticipado en el gas natural, le corresponderá un papel amortiguador a una mayor acumulación de reservas internacionales en el Banco Central.

## Referencias Bibliográficas

- Alonso, Javier. 1986. "Una Introducción a los Mercados de Opciones", Información Comercial Española, No. 663. pp. 161-167
- Banco Mundial. 1988. *Commodity Trade and Price Trends, 1987-88 Edition*. Washington DC: Banco Mundial
- Basch, Miguel y Eduardo Engel. 1991. "Shocks transitorios y mecanismos de estabilización". Trabajo preparado para el Seminario de la Red de los Centros del BID. CIEPLAN, Santiago (Noviembre)
- Bevan, David, Paul Collier y Jan Gunning. 1989. "The Theory of Construction Booms: The New Macroeconomics of External Shocks". Mimeografiado. Oxford University (Agosto)
- Bolivia. Banco Central. 1990. Boletín del Sector Externo, No. 4, 1980-90. La Paz (Diciembre)
- Bolivia. Banco Central. 1991. Boletín Estadístico, No. 269. La Paz (Marzo)
- Bolivia. Ministerio de Planeamiento y Coordinación. Unidad de Análisis de Política Económica (UDAPE). 1991. Estadísticas Económicas de Bolivia, No. 2. La Paz (Junio)
- Centro de Estudios Minería y Desarrollo (CEMYD). 1990. Desempeño y Colapso de la Minería Nacionalizada en Bolivia. La Paz
- Cochrane, John H. 1988. "How big is the random walk in GNP?" Journal of Political Economy, pp. 893-920 (Octubre)
- Corden, W. Max. 1984. "Booming sector and Dutch disease economics: survey and consolidation". Oxford Economic Papers, Vol. 36: 359-380
- Deaton, A. 1990. "Saving and Liquidity Constraints", Fischer-Schultz Lecture, Econometric Society European Meeting, Munich, Septiembre 1989, revisado Julio 1990
- Deaton, A. y G. Laroque. 1990. "Savings and Liquidity Constraints", Fischer-Schultz Lecture, Econometric Society European Meeting, Munich, Septiembre 1989. Versión revisada: Julio 1990
- Grilli, Enzo y Maw Cheng Yang. 1988. "Primary commodity prices manufactured good prices, and the terms of trade of developing countries: What long run shows". The World Bank Economic Review, Vol. 2, No. 1, pp. 1-47 (Enero)
- Jarque, C.M. y A.K. Bera. 1981. "An efficient large sample test for normality of observations and regression residuals". Australian National University, Working Papers in Economics and Econometrics, No. 49
- Kletzer, Keneth M., David M. Newbery, y Brian D. Wright. 1990. "Alternative instruments for smoothing the consumption of primary commodity exporters". Banco Mundial. Departamento de Economía Internacional WPS 558 (Diciembre)

Morales, Juan Antonio. 1991. "Bolivia's tin and natural gas crises of 1985-1989". Mimeografiado. Universidad Católica Boliviana (Agosto)

Musgrave, Richard. 1981. Fiscal Reform in Bolivia. Harvard Law School, Cambridge

Musgrave, Richard y Jorge Desormaux. 1976. "Stabilization and Development with Fluctuating Export Earnings". Staff Paper 3. The Musgrave Mission on Fiscal Reform in Bolivia. La Paz

Newbery, David M. y Joseph E. Stiglitz. 1981. The Theory of Commodity Price Stabilization. A Study in the Economics of Risk. Oxford: Oxford University Press

Ntamatungiro, Joseph. 1988. Stabilization des Recettes d' Exportation: Stock Regulateur, Contrats a Terme et Options. París: Económica

Passeto, Ricardo. 1987. "Acuerdos para Abastecimiento Institucional". Mimeografiado. Seminario sobre Gas Natural. Uruguay

Powell, Andrew. 1991. "Options to alleviate the costs of uncertainty and stability: a case study of Zambia", en Louis Philips (compilador), Commodity, Futures and Financial Markets. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers

## APENDICE A

### **Las Fuentes de Datos de Precios**

Los datos de precios para el estaño y el zinc que se utilizan en este trabajo provienen de tres fuentes: (a) Las publicaciones del LME. (b) Los precios para el estaño en los Estados Unidos, del Engineering and Mining Journal, y para el zinc del Prime Western Zinc, East Saint Louis. Estos datos aparecen también en el Metal Statistics (Frankfurt am Main). (c) Los datos para ambos metales del Ministerio de Minería y Metalurgia de Bolivia que aparecen bajo la rúbrica "Precios Oficiales". Los precios del gas natural provienen de YPF, y los del petróleo del banco del Instituto de Investigaciones Socio-Económicas de la Universidad Católica Boliviana, que ha sido armado con datos del Fondo Monetario Internacional, Estadísticas Financieras Internacionales, y de los Platt's OILGRAM Price Reports.

Se hará notar que los índices de precios de estaño y zinc, derivados de las tres fuentes mencionadas, pueden diferir en algunos momentos, tanto por las especializaciones distintas de los mercados de Londres y Nueva York, como porque el precio oficial sirve para fines tributarios y de descargo de divisas.

