

## UN MODELO SVAR PARA LA ECONOMÍA BOLIVIANA A SVAR MODEL FOR THE BOLIVIAN ECONOMY

**Martín Palmero Pantoja**

*Doctorado en Economía y Administración de Empresas  
Universidad Privada Boliviana*

mpalmero@lp.upb.edu

(Recibido el 20 de noviembre 2014, aceptado para publicación el 6 de marzo 2014)

### RESUMEN

Bolivia es una economía pequeña, abierta, parcialmente dolarizada y con un esquema de tipo de cambio muy cercano a fijo. Bajo estas características la teoría económica keynesiana sustentaría que la política fiscal debería tener un efecto más importante, como instrumento de estabilización económica, en comparación con la política monetaria y que, al ser un país pequeño los choques externos debieran ser relevantes. En este trabajo se analiza cómo se propagan los *shocks* fiscales, monetarios y externos en la economía boliviana utilizando un modelo SVAR. Los resultados más relevantes indican que, efectivamente los *shocks* fiscales tienen mayor efecto sobre la actividad económica que los monetarios y, los choques externos, medidos como cambios en los precios de la energía, repercuten de manera importante sobre la inflación y en menor medida en el crecimiento.

### ABSTRACT

Bolivia is a small, open, partially dollarized and virtually fixed exchange rate economy. Under these characteristics it would support the Keynesian economic theory that fiscal policy should play a more important role, as an economic stabilization instrument, compared to monetary policy and, due to the small size of the economy, external shocks should play an important role. In this regard, this work attempts to analyze how fiscal, monetary and external *shocks* propagate in the Bolivian economy using a SVAR model. The main results indicate that fiscal *shocks* have a greater effect on economic activity than the monetary, also external impulses, measured as the changes in energy prices, have a significant impact on domestic inflation and with lower magnitude in growth.

**Palabras Clave:** Vectores autorregresivos estructurales, política monetaria, política fiscal, choques externos.

**Keywords:** Structural vector autoregression; monetary policy, fiscal policy, external *shocks*.

## 1. INTRODUCCIÓN

La denominada “gran recesión”, iniciada en EE.UU. y que se extendió al resto de la economía mundial, dejó evidencia a académicos y hacedores de política, que tanto los mecanismos de propagación de los ciclos económicos como los instrumentos de política económica que debieran aplicarse para contenerlos, no estaban tan entendidos como se creía.

Como lo señala Blanchard O., Dell'Ariccia G., y Mauro P [2]: “... era tentador para los macroeconomistas y los políticos por igual, atribuirse gran parte del crédito por la disminución constante de las fluctuaciones cíclicas de la década de 1980 y concluir en que sabíamos cómo llevar a cabo la política macroeconómica. La crisis, claramente, nos obliga a cuestionar la evaluación anterior”.<sup>1</sup>

Comprender adecuadamente la manera en la que se propagan los *shocks* al interior de la economía, sean de origen interno o externo, nominales o reales, nos permitiría utilizar los instrumentos de política económica idóneos para contener sus efectos adversos. En efecto, Lucas R., Brunner K., y Metzler A. [14], señalan que comprender los fundamentos de los ciclos económicos debería ser el primer paso para diseñar políticas de estabilización apropiadas.

Los modelos de Vectores Autorregresivos (VAR) han sido ampliamente utilizados para describir las interacciones dinámicas de las principales variables macroeconómicas de una economía y estudiar la manera en que los choques se diseminan al interior de la economía.<sup>2</sup> Aunque estos modelos han demostrado su eficacia como herramientas de estimación y pronóstico, rara vez pueden ser utilizados para probar teorías o interpretar sus resultados con sólidos principios económicos, Chumacero R. [4]. Sin embargo, la estimación de un modelo VAR, capaz de mostrar de manera verosímil la forma de propagación de los *shocks* macroeconómicos al interior de una economía, es un primer paso para

<sup>1</sup> Traducción del autor.

<sup>2</sup> Los términos *choques* y *shocks*, se utilizarán de manera indistinta a lo largo de este documento.

la construcción de modelos estructurales capaces de explicar con fundamento teórico tales propagaciones. De hecho, Smets F. y Wouters R. [25] encontraron que un modelo de equilibrio general dinámico estocástico (DSGE) Neo-Keynesiano es capaz de estimar las series temporales y replicar las funciones impulso respuesta de las variables macroeconómicas europeas tan bien o incluso mejor, que un modelo VAR.

En este entendido, el objetivo de esta investigación es construir un modelo VAR para estimar las interrelaciones entre variables macroeconómicas y analizar las vías de propagación de choques internos y externos dentro de la economía boliviana. Estos resultados se constituirán en un primer paso para una futura agenda de investigación que pretende la construcción de modelos teóricos capaces de replicar los resultados econométricos obtenidos.

De la revisión bibliográfica sobre trabajos que intentaron estimar con modelos VAR la transmisión de los choques macroeconómicos en Bolivia, se pudo constatar que ésta no es abundante ni específica sobre el tema de la presente investigación. La mayoría de los trabajos consultados emplean la metodología VAR para estudiar la interrelación entre variables tales como tipo de cambio y el nivel de precios, Comboni J. y De la Viña J. [5], Escobar F. y Mendieta P. [10], Cupé E. [7] y Orellana W., Mendoza R. y Boyan R. [20]. Además, Hay pocas referencias de modelos para estimar los mecanismos de transmisión de la política monetaria, Mendoza R. y Boyan R. [17] y Orellana *et al.* [20] y lo propio ocurre, para el caso de la política fiscal, donde una de las pocas investigaciones es de Cernadas L. [3]. Con relación a los efectos de shocks externos, no se evidenció su existencia explícita, salvo el trabajo de Mendieta P. y Palmero M. [16] y Jemio LC. y Wiebelt M. [13]. Sin embargo, el primero sólo considera choques de precios externos de alimentos y el segundo utiliza la metodología de modelos de equilibrio general computables. Por lo que, no existe un modelo que intente explicar las interrelaciones dinámicas de los *shocks* macroeconómicos internos y externos sobre la actividad económica en Bolivia, vacío al que se pretende contribuir con esta investigación.

Para este fin, el documento está dividido en seis secciones, en la segunda, luego de esta introducción, se realiza una breve descripción del modelo teórico de *Mundell-Fleming* con tipo de cambio fijo y movilidad imperfecta de capitales, que nos dará una intuición teórica de los resultados empíricos esperados. En la tercera se presenta una sucinta reseña histórica con los hechos más relevantes de las variables que serán consideradas en el modelo. En la cuarta se detalla el modelo econométrico; se parte de la estimación de un VAR irrestricto y se utiliza principios de la teoría económica para identificar el modelo y así obtener el modelo VAR estructural (SVAR). En el punto cinco se exponen los resultados sobre la base del cálculo de las funciones impulso respuesta y la descomposición de la varianza del error de pronóstico. Por último en la sección seis, se concluye sobre los resultados encontrados.

## 2. MODELO DE MUNDELL-FLEMING

En esta parte se presenta el modelo *Mundell-Fleming* desarrollado por Mundell R. [18] y Fleming M. [11]. Si bien los modelos VAR no requieren de fundamento teórico, ya que son formas reducidas de un modelo estructural desconocido, Enders W. [9], esta sección permitirá entender mejor los resultados de la parte 5. El modelo consta de tres ecuaciones que caracterizan el equilibrio económico, la IS, la LM y la Balanza de Pagos (BP). La IS tiene pendiente negativa y relaciona la producción interna  $Y$  con el nivel de absorción  $A$  y de las exportaciones netas  $XN$  de la siguiente forma:

$$IS : \quad Y = A(Y, i) + XN(Y, Y^*, R) \quad (1)$$

donde  $A(Y, i)$  representa el componente doméstico de la demanda agregada y muestra las combinaciones de  $Y$  y la tasa de interés interna  $i$  que determinan el equilibrio en el mercado de bienes. Por su parte,  $XN$  depende: i) negativamente de  $Y$ , ya que un aumento de esta variable implica mayores importaciones; ii) positivamente respecto a la producción externa  $Y^*$ , debido a que su incremento deriva en un aumento de las exportaciones y; iii) positivamente con respecto al tipo de cambio real  $R$ , ya que una devaluación aumenta la competitividad y por ende las exportaciones.

La LM es igual a la de una economía cerrada, con la salvedad que, bajo tipo de cambio fijo (TCF), los movimientos de la oferta monetaria serán alterados por el resultado de la BP, siempre que las autoridades no logren neutralizar los superávit o déficit de esta cuenta.

$$LM : \quad i = L\left(Y, \frac{M}{P}\right) \quad (2)$$

donde la variable  $M/P$  representa la oferta monetaria. Esta curva refleja los valores de  $Y$  e  $i$  que equilibran el mercado de dinero doméstico y tiene una pendiente positiva. Finalmente, la curva BP está compuesta por la Cuenta Corriente (CC) representada por el resultado de las  $XN$  y la Cuenta Capital (CK), que caracteriza el movimiento de capitales en función del diferencial de la tasa de interés doméstica  $i$  y externa  $i^*$ .

$$BP: \quad BP = XN(Y, Y^*, R) + CK(i - i^*) \quad (3)$$

La curva BP traza las combinaciones de  $Y$  e  $i$  que equilibran la balanza de pagos. Debido a la imperfecta movilidad de capitales su pendiente es positiva y depende de la propensión marginal a importar ( $m$ ) y de la elasticidad de  $i$  con respecto a los flujos internacionales de capital ( $\xi$ ). La BP será más plana (inclinada), mientras más pequeña (grande) sea  $m$  y mayor (menor) sea  $\xi$ . Por ejemplo, a mayor  $\xi$ , menor será el aumento de  $i$  para equilibrar la BP y más plana será esta curva. Además, la posición de la BP refleja un determinado nivel de  $Y^*$ ,  $i^*$  y  $R$ .<sup>3</sup> Si cualquiera de estas variables cambiara, entonces también lo haría la BP. Por ejemplo, una mejora en  $XN$  por un aumento de  $Y^*$  o una caída en  $R$ , desplazará la BP hacia la derecha.

### 2.1. Equilibrio del Modelo y Efectos de Política Económica

El equilibrio se encuentra en la intersección de las ecuaciones (1), (2) y (3), como se muestra en el punto A del Gráfico 1A de la Figura 1,<sup>4</sup> que implica: un equilibrio en el mercado de bienes y dinero, un nivel de producción  $Y_0$  y una igualdad de tasas de interés,  $i = i^*$ . A su vez, este balance corresponde a un equilibrio de la oferta agregada (OA)<sup>5</sup> y demanda agregada (DA) en el punto D del Gráfico A2 que determinan el mismo nivel de  $Y_0$  y los precios internos  $P_0$ .

