



BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ

Los Mecanismos de Transmisión de la Política Monetaria en Perú

Paul Castillo B.* Fernando Pérez F.* Vicente Tuesta R.**

* Banco Central de Reserva del Perú

** Prima AFP y CENTRUM Católica.

DT. N° 2010-013
Serie de Documentos de Trabajo
Working Paper series
Noviembre 2010

Los puntos de vista expresados en este documento de trabajo corresponden a los autores y no reflejan necesariamente la posición del Banco Central de Reserva del Perú o del Fondo Monetario Internacional.

The views expressed in this paper are those of the authors and do not necessarily represent the views or position of the Central Reserve Bank of Peru or the International Monetary Fund.

Los Mecanismos de Transmisión de la Política Monetaria en Perú*

Paul Castillo B.**

Fernando Pérez F.***

Banco Central de Reserva del Perú

Banco Central de Reserva del Perú