Se ha obtenido los precios reales anuales deflactando los precios nominales por el Índice de Valor Unitario de las Manufacturas (MUV), elaborado por el Banco Mundial (véase Grilli y Yang (1988) y actualizaciones). El deflactor de los precios trimestrales y mensuales es el Índice de Precios al por Mayor de los Estados Unidos.

## APENDICE B

### Las Propiedades Estocásticas de las Fórmulas de Indexación del Precio del Gas Natural

Supóngase la regla de indexación dada por (1), que es una versión simplificada de la fórmula seguida desde 1987 en las ventas de gas a la Argentina, con una selección adecuada de unidades:

$$(1) \quad p = \mu p_{-1} + (1 - \mu) v \quad 0 < \mu < 1$$

donde  $p$  = precio del gas, y  $v$  = precio del petróleo (mas precisamente de la canasta de fuels). Nótese que si  $\mu$  fuese cero,  $p$  seguiría completamente la trayectoria del precio del petróleo.

Si  $p$  sigue (1), puede ser representado como una media móvil de los  $v$ . La magnitud de la estabilización dependerá entonces del proceso estocástico que sigue  $v$ . Consideremos primero el caso mas simple:

$$(2) \quad \dot{v} = v + u$$

$\dot{v}$  es la media y donde los  $u$  son independientes idénticamente distribuidos (i.i.d) con media cero y varianza  $\sigma^2$ . Se puede demostrar fácilmente que la media y la varianza de estado estacionario son:

$$(3a) \quad \ddot{p} = \dot{v}$$

$$(3b) \quad Var(p) = ((1 - \mu)/(1 + \mu)) \sigma^2 < \sigma^2$$

Cuando mas alto  $\mu$  menor la varianza del precio del gas. Obsérvese empero que si bien en el largo plazo  $p = v$  para cualquier  $0 < \mu < 1$ , la trayectoria temporal de  $p$  dependerá de  $\mu$  y del valor inicial de  $p$ . El coeficiente  $\mu$  viene del resultado de la negociación bilateral; dependerá de las tasas de preferencia temporales y del momento de la estabilización. en general, habrá un trade-off entre estabilidad y la trayectoria deseada de ingresos.

El modelo de determinación de precios (2) es demasiado simple. Un modelo mas realista sería:

$$(4) \quad v = \rho v_{-1} + \alpha + u \quad 0 < \rho < 1$$

con los  $u$ , i.i.d con media cero y varianza  $\sigma^2$ .  $\alpha$  es un parámetro de desplazamiento. Nótese que la media y la varianza de estado estacionario de  $v$  son respectivamente  $\alpha/(1-\rho)$  y  $\text{Var}(v) = \sigma^2/(1-\rho^2)$ .  $\text{Var}(v)$  se incrementa con  $\rho$ .

Insertando (4) en (1) se obtiene:

$$(5) \quad p = (\rho + \mu) p_{-1} - \mu\rho p_{-2} + (1-\mu) (\alpha + u)$$

Se puede demostrar fácilmente que la media de estado estacionario de  $p$  en (5) es:

$$(6) \quad \bar{p} = \alpha/(1-\rho)$$

y que la varianza de estado estacionario, asumiendo  $\rho \neq \mu$  es igual a:

$$(7) \quad \text{Var}(p) = \sigma^2 [(1-\mu)^2/(\rho-\mu)^2] [\rho^2/(1-\rho^2) + \mu^2/(1-\mu^2) - 2\mu\rho/(1-\mu\rho)],$$

o todavía,

$$(8) \quad \text{Var}(p) = \sigma^2/(1-\rho^2) [(1+\mu\rho)/(1+\mu)]/[(1-\mu\rho)/(1-\mu)]$$

Como el numerador entre corchetes en (8) es inferior a uno y el denominador entre corchetes es superior a uno, sigue que  $\text{Var}(p) < \sigma^2/(1-\rho^2)$ . Como en el modelo simple, cuanto  $\mu$  esté mas cerca de 1, menor  $\text{Var}(p)$ . La diferencia entre  $\text{Var}(p)$  y  $\sigma^2/(1-\rho^2)$  tiende a desaparecer a medida que  $\rho$  se acerca a uno, para cualquier valor de  $\mu$ . Nótese que un  $\mu$  bajo y un  $\rho$  alto implicarían la insuficiencia de la regla de indexación para estabilizar los ingresos por la venta de gas. En este caso el precio del gas seria casi tan variable como el del petróleo (o los fuels que entran en la canasta de indexación).

¿Qué pasaría si  $\rho = 1$  en (4)? Se tendría en ese caso un modelo de recorrido aleatorio. Poniendo  $\rho = 1$  en (5) se nota inmediatamente que (5) es no estacionario, pero que la primera diferencia es estacionaria. Aún en este caso, para un número finito de períodos se tendría que la varianza de  $p$  condicional a los últimos valores conocidos de  $p$  y de  $v$ , será menor que la de  $v$  si se sigue (1).