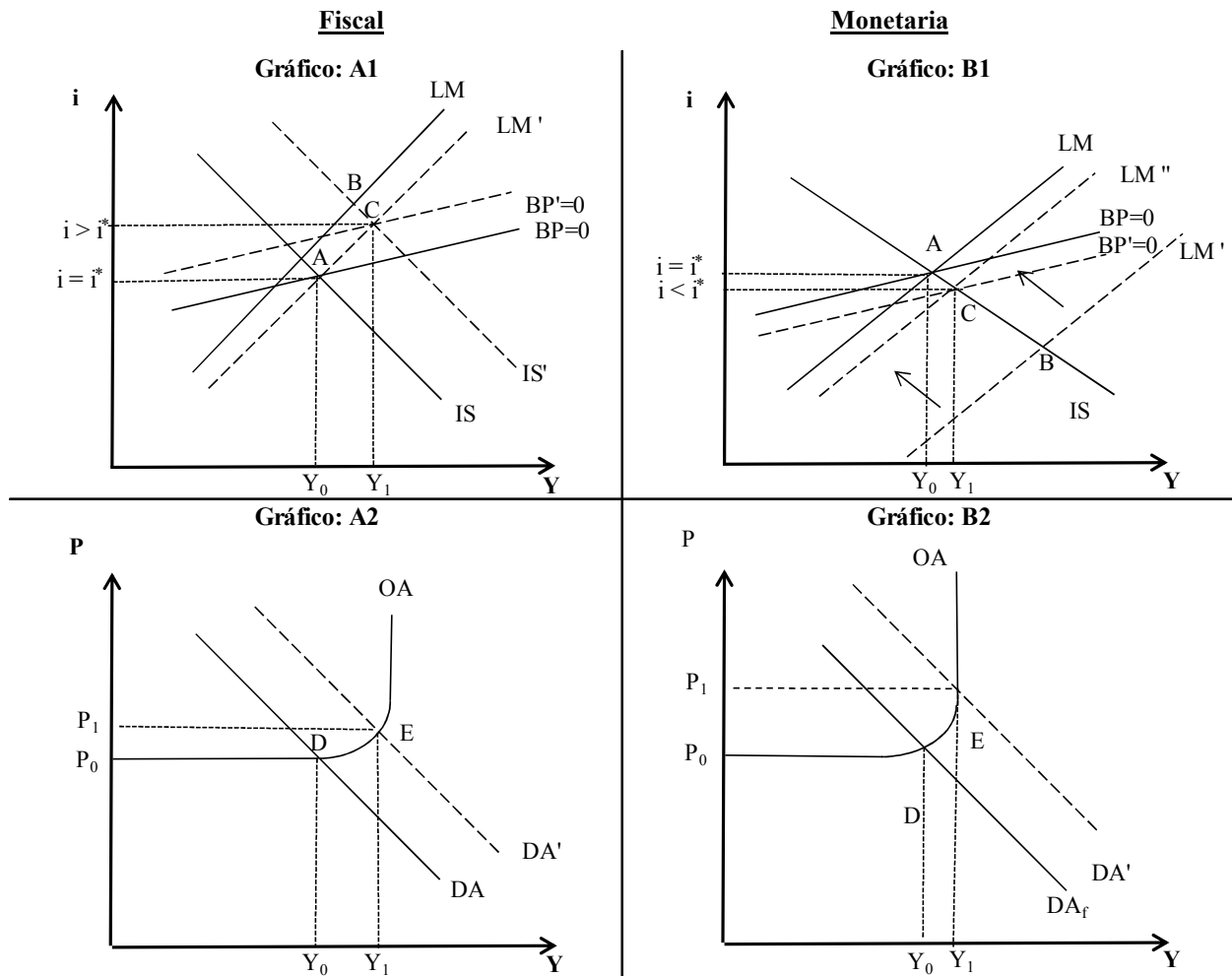


Figura 1 - Efectos de una Política Económica Expansiva.

<sup>3</sup>  $R = eP^*/P$ ;  $P$  y  $P^*$  representan a los precios internos y externos, respectivamente y,  $e$  el tipo de cambio nominal.

<sup>4</sup> En la práctica la curva LM suele ser más pronunciada que la curva de BP debido a que la elasticidad de la tasa interés de la demanda de dinero es menor a la de los flujos de capital.

<sup>5</sup> La oferta fue trazada de ese modo para reflejar que en el corto plazo (sección horizontal) la política económica puede tener efectos reales, mientras que en el largo plazo (sección vertical) su efecto es real es nulo.

### - Política Fiscal Expansiva y Tipo de Cambio Fijo<sup>6</sup>

Un incremento de la inversión pública desplazará la curva IS a IS' y el equilibrio interno hasta el punto B, en el Gráfico A1, generando entrada de capitales debido a que  $i > i^*$  y superávit en la CK. Esta entrada presiona a una revaluación de  $R$ . Como la economía se encuentra en un esquema de TCF el banco central debe intervenir comprando activos extranjeros para mantener el tipo de cambio, esta operación implica un incremento de  $M/P$ , desplazando la LM a LM', al punto C. Por otra parte, el mayor nivel de  $Y$  por la expansión del gasto (de  $Y_0$  a  $Y_1$ ), incrementa las importaciones y junto a la caída en las exportaciones por la revaluación de  $R$ , deterioran la CC y la curva BP se mueve a BP', compensando así, el superávit de CK. Nótese que en un entorno de movilidad imperfecta de capitales  $i$  no retorna a su nivel inicial pues debe ser mayor a  $i^*$  para generar un saldo positivo en la CK para equilibrar la BP.

Por otra parte, el incremento del gasto genera un desplazamiento de la demanda agregada de DA a DA', punto E en el Gráfico A2. Suponiendo que la economía se encuentra en la parte creciente de la oferta agregada, el incremento de  $Y$  irá acompañado de un mayor nivel de precios, aunque se espera que la variación de  $P$  sea menor al incremento de  $Y$ .

Como resumen lo que se esperaría encontrar en el modelo VAR ante una expansión fiscal es un incremento en el nivel de actividad y en los precios. También un alza en la tasa de interés y presiones de revaluación sobre el tipo de cambio.

### - Política Monetaria Expansiva y Tipo de Cambio Fijo

Una política monetaria expansiva desplaza la LM a LM' hasta el punto B, en el Gráfico B1, generando salida de capitales, debido a que  $i < i^*$ , y déficit en la CK. La salida de capitales presiona a una devaluación de  $R$ . Como el esquema cambiario es fijo el banco central debe intervenir vendiendo activos externos para mantener el tipo de cambio, esta operación implicará una disminución de  $M/P$  que desplaza la LM' a LM'' de retorno hasta el punto C.<sup>7</sup> Sin embargo, en una economía con un tipo de cambio no estrictamente fijo, como el caso de Bolivia, es de esperar que el banco central permita cierto grado de devaluación de la moneda no contrayendo la LM hasta su nivel inicial, aunque su margen de acción es reducido por el fenómeno conocido como "Trinidad Imposible".<sup>8</sup>

Además la devaluación de  $R$  desplaza la curva BP a BP'. El equilibrio en la BP se consigue con la mejora de las exportaciones, por el movimiento de  $R$ , que genera un superávit en la CC, que ayuda a compensar parte del déficit de CK ocasionado por la salida de capitales. Por tanto, en un entorno de movilidad imperfecta de capitales la  $i$  no retorna a su nivel inicial, pues debe ser menor a  $i^*$  para disminuir el déficit de CK y junto al superávit de CC nivelar la BP.

Por otra parte, el incremento de  $M/P$ , y el hecho de permitir algo de devaluación del tipo de cambio genera un desplazamiento de la demanda agregada de DA a DA', aunque menor al caso de la expansión fiscal, Gráfico B2. Suponiendo que la economía se encuentra en la parte creciente de la oferta agregada (OA), el incremento de  $Y$  irá acompañado de un mayor nivel de precios. Sin embargo, y contrario al caso de expansión fiscal, se espera que la variación de  $P$  sea mayor al incremento de  $Y$ .

En resumen, lo que se esperaría encontrar en el modelo VAR ante una expansión monetaria es, un incremento en el producto y un alza mayor en los precios. También una reducción de la tasa de interés local y presiones de devaluación sobre el tipo de cambio.

### - Efectos de un Shock Externo

Si bien el modelo de *Mundell-Fleming* no está diseñado para analizar los efectos de choques externos, su estructura teórica permite sacar algunas conclusiones sobre lo que podría ocurrir, aunque para ello se debe considerar las características de la economía boliviana.

<sup>6</sup> No se considerará el caso de tipo de cambio flexible, pues el actual régimen en Bolivia de flotación reptante o *crawling peg* se acerca más a un esquema de tipo de cambio fijo que a uno flexible.

<sup>7</sup> Como existe movilidad imperfecta de capitales la LM no retorna a su nivel inicial como suele ocurrir en el modelo IS-LM de economía cerrada.

<sup>8</sup> La Trinidad imposible sugiere que es imposible obtener al mismo tiempo, un tipo de cambio fijo, libre movimiento de capitales y una política monetaria autónoma. En el caso de análisis se considera que la movilidad de capitales no es perfecta y que el tipo de cambio no es estrictamente fijo, como es en Bolivia. Por lo que, este trilema puede cumplirse parcialmente, existiendo cierto grado de autonomía de la política monetaria.

En el modelo VAR se utiliza como variable *proxi* de los *shocks* externos, el índice de precios de la energía, cuyo principal componente es el precio del petróleo que a su vez, es una variable clave para la determinación de los precios de exportación de hidrocarburos bolivianos.

Un incremento de los precios de la energía se traducirá a la economía por dos canales. Dado que la energía es un precio clave para la producción existirán presiones de inflación externa que debería presionar al banco central a reevaluar la moneda o contraer  $M/P$ , pudiendo deteriorar la CC. Por otra parte, el mayor precio de la energía, en particular del petróleo, elevaría los ingresos locales por exportación de hidrocarburos, pudiendo compensar el efecto de la revaluación  $R$ , sobre las exportaciones. De hecho, considerando que las exportaciones de hidrocarburos en Bolivia representan más del 50% del total, es de esperar que se genere un superávit en CC. Dicho superávit de CC incrementaría  $M/P$  elevando  $P$  y reduciendo  $i$  por debajo de  $i^*$ , hecho que generaría salida de capitales y déficit en CK, equilibrando así la BP. Finalmente, la economía se ubicaría en un punto como C del Gráfico B1.

Con relación a la producción interna  $Y$ , se esperaría que esta variable aumente en el corto plazo por las mayores exportaciones. Sin embargo, hay que considerar que si los precios de la energía aumentan podría implicar políticas monetarias contractivas en el resto del mundo para combatir la inflación, contrayendo el nivel externo de producto  $Y^*$ . Esto a su vez, podría afectar  $Y$  a través de una menor demanda de exportaciones y posiblemente también, una salida de capitales de la economía debido al incremento de la tasa interés externa por efecto de la contracción monetaria externa.

En resumen para el modelo VAR, se esperaría que los choques externos antes descritos, generen una mayor inflación, presiones de revaluación sobre el tipo de cambio y efectos un tanto ambiguos sobre el producto y la tasa de interés.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DEL MODELO

La Figura 2 muestra, en líneas continuas, la evolución trimestral del logaritmo de las series de Índice de Precios Externos de la energía (IPE), variable que será utilizada como un *proxy* de los *shocks* externos; el Índice de Precios al Consumidor (IPC) y; el Tipo de Cambio nominal de Compra (TCC), junto a sus respectivas tasas de variación denominadas: Inflación Externa (SHX), Inflación Doméstica (INF) y Tasa de Devaluación (DEV).<sup>9</sup>

La evolución de IPE muestra el fuerte incremento de los precios de la energía desde 2005 y la abrupta caída que sufrió en 2009 por la “gran recesión”. No obstante, los precios se recuperaron rápidamente y se han mantenido en niveles históricamente elevados. También se aprecia como las crisis de finales de los 90 en Asia y América Latina y la recesión de 2001 en EE.UU., por la explosión de la burbuja del sector tecnológico, afectaron a los precios de la energía.

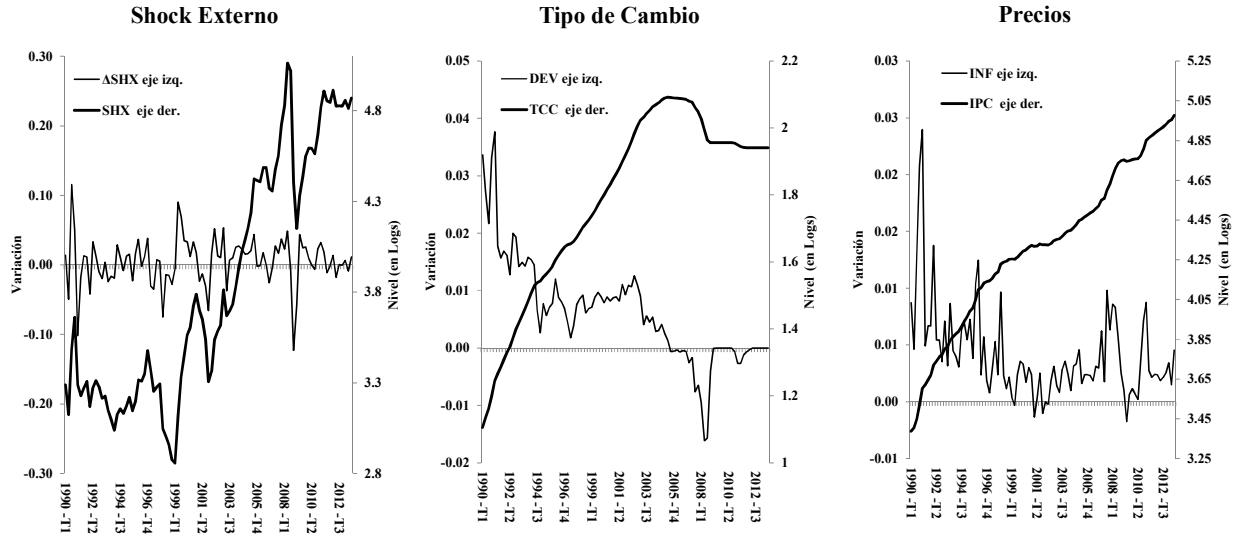
En el caso de los precios internos se puede ver como la inflación se moderó luego de la hiperinflación de mediados de los 80 y se mantuvo estable desde finales del siglo pasado hasta el año 2006. A partir de 2007, la economía boliviana fue víctima de una serie de *shocks* de precios externos de energía y alimentos, presiones de demanda interna y factores climatológicos adversos. Todos ellos elevaron la inflación a tasas no vistas en casi veinte años (17,3% en términos anuales en su punto máximo). Afortunadamente, el inicio de la gran recesión suavizó las presiones inflacionarias externas, llegando en 2009 a una tasa cercana a cero por ciento. El rebrote de los precios de la energía y alimentos de 2010, volvió a afectar a los precios internos, cuya trayectoria se estabilizó en 2012 y rebrotó levemente en el segundo trimestre de 2013.<sup>10</sup> El tipo de cambio, instrumento de control de precios de la economía por parte del Banco Central de Bolivia (BCB),<sup>11</sup> fue devaluado cada vez menos desde mediados de los 90 hasta 2006, con excepción del periodo 1999-2002 cuando la crisis de Brasil y Argentina estallaron con fuertes devaluaciones de sus monedas y obligaron al BCB a devaluar el boliviano para contrarrestar los efectos reales de estas crisis. Con el incremento de la inflación de 2008 y 2010, el BCB optó por reevaluar el boliviano, por primera vez en décadas, para contener las presiones inflacionarias que en mayor medida tenían un origen externo.

<sup>9</sup> El IPE es calculado por el *Global Economic Monitor* (GEM) del Banco Mundial. El IPC proviene del Instituto Nacional de Estadísticas de Bolivia (INE) y el TCC del Banco Central de Bolivia (BCB).

<sup>10</sup> El período de investigación abarca desde 1990 al tercer trimestre de 2013.

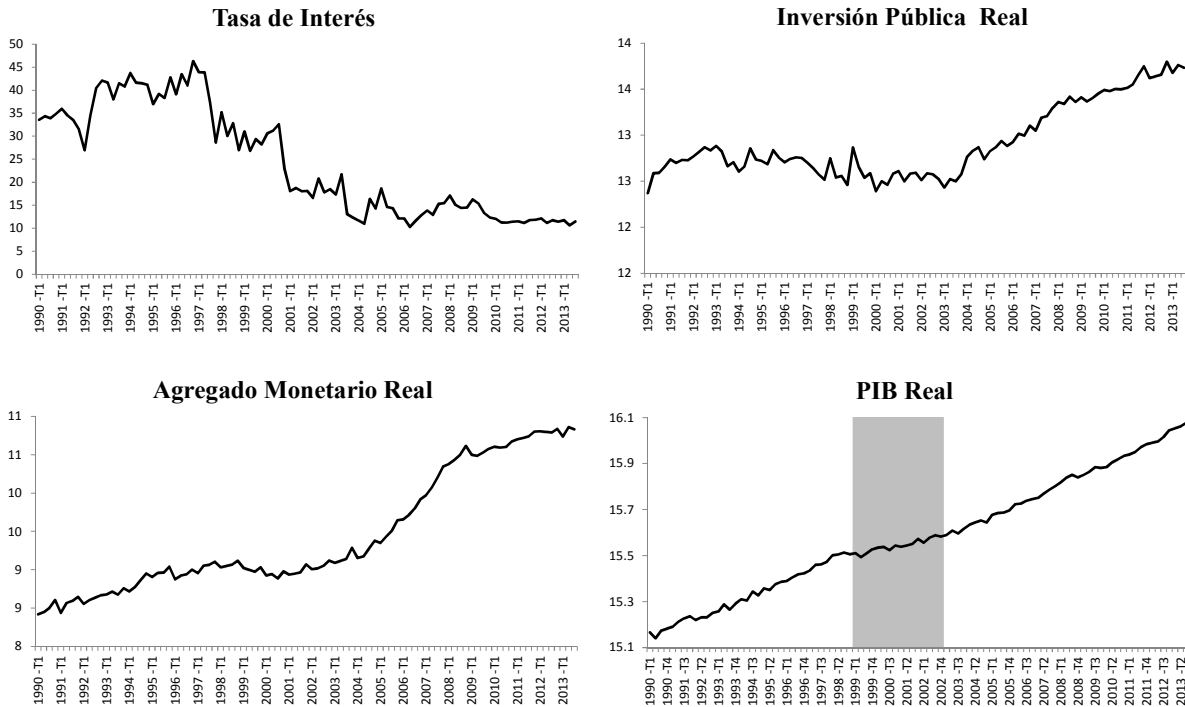
<sup>11</sup> El BCB instrumenta su política monetaria mediante metas intermedias, basadas en el excedente de encaje legal del sistema financiero, aunque su grado de acción es moderado, por la dolarización parcial de la economía y por su esquema de tipo de cambio casi fijo. Sin embargo, al ser un esquema cambiario de mini-movimientos controlados *crawling peg* y aprovechando la importancia del coeficiente *pass-through*, el BCB ha utilizado al tipo de cambio como una ancla nominal y un *pseudo* instrumento para control de la inflación. Incluso se ha utilizado para intentar afectar a la actividad económica, como fue en el caso de las crisis de Brasil y Argentina, cuando la inflación estaba en niveles cercanos a cero y el BCB aprovechó esta coyuntura para devaluar el tipo de cambio y así intentar evitar que estas crisis, principalmente cambiarias, se traspasen al sector real de la economía. Las Operaciones de Mercado Abierto (OMA) son otro instrumento del BCB pero su accionar está limitado ya que debe guardar concordancia con la variación de las Reservas Internacionales Netas (RIN).

UN MODELO SVAR PARA LA ECONOMÍA BOLIVIANA



**Figura 2 - Variables Macroeconómicas: Precios Externos e Internos y Tipo de Cambio.**  
 Fuente: Elaboración del autor, con datos del GEM, INE y BCB.

La Figura 3, por su parte, muestra la evolución de los logaritmos de las series de la Tasa Interés Activa Nominal (TIN) en moneda local del sistema financiero, la formación bruta real de capital físico público, que será utilizada como una medida del gasto de Inversión Pública (GIP), la serie desestacionalizada de Producto Interno Bruto (PIB); y los billetes y monedas en poder del público que forman el agregado monetario de alta potencia (M0).<sup>12</sup>



**Figura 3 - Variables Macroeconómicas: Tasa de Interés, Inversión Pública, M0 y PIB.**  
 Fuente: Elaboración del autor, con datos del GEM, INE y BCB.

<sup>12</sup> La TIN y el agregado M0 fueron calculados por el BCB. El PIB y el GIP fueron extraídos de las series del INE.

Como se puede evidenciar en la Figura 3, la tasa de interés nominal fue bastante alta en los primeros años de los 90, por la elevada inflación que predominó durante la primera mitad de los años 90 y por la alta incertidumbre que dejó la hiperinflación. Es recién en a principios de siglo alcanzó tasas en torno al 10%.

El GIP fue relativamente estable hasta 2005, en ese año se promulgó una nueva ley de hidrocarburos que elevó las recaudaciones impositivas del sector de 18% al 50% del valor bruto de la producción de gas y líquidos. Esto, junto a la “nacionalización” y por los elevados precios de los hidrocarburos que rigen desde entonces, generaron ingresos fiscales sin precedentes históricos y una consecuente elevación del GIP. Un patrón similar experimentó M0 debido principalmente al fuerte ingreso de divisas extrajeras, principalmente por exportación de hidrocarburos, y a la desdolarización de la economía, que pasó desde más del 90% en 2005, a 28% en 2013.

Por último, el PIB desde 1990 habría atravesado dos periodos de expansión importantes, el primero desde mediados de los años 90 hasta 2000.<sup>13</sup> Los cambios estructurales implementados en esos años lograron atraer importantes recursos de inversión extranjera que dinamizaron la economía. Este primer ciclo finalizó con las crisis de Brasil en 1999 y Argentina en 2000. La segunda fase comenzó alrededor del año 2005 y continúa hasta el momento de elaboración de este documento, la principal fuerza que estaría detrás de este ciclo positivo, es el favorable contexto externo en lo que se refiere a precios de los *commodities*, particularmente hidrocarburos y minerales, que representan más de dos tercios del valor total de las exportaciones. Los dos periodos de expansión y sus causas, muestran la importancia de los *shocks* externos en la economía boliviana.

#### 4. EL MODELO

En esta sección se presenta un modelo SVAR que incluye las siete series macroeconómicas descritas en la sección anterior. El objetivo del modelo es intentar obtener una estimación adecuada de las interrelaciones dinámicas de las variables y describir la forma en que se propagan los *shocks* sobre el sistema. Siguiendo a Chumacero R. [4], se evitaría dar interpretaciones estructurales contundentes de los resultados del modelo, más allá de lo discutido en el modelo de *Mundell-Fleming*, y se prestará especial énfasis a que las innovaciones del modelo sean ruido blanco.<sup>14</sup> Las variables consideradas para el modelo son: SHX utilizada como proxy de los *shocks* externos; la tasa de devaluación DEV; el agregado monetario real M0; GIP como proxy del gasto de inversión pública; la tasa de interés TIN; el PIB y la tasa de inflación INF.<sup>15</sup>

##### 4.1. Propiedades de las Series de Tiempo

Las pruebas de raíz unitaria a las variables se presentan en la Tabla 1. La primera y segunda columna presentan los resultados de las pruebas de *Dickey-Fuller* Aumentado (DFA) y la de *Phillips Perrón* (PP). La columna tres muestra el resultado del test *DF-GLS*, que ha demostrado ser más potente que el ADF luego de las observaciones de Elliott G., Rothenberg T.J., y Stock J.H. [8].<sup>16</sup> En la cuarta columna se encuentra el test *KPSS*, que contrariamente a los anteriores, parte de la  $H_0$  de que la serie es estacionaria alrededor de una tendencia. Como se aprecia todas las series resultaron no estacionarias en niveles y si en primeras diferencias. Estos resultados sugerirían introducir las primeras diferencias de las series al modelo. Sin embargo, siguiendo a Hamilton J.D. [12], Enders W. [9] y Lutkepohl H. y Kratzig M. [15], todos ellos basados en la investigación de Sims C.A., Stock J.H., y Watson M.W. [24], se optó por no incluir las variables en diferencias, para evitar perder las relaciones de largo plazo, a excepción de aquellas que por su interpretación económica así lo requieren, por lo tanto, se incluirán las primeras diferencias del: IPC o tasa de inflación INF; TCC o tasa de devaluación DEV e; IPE o tasa de variación de los precios internacionales de la energía SHX. El resto de variables (M0, GIP, TIN y PIB) se introducirán en niveles.

<sup>13</sup> El criterio de elección de las siete variables obedeció por un lado, a la relevancia de estas variables para la economía boliviana y por el otro por la disponibilidad de las series en la frecuencia y antigüedad requerida para los fines de este estudio.

<sup>14</sup> Los modelos econométricos VAR pueden ser utilizados para estimar aunque no para explicar las relaciones económicas teóricas, para lo cual se requiere partir de modelos estructurales. Aun los SVAR, que utilizan “teoría económica” para ser identificados no son capaces de ofrecer explicaciones económicas pues su construcción no está sustentada en modelos micro-fundamentados.

<sup>15</sup> Todas las variables son trimestrales y se introdujeron en logaritmos con excepción de la tasa de interés que se mantuvo en niveles o porcentaje. Las variables M0, GIP, PIB fueron desestacionalizadas por el método Arima X12. M0 fue deflactada por el deflactor implícito del producto. Las tasa de variación de SHX, DEV e INF, se aproximaron por la resta de los logaritmos de las variable en el periodo  $t$  menos la misma en  $t-1$ . Finalmente, se re-escalaron todas las variables para tener FIR comparables.

<sup>16</sup> La crítica de los autores a la prueba ADF es que, ésta estima de manera poco robusta los componentes determinísticos, particularmente la tendencia.

**TABLA 1 – PRUEBAS DE RAÍZ UNITARIA A LAS SERIES EN NIVELES Y EN DIFERENCIAS**

Variables en Niveles					Variables en Diferencias				
Variable	DFA	PP	DFGLS	KPSS	Variable	DFA	PP	DFGLS	KPSS
PEX	-2.5	-2.2	-1.4	0.2 *	SHX	-5.5 *	-7.5 *	-5.4 *	0.1
TCC	-0.6	-0.8	-1.4	0.3 *	DEV	-4.1 *	-3.4 **	-3.3 *	0.1
M0	-1.9	-1.1	-1.9	0.2 *	M0	-5.7 *	-11.2 *	-2.1 **	0.4
GIP	-0.8	-1.5	-1.3	0.3 *	GIP	-4.1 *	-14.1 *	-2.5 **	0.2
TIN	-2.7	-3.1	-1.3	0.2 *	TIN	-5.1 *	-12.9 *	-4.7 *	0.1
PIB	-2.3	-2.1	-1.7	0.2 *	PIB	-4.2 *	-13.8 *	-2.0 **	0.2
IPC	-2.5	-3.4	-1.2	0.2 **	INF	-4.7 *	-5.3 *	-3.1 *	0.4
Valores Críticos					Valores Críticos				
1%	-4.1	-4.1	-3.5	0.2	1%	-3.5	-3.5	-2.6	0.7
5%	-3.5	-3.5	-2.9	0.2	5%	-2.9	-2.9	-2.0	0.6

(\*)Rechazo de la Ho al 1%  
 (\*\*)Rechazo de la Ho al 5%

**4.2. Parsimonia, Ordenamiento y VAR Irrestricto**

El primer paso para construir un modelo SVAR es estimar un modelo VAR sin restricciones, definido de aquí en adelante como VAR. Para ello es fundamental determinar el número de rezagos óptimo. La práctica usual, es utilizar los criterios de información de Akaike (AIC), Schwartz (SC), Hannan-Quinn (HQC) y el de error de predicción (FPE). El criterio AIC tiende a escoger modelos menos parsimoniosos que los otros tres. La Tabla 2 muestra los resultados para 8 rezagos. Los criterios de FPE, SC y HQC sugieren la inclusión de dos rezagos, en tanto que, AIC sugiere ocho. Con el objeto de estimar el modelo lo más parsimonioso posible, el VAR será estimado con 2 rezagos. Se incluyó además, como variables determinísticas la constante, tendencia cuadrática y una *dummy* estacional para el primer trimestre.<sup>17</sup>

**TABLA 2 – DETERMINACIÓN DE LOS REZAGOS ÓPTIMOS DEL MODELO VAR**

Rezago	FPE	AIC	SC	HQ
0	6.3E-21	-26.6	-25.8	-26.3
1	5.5E-23 *	-31.4	-29.1 *	-30.5 *
2	6.1E-23	-31.3	-27.6	-29.8
3	1.0E-22	-30.9	-25.8	-28.8
4	8.5E-23	-31.3	-24.7	-28.6
5	8.8E-23	-31.5	-23.5	-28.3
6	1.0E-22	-31.8	-22.3	-28.0
7	1.5E-22	-32.1	-21.2	-27.7
8	1.3E-22	-33.4 *	-21.0	-28.4

La estimación del modelo con dos rezagos o VAR(2) parece adecuada, pues no se evidenció ni presencia de autocorrelación ni heterocedasticidad en los residuos. Las raíces inversas del polinomio AR característico se encontraron dentro del círculo unitario. Adicional a estas pruebas, se estimó un VAR con los residuos de cada una de las ecuaciones que conforman el sistema y se analizó el criterio de selección de rezagos, la Tabla 3 muestra que, para este VAR, los rezagos óptimos sugeridos por todos los criterios son cero, lo que implica que no existe nada en los residuos que no se esté captando con el modelo y que no hay correlación entre los errores. Por tanto, no existen términos de medias móviles (MA) en el VAR.

<sup>17</sup> Si bien la mayor parte de las series fueron desestacionalizadas, es posible que el método utilizado, ARIMA X12, no haya podido aislar completamente el factor estacional del primer trimestre. Su inclusión permite eliminar la autocorrelación del modelo, que de otra manera estaba presente.



TABLA 3 – DETERMINACIÓN DE LOS REZAGOS ÓPTIMOS DE LOS RESIDUOS DEL MODELO VAR

Rezago	FPE	AIC	SC	HQ
0	4.6E-24 *	-33.9 *	-33.6 *	-33.8 *
1	9.4E-24	-33.2	-31.5	-32.5
2	1.8E-23	-32.5	-29.4	-31.3
3	2.7E-23	-32.2	-27.6	-30.4
4	3.7E-23	-32.0	-26.0	-29.6
5	5.6E-23	-31.9	-24.4	-28.8
6	6.9E-23	-32.0	-23.1	-28.4
7	8.2E-23	-32.5	-22.1	-28.3
8	9.3E-23	-33.4	-21.5	-28.6

Otro aspecto importante en la estimación de un VAR es el ordenamiento de las variables. Las Funciones Impulso Respuesta (FIR) son sensibles al ordenamiento ya que, esta metodología utiliza la descomposición de *Cholesky* para recuperar los *shocks* “estructurales” del modelo. La práctica común, es utilizar el criterio de causalidad de *Granger* de las variables en niveles, y en base a sus resultados determinar el ordenamiento. Sin embargo, como afirma Chumacero R. [4] no existen bases teóricas para justificar un orden específico de las FIR que provenga de una descomposición de *Cholesky* basada en el criterio de causalidad de *Granger*.

Como una alternativa para subsanar los problemas relacionados al ordenamiento de las variables en un modelo VAR, Pesaran H.H. y Shin Y. [22] desarrollaron una metodología inmune al orden en el que se introducen las variables, denominada FIR Generalizadas. La Figura 4 presenta las FIR generalizadas para el modelo VAR(2).

No obstante de que el modelo VAR tiene propiedades adecuadas con relación a sus residuos y estabilidad. Varias de las FIR muestran algunos aspectos que son difíciles de interpretar desde el punto de vista de la teoría económica.<sup>18</sup> Por ejemplo un *shock* positivo de M0 tiende a elevar la TIN y genera una sobre-reacción del PIB más allá de lo que pareciera razonable, más aun si se asume el argumento teórico de que la política monetaria afecta a la actividad únicamente en el corto plazo. Por otra parte, un *shock* de la TIN eleva M0 y paradójicamente eleva el PIB. Otros dos resultados curiosos son que: un incremento de la DEV y en el GIP ambos reducen la INF.

Estos resultados podrían deberse al proceso de identificación de los *shocks* “estructurales” del VAR, obtenidos por el método de la descomposición de *Cholesky* que utiliza una matriz triangular inferior. Como indica Enders W. [9], la metodología VAR ha sido fuertemente criticada por carecer de contenido teórico económico ya que, el único papel del economista es simplemente, escoger las variables correctas. Al carecer de aporte económico en la construcción de estos modelos, no debe sorprender que los resultados también tengan poco contenido económico. El otro papel que realiza el economista es determinar el ordenamiento de las variables, que suele ser *ad hoc*. Además, la identificación a la *Cholesky* pocas veces tiene una interpretación económica razonable. Como alternativa para superar estas deficiencias, Bernanke B.S. [1] y Sims C.A. [23] propusieron utilizar principios de teoría económica en lugar de la descomposición triangular para identificar las innovaciones “estructurales” de los residuos, estos modelos se denominan SVAR.

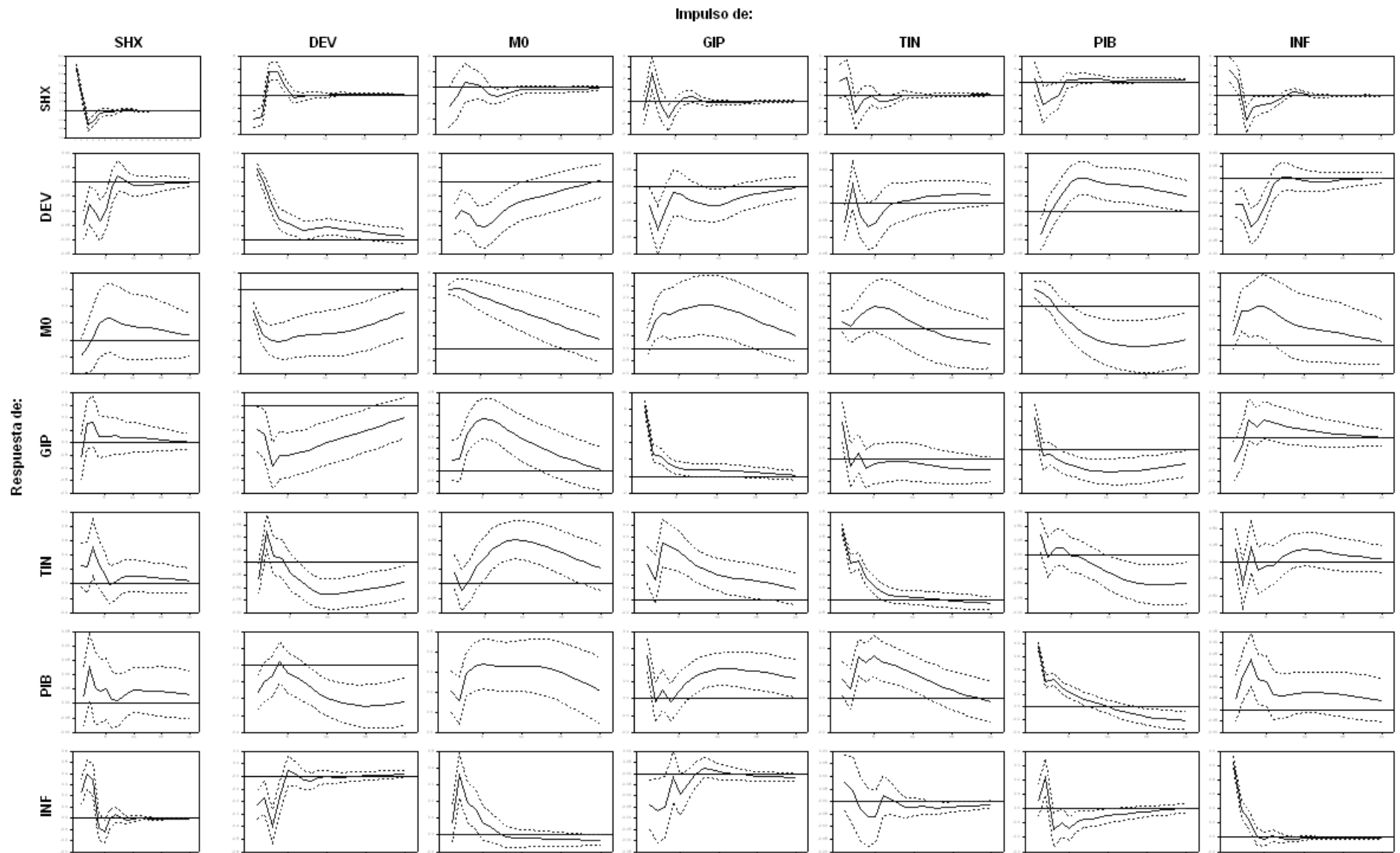
### 4.3. Especificación del SVAR

Se supone que se tiene el siguiente modelo VAR:

$$y_t = \sum_{s=0}^l \Phi_s y_{t-s} + u_t \quad (4)$$

donde  $y_t$  es un vector de variables endógenas,  $\Phi_s$  es la matriz de rezagos de los parámetros a estimar y  $u_t$  son los residuos del modelo. Para lograr identificar este modelo es necesario imponer  $N(N+1)/2$  restricciones a la matriz de covarianzas de los residuos  $\Sigma(u_t u_t')$ . Se supone ahora que se puede encontrar una matriz  $G$  tal que  $G \Sigma G' = I$ , donde  $I$  es la matriz identidad. Se puede ahora definir a las innovaciones estructurales como  $v_t$ , tal que  $v_t = G e_t$ , que también satisface que  $I = \Sigma(v_t v_t')$ .

<sup>18</sup> Como se mencionó al principio, si bien uno no debiera pretender explicar los resultados, las FIR deben tener cierto nivel de coherencia económica.



**Figura 4** – Funciones Impulso Respuesta del Modelo VAR Irrestricto: Bandas de Confianza Asintóticas.

Estas innovaciones ortogonalizadas tienen la conveniente propiedad de no estar correlacionadas en el tiempo y entre ecuaciones. Por otro lado, la matriz  $G$  puede ser obtenida invirtiendo cualquier solución  $F$  del siguiente problema de factorización:  $\Sigma = FF'$ . En el caso particular de la descomposición de *Cholesky*, ésta se obtiene cuando se elige  $G$  de modo tal que sea una matriz triangular inferior.

Sin embargo, existen muchas otras formas de identificar las innovaciones “estructurales”. De modo general se tiene que el modelo propuesto por Sims y Bernanke de la siguiente forma:

$$Au_t = Bv_t \tag{5}$$

Si se asume que  $B = I$ , el modelo a identificar se denomina SVAR-A y la ecuación (5) se transforma en  $Au_t = v_t$ . La principal ventaja de usar esta forma de identificación es que, este modelo describe la construcción de los *shocks* y corresponde prácticamente a un modelo de ecuaciones simultaneas. La descomposición propuesta para esta investigación tiene la siguiente estructura:

$$\begin{bmatrix} v_{shxt} \\ v_{devt} \\ v_{mot} \\ v_{gip_t} \\ v_{tint} \\ v_{pibt} \\ v_{inf_t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_{21} & 1 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{26} & \alpha_{27} \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \alpha_{35} & \alpha_{36} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \alpha_{45} & 0 & 0 \\ 0 & \alpha_{52} & \alpha_{53} & 0 & 1 & \alpha_{56} & \alpha_{57} \\ \alpha_{61} & \alpha_{62} & \alpha_{63} & \alpha_{64} & \alpha_{65} & 1 & 0 \\ \alpha_{71} & \alpha_{72} & \alpha_{73} & \alpha_{74} & \alpha_{75} & \alpha_{76} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{shxt} \\ u_{devt} \\ u_{mot} \\ u_{gip_t} \\ u_{tint} \\ u_{pibt} \\ u_{inf_t} \end{bmatrix} \tag{6}$$

El primer vector de (6) corresponde a los *shocks* estructurales, en el lado derecho se encuentra la matriz de dimensión  $7 \times 7$  que contiene las restricciones y el vector de innovaciones del modelo irrestricto. Como puede constatarse el modelo está exactamente identificado pues se impusieron  $\{[7 * (7 + 1)]/2\} = 28$  restricciones, 21 ceros y siete unos. Si se re-expresa (6) en forma de ecuaciones se tiene el siguiente sistema:

$$v_{shxt} = u_{shxt} \tag{7}$$

$$v_{devt} = \alpha_{21}shx_t + \alpha_{26}pibt_t + \alpha_{27}inf_t + u_{devt} \tag{8}$$

$$v_{mot} = \alpha_{35}tint_t + \alpha_{36}pibt_t + u_{mot} \tag{9}$$

$$v_{gip_t} = \alpha_{45}pibt_t + u_{gip_t} \tag{10}$$

$$v_{tint} = \alpha_{52}devt_t + \alpha_{53}mot_t + \alpha_{56}pibt_t + \alpha_{57}inf_t + u_{tint} \tag{11}$$

$$v_{pibt} = \alpha_{61}shx_t + \alpha_{62}devt_t + \alpha_{63}mot_t + \alpha_{64}gip_t + \alpha_{65}tint_t + u_{pibt} \tag{12}$$

$$v_{inf_t} = \alpha_{71}shx_t + \alpha_{72}devt_t + \alpha_{73}mot_t + \alpha_{74}gip_t + \alpha_{75}tint_t + \alpha_{76}pibt_t + u_{inf_t} \tag{13}$$

La primera ecuación  $v_{shxt}$  es un *shock* puro de precios externos  $\pi^*$ . La segunda  $v_{devt}$ , se interpreta como la función de reacción del banco central, donde la devaluación  $dev_t$  responde a los movimientos de la inflación externa e interna y a variaciones del producto. La tercera  $v_{mot}$  se aproxima a una función de demanda real por dinero, donde  $mot_t$  depende de la tasa de interés y del producto.

En la cuarta  $v_{gip_t}$ , se asume que el gasto de inversión pública es una variable prácticamente discrecional que depende únicamente de nivel del producto. La quinta ecuación  $v_{tint}$ , se interpreta como los determinantes internos de la tasa de interés.<sup>19</sup> Por último, la sexta  $v_{pibt}$  y séptima  $inf_t$  se las relaciona con los determinantes del producto y de la inflación doméstica, respectivamente.

Un punto adicional que vale la pena comentar es respecto al concepto de parsimonia. En el modelo VAR(2) irrestricto se tenía una cantidad de 126 parámetros a estimar, entre los rezagos y los componentes determinísticos, de los cuales, cerca al 50% eran estadísticamente no significativos. Para evitar perder grados de libertad, estimando parámetros no significativos, se utilizó el mecanismo secuencial de eliminación de regresores que utiliza el criterio de información de *Akaike* como se explica en Lutkepohl H. y Kratzig M. [15]. Siguiendo esta metodología se logró eliminar 63

<sup>19</sup> La razón por la que los *shocks* externos no entran en esta expresión se debe al bajo grado de interrelación financiera de la economía boliviana.

parámetros, exactamente el 50% de los estimados en el modelo irrestricto. Además, la especificación SVAR cumplió con los criterios de estabilidad y ruido blanco en los residuos al igual que el modelo VAR irrestricto.

## 5. RESULTADOS

Como lo indica Cooley T. y LeRoy S.F [6] los modelos VAR tienen el estatus de “formas reducidas” por lo tanto, son instrumentos que sirven para estimar y resumir las propiedades dinámicas de los datos. En consecuencia y al carecer de una estructura que fundamente el modelo sobre la teoría económica, estas versiones reducidas son complejas de entender. La estimación de las funciones impulso respuesta (FIR) y la descomposición de varianzas (DV) de un modelo VAR, son la mejor forma de caracterizar la dinámica de las series.

Las FIR muestran la reacción (respuesta) de las variables explicadas en el sistema ante innovaciones en los errores de la misma variable y de las demás que componen el sistema. Un *shock* en una variable en el período  $t$  afectará directamente a la propia variable y se transmitirá al resto de variables a través de la estructura dinámica del modelo. Como se mencionó, el cálculo de estas funciones corresponderá a la metodología de las FIR generalizadas. Además, en el modelo VAR irrestricto, las bandas de confianza de las FIR se construyeron por el método asintótico. En esta parte se utilizó el método de *bootstrap* con intervalos de percentil estándar de Hall, planteado en Lutkepohl H. y Kratzig M. [15]. Una de las desventajas del método asintótico es que la estimación de las bandas de confianza dará como resultado bandas simétricas. En cambio, el método de Hall permite que estas puedan ser asimétricas, lo que posibilita que los choques tengan distintas magnitudes al alza y a la baja.

Por su parte, el análisis de la DV del error de pronóstico del modelo, permite estudiar el peso relativo de cada perturbación en la variabilidad temporal de las variables endógenas del modelo, pudiéndose incluso interpretar como la dependencia relativa que tiene cada variable sobre el resto.

### 5.1. Funciones Impulso Respuesta

En esta sección, se presenta un subconjunto de FIR del modelo SVAR, estimadas para la inflación, el producto y otras variables que presentan resultados interesantes y que además mejoran la interpretación de las FIR del VAR irrestricto.

La Figura 5 presenta las FIR para la tasa de inflación ante *shocks* en las demás variables del sistema. Estas respuestas presentan comportamientos coherentes con lo esperado con la teoría de la Sección 2. Por ejemplo, la inflación se incrementa como respuesta a:

- Alzas en los precios externos SHX. La magnitud de este choque es considerable, su efecto es inmediato, tarda dos trimestres en alcanzar su máximo y dura alrededor de un año hasta disiparse con algún rebote hacia finales del segundo año.
- Un incremento de la devaluación *DEV*. Por una parte, debido al efecto *pass-through* ocasionado porque el tipo de cambio es considerado como un ancla nominal de la inflación. Vale decir, los agentes asocian un incremento del tipo de cambio con un incremento de precios y viceversa. Además, es un instrumento de política monetaria en Bolivia que forma parte de la función de reacción del banco central. Lo que implica que, la autoridad monetaria lo tiende a devaluar para contener las presiones inflacionarias, en particular si su origen es externo.
- Un aumento en la cantidad de dinero *M0* en el corto plazo. Una mayor cantidad de dinero en la economía tiende a elevar los precios si no es compensada por un incremento de la producción.
- El alza de gasto de inversión pública *GIP*. Aunque este efecto no es del todo estadísticamente significativo hasta el quinto trimestre. Al inicio se puede apreciar una caída de los precios, en los dos primeros trimestres, que se compensa con un incremento en los siguientes cinco.<sup>20</sup>
- Una subida de la tasa de interés *TIN*. Su efecto es pequeño y luego reduce marginalmente la inflación a partir del tercer año. Este resultado podría estar mostrando el lapso de transmisión de la política monetaria de las tasas de interés a los precios (canal de tasas de interés). Este resultado está en línea a lo obtenido por Orellana *et al.* [20].
- Ante un *shock* positivo del producto PIB, que podría calentar la economía ejerciendo presión sobre la tasa de inflación, particularmente a corto plazo.

<sup>20</sup> Estadísticamente significativo, se refiere a aquellos casos en los que, las bandas de confianza están sobre o por debajo de la línea horizontal. En otras palabras, cuando el intervalo de confianza no incluye al cero como posible resultado.

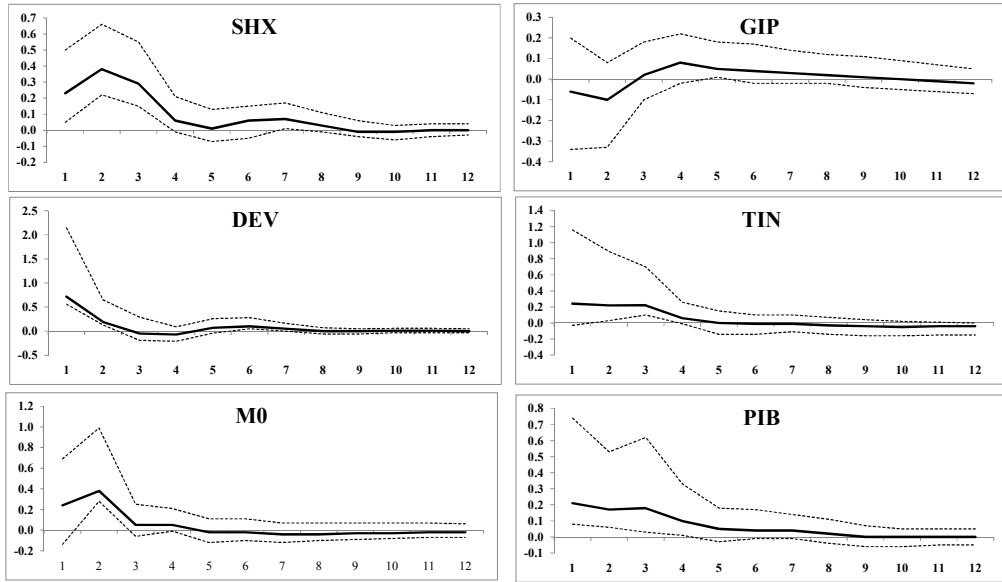


Figura 5 - Respuesta de la Inflación Ante Distintos Shocks: Bandas de Confianza Hall Bootstrap.

La Figura 6 presenta las FIR del producto ante choques en las demás variables del modelo SVAR. Estas respuestas, al igual que en el caso de la inflación, guardan coherencia teórica con la sección 2. Por ejemplo, el PIB responde:

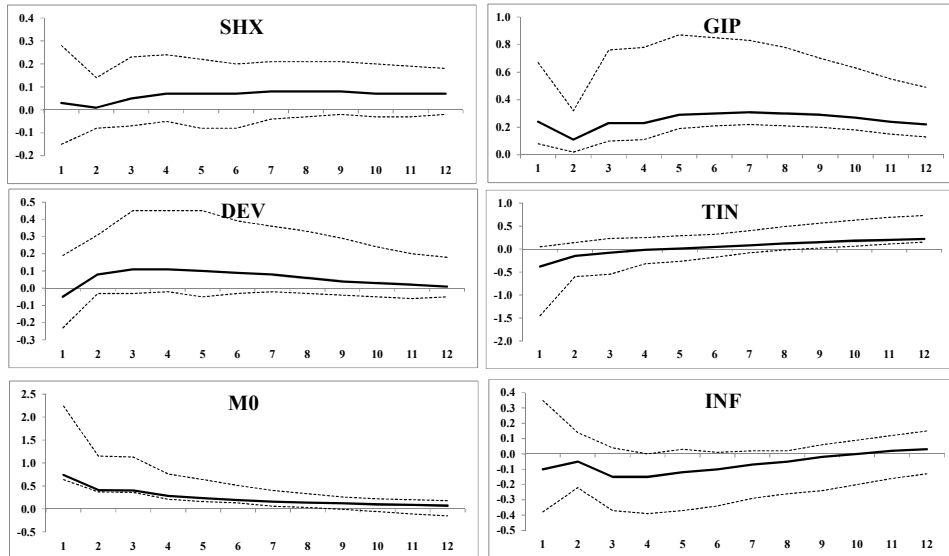


Figura 6 - Respuesta del Producto ante Distintos Shocks: Bandas de Confianza Hall Bootstrap.

- Positivamente y de modo permanente, aunque no es estadísticamente significativo, ante alzas de los precios externos de la energía *SHX*. Pues al ser un país exportador de hidrocarburos, incrementos en los precios internacionales de la energía implican mayores recursos y actividad económica. Sin embargo, estas subidas pueden afectar el desempeño real de los principales socios comerciales de Bolivia compensando parte del efecto vías menor demanda de exportaciones bolivianas. Este puede ser un motivo del porque su efecto no es contundente con relación a su significancia estadística.
- De forma creciente a una devaluación del tipo de cambio, como lo predice el modelo *Mundell-Fleming*, pues se genera un incentivo a las exportaciones, especialmente en el caso de las denominadas no tradicionales, distintas a minerales e hidrocarburos.
- Al alza ante un aumento en la cantidad de dinero *M0*. Choque que podría interpretarse como un efecto de una política monetaria expansiva de corto plazo.

- Con un salto positivo ante un *shock* del gasto de inversión pública. Este choque cobra importancia en el segundo trimestre, alcanzando su máximo efecto al cabo de dos años y tarda prácticamente cinco años en disiparse.
- Negativamente ante un incremento de la tasa de interés, aunque el efecto se vuelve marginalmente positivo al cabo de dos años y medio.
- De forma negativa ante presiones inflacionarias, aunque se revierte luego de diez trimestres y su significancia estadística no es fuerte, en el sentido definido en la nota de pie 20.

Para concluir esta sección se presentan en la Figura 7 otras seis FIR que son interesantes de resaltar por su coherencia con la teoría económica y porque, en algunos casos, sus resultados muestran ciertos hechos económicos que no pueden ser explicados con este modelo. Las primeras 5 FIR presentan las respuestas de la tasa de interés a distintos *shocks*, donde esta variable:

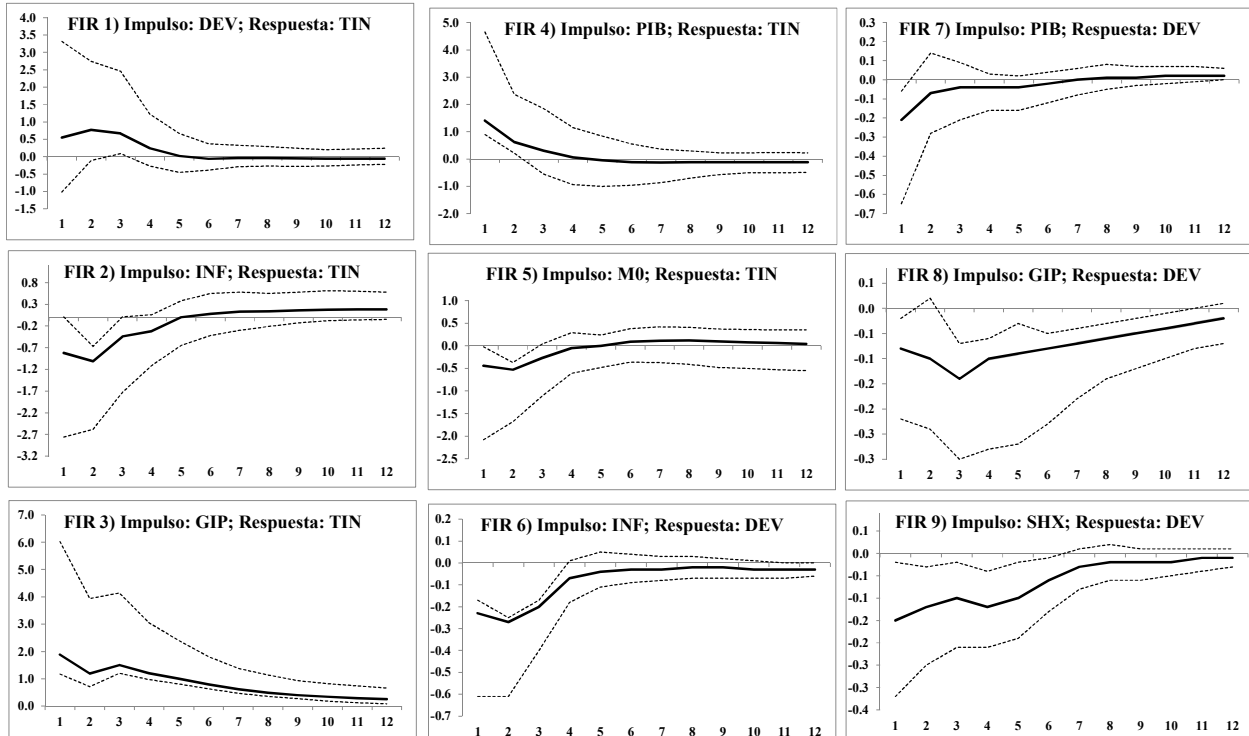


Figura 7 - Otros FIR interesantes: Bandas de Confianza Hall Bootstrap.

- Aumenta ante una devaluación del tipo de cambio, ya que genera inflación y obliga a las entidades financieras a elevar sus tasas nominales (FIR 1).
- Disminuye ante un incremento de la inflación. Si bien este resultado es contrario al esperado, podría reflejar el hecho de que cuando la inflación sube, la gente se deshace de la moneda local transfiriendo sus activos a moneda extranjera, hecho que ocurría con mayor frecuencia antes de 2006 (FIR 2).
- Responde incrementándose ante un aumento del gasto, reflejando que podría generar un efecto *crowding-out* a la inversión privada (FIR).
- Se eleva como consecuencia aumento del PIB, ya que este choque recalienta la economía poniendo presión sobre las variables nominales. Además, el banco central podría afectar las tasas del mercado financiero colocando OMAS en el mercado para enfriar la economía, aunque como se mencionó en la nota de pie 11, esta es una variable cuya utilización es limitada. (FIR 4).
- Se reduce como efecto de un incremento de M0, como se espera teóricamente ya que un aumento en esta variable incrementa la cantidad de dinero en la economía y por ende reduce su precio o lo que es igual, empuja a la tasa de interés hacia abajo (FIR 5).

Por su parte, las FIR 6 a la 9, de la Figura 7, muestran las repuestas del tipo de cambio ante algunos choques que se detallan a continuación:

- En las FIR 6, 7 y 9, los resultados muestran que el tipo de cambio reacciona de acuerdo a lo esperado cuando se presentan choques positivos en la inflación, el producto y los precios externos. Vale decir, el banco central utiliza al tipo de cambio como instrumento monetario. En efecto, el tipo de cambio se revalúa ante presiones inflacionarias internas y externas, FIR 6 y 9, respectivamente. Lo hace también cuando observa un sobrecalentamiento de la economía, como se aprecia en la FIR 7. Muestran también que aparentemente el BCB reacciona antes choques inflacionarios y presiones de demanda provenientes del PIB, aunque, es aparenta ser más rotundo cuando se trata de presiones inflacionarias.
- La FIR 8 muestra que el tipo de cambio tiende a revaluarse por efecto del incremento en el gasto de inversión pública y luego se devalúa hasta retornar a su nivel inicial, como lo predice el modelo *Mundell-Fleming* de economía pequeña con tipo de cambio fijo y movilidad imperfecta de capitales.

## 5.2. Descomposición de Varianzas

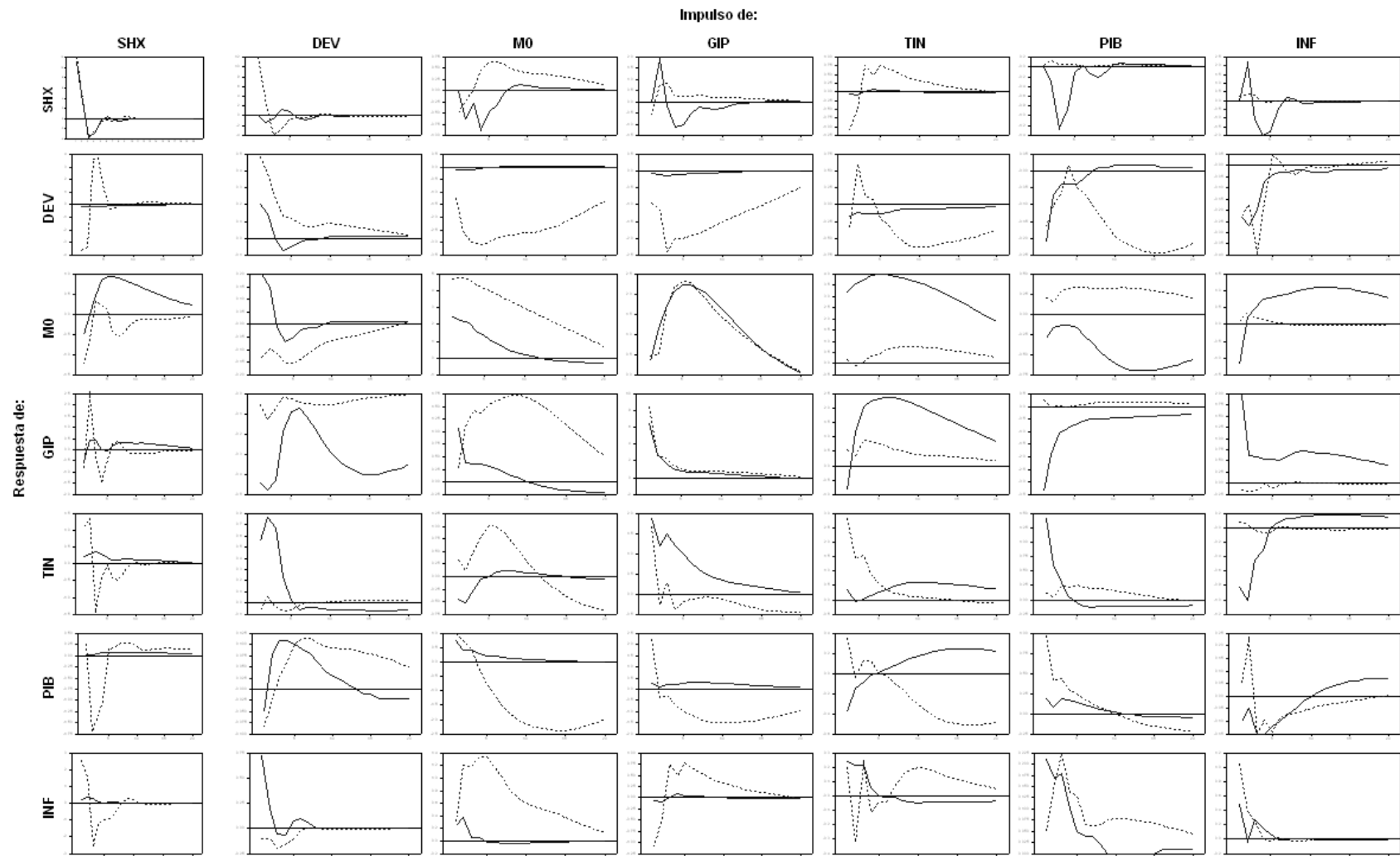
La Tabla 4 presenta los resultados de la DV, únicamente para el periodo veinte ya que los *shocks* se traducen y se estabilizan en el sistema en este horizonte temporal. De los resultados de este cuadro, que deben leerse de izquierda a derecha, se pueden sacar las siguientes conclusiones:

**TABLA 4 - DESCOMPOSICIÓN DE VARIANZAS**

Aporte del <i>Shock</i> a la varianza								
Variable	Horizonte	SHX	DEV	M0	GIP	TIN	PIB	INF
SHX	20	81	3	1	4	3	1	7
DEV	20	11	11	8	11	23	8	28
M0	20	2	1	7	13	70	2	6
GIP	20	1	3	1	36	13	39	7
TIN	20	2	6	3	50	18	11	10
PIB	20	2	2	34	29	24	5	4
INF	20	17	33	12	2	10	7	19

- SHX y GIP resultaron ser las variables más exógenas del modelo. SHX se explica a ella misma en un 81% siendo la variable más exógena, como era de esperar pues es una serie sobre la cual Bolivia no tiene influencia. En tanto que GIP sólo es afectada ella misma por el los choques del PIB, haciendo sentido, pues al ser una variable discrecional su evolución depende de la autoridad fiscal, quien utiliza los recursos públicos disponibles y cuyo nivel a su vez depende del nivel del PIB.
- Para la INF, lo que ocurra con la DEV, SHX, M0 y TIN explican más del 72% de su error de pronóstico. Sus propios choques son también relevantes mostrando un cierto nivel de inercia inflacionaria, hecho coherente con los resultados encontrados por Palmero M. y Rocabado P. [21].
- En el caso de TIN, el GIP explica el 50%, reforzando la idea del efecto *crowding-out* encontrada con las FIR y en menor medida el PIB y la INF son relevantes.
- La DEV es una variable cuyo error de pronóstico es explicado casi en dos tercios por choques en: la INF, la TIN, el GIP y los SHX. En tanto que sus propios shocks contribuyen con el 11%.
- En el caso de M0, los choques en GIP y particularmente en TIN son relevantes para explicar el error de pronóstico de esta variable.
- Finalmente, la variable más endógena según la DV es el PIB que se explica a ella misma en sólo 4%. En tanto que M0, GIP y TIN cobran la mayor importancia en el periodo veinte, con el 87%, el restante 9% se atribuye a la INF, la DEV y los SHX.

Como se pudo constatar en esta sección, tanto la DV como las FIR estimadas por el modelo SVAR presentaron una mejor interpretación económica que las obtenidas en el VAR irrestricto. De hecho, se encontraron resultados consistentes con el modelo *Mundell-Fleming*. A manera de ilustración, la Figura 8 presenta un gráfico con las 49 FIR, en cada una de ellas se presenta en línea continua las FIR del VAR y en discontinua las FIR del SVAR.



**Figura 8** – Comparación de las FIR de los modelos VAR (línea continua) y SVAR (línea discontinua)



## 6. CONCLUSIONES

En la presente investigación se planteó como objetivo el construir un modelo para estimar las interrelaciones dinámicas de las principales variables macroeconómicas así como analizar el mecanismo de propagación de *shocks*, de origen externo e interno, al interior de la economía boliviana. Para ello, se recurrió a la técnica econométrica SVAR, cuyos principales resultados, caracterizados por las FIR y la DV, deben considerarse como indicadores de la dirección y de la magnitud específica de los efectos de los choques sobre las variables del sistema. El análisis de las FIR y DV del modelo SVAR demostró captar de manera más acorde con la intuición económica el mecanismo de propagación de los distintos choques en comparación a los obtenidos con la estimación del VAR irrestricto.

Entre las consideraciones más importantes se tiene que los *shocks* externos, aproximados por los precios internacionales de la energía, tienden a elevar la tasa inflación interna y en menor medida el nivel del PIB, resaltando la importancia de los mismos para una economía pequeña y abierta como la boliviana.

Se constató además que el banco central utiliza al tipo de cambio nominal como instrumento de política monetaria ante alzas de precios, de origen interno o externo y en menor medida, ante presiones originados en la actividad económica interna.

Un *shock* fiscal tiene efectos positivos más fuertes y de mayor duración sobre la actividad económica en comparación a uno de origen monetario, cuando se trata de incrementos en la inversión pública. De hecho el choque monetario perdura sólo en el corto plazo, en tanto que, los choques fiscales generan un efecto que se extiende por algo más de cinco años, llegando a su máximo impacto durante el segundo año. Además, el choque monetario tiene efectos inflacionarios más importantes que los fiscales, ya que los últimos, al tratarse de inversión, aparentemente estarían afectando positivamente al nivel de productividad de la economía lo que contiene posibles presiones inflacionarias. Sin embargo, el incremento del gasto de inversión pública puede generar un desplazamiento o *crowding-out* sobre la inversión privada, ya que eleva las tasas de interés nominales de la economía. Además, el choque fiscal genera una revaluación y una posterior devaluación del tipo de cambio, lo que respalda el modelo de *Mundell-Fleming* en el caso de la economía de Bolivia.

No obstante, también se obtuvieron resultados difíciles de sustentar teóricamente. Por ejemplo, un choque sobre la tasa de interés tiende a elevar el producto al cabo del tercer año. Por otro lado, la oferta monetaria no reacciona en la dirección deseada ante choques en la tasa de interés y producto. Varias podrían ser las explicaciones respecto a estos resultados, desde que se podrían usar otras tasas o definiciones de la misma variable, como el costo de oportunidad, hasta que el propio modelo no está captando adecuadamente las interrelaciones dinámicas de esta variable.

Una limitación de este trabajo es que los SVAR pueden tener problemas en la identificación de *shocks* fiscales debido a la dificultad de: i) identificar los movimientos de las variables macroeconómicas asociadas a choques de política fiscal de los movimientos automáticos en respuesta a otros factores como variaciones del ciclo económico; ii) definir lo que se entiende por choque fiscal. Un choque monetario implica es una sorpresiva variación en las tasas de interés o del tipo de cambio, sin embargo, varias definiciones pueden relacionarse con *shocks* fiscales; por último, iii) existe un desfase entre el anuncio y la implementación de la política fiscal, pudiendo provocar movimientos en las cuentas macroeconómicas antes de que efectivamente cambien las variables fiscales.

Adicionalmente, como se mencionó a lo largo del documento, los modelos SVAR no permiten explicar bases teóricas sólidas las formas las FIR, ya que estos modelos no están fundados sobre principios teóricos como es el caso de los modelos dinámico estocásticos de equilibrio general. Sin embargo, los resultados obtenidos con este trabajo se constituyen en un primer paso hacia la construcción de este tipo de modelos para tratar de explicar las FIR como lo evidenciaron Smets F. y Wouters R. [25].

## 7. REFERENCIAS

- [1] Bernanke B.S. *Alternative explanations of the money-income correlation*. National Bureau of Economic Research, Cambridge, Mass., USA, 1986.
- [2] Blanchard O., Dell'Ariccia G., y Mauro P, *Rethinking macroeconomic policy*. *Journal of Money, Credit and Banking*, 42:199-215, 2010.
- [3] Cernadas L. *Efectos macroeconómicos de la política fiscal: Evidencia empírica para Bolivia*. Munich Personal RePEc Archive, 2010.

- [4] Chumacero R. *A toolkit for analyzing alternative policies in the Chilean economy*. General Equilibrium Models for the Chilean Economy, 2005.
- [5] Comboni J. y De la Viña J. *Precios y tipo de cambio en Bolivia. Evidencia empírica del periodo post estabilización*. Análisis Económico, 7:5 {27}, 1993.
- [6] Cooley T. y LeRoy S.F. *Atheoretical macroeconometrics: a critique*. *Journal of Monetary Economics*, 16(3):283 {308}, 1985.
- [7] Cupé E. *Efecto pass-through de la depreciación sobre inflación y términos de intercambio internos en Bolivia*. Análisis Económico, UDAPE 2002.
- [8] Elliott G., Rothenberg T.J., y Stock J.H. *Efficient tests for an autoregressive unit root*. *National Bureau of Economic Research* Cambridge, Mass., USA, 1992.
- [9] Enders W. *Applied econometric time series*. John Wiley & Sons, 2008.
- [10] Escobar F y Mendieta P. *Inflación y depreciación en una economía dolarizada: el caso de Bolivia*. *Monetaria*, 29(1):1, 2006.
- [11] Fleming, J.M., *Domestic financial policies under fixed and under floating exchange rates*, IMF Staff Papers, Noviembre 1962.
- [12] Hamilton J.D. *Time series analysis*, Cambridge University Press, 1994.
- [13] Jemio L.C. y Wiebelt M. *Macroeconomic impacts of external shocks and anti-shock policies in Bolivia: a CGE analysis*, Kiel Institute of World Economics, Alemania, Kiel Working Paper No. 1100, 2002.
- [14] Lucas R., Brunner K., y Metzler A. *Understanding business cycles*. MIT Press, Cambridge, MA, 1983.
- [15] Lutkepohl H. y Kratzig M. *Applied time series econometrics*. Cambridge University Press, 2004.
- [16] Mendieta P. y Palmero M. *How to survive in a more volatile world food inflation? Lessons from Bolivian 2007-2008 upsurge*, Paper submitted to Third Bolivian Conference on Development Economics, Institute for Advanced Development Studies, 2010.
- [17] Mendoza R. y Boyán R. *Metas explícitas de inflación y la política monetaria en Bolivia*. Documento de Trabajo. *Revista de Análisis del BCB* Vol. 4 No.1 Banco Central de Bolivia, 2001.
- [18] Mundell, R.A. *Capital mobility and stabilization policy under fixed and flexible exchange rates*, *Canadian Journal of Economics and Political Science*, Noviembre 1963.
- [19] Orellana W., Requena J., y A. de Política Económica. *Determinantes de la inflación en Bolivia*. *Revista de Análisis del Banco Central de Bolivia*, Vol. 3 No.1, 1999.
- [20] Orellana W., Lora O., Mendoza R., y Boyán R. *La política monetaria en Bolivia y sus mecanismos de transmisión*. *Revista de Análisis del Banco Central de Bolivia*. Vol. 3 No.1, 2000.
- [21] Palmero M. y Rocabado P. *Inercia inflacionaria en Bolivia: Un análisis no estructural*, *Revista de Análisis del Banco Central de Bolivia*, Vol. 18, 2013.
- [22] Pesaran H.H. y Shin Y. *Generalized impulse response analysis in linear multivariate models*. *Economics letters*, 58(1):17 {29}, 1998.
- [23] Sims C.A. *Are forecasting models usable for policy analysis?* *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 10(1):2 {16}, 1986.
- [24] Sims C.A., Stock J.H., y Watson M.W. *Inference in linear time series models with some unit roots*. *Econometría. Journal of the Econometric Society*, páginas 113 {144}, 1990.
- [25] Smets F. y Wouters R. *Stochastic dynamic general equilibrium model of the euro area*. *Journal of the European Economic Association* 1, no. 5:1123–75, 2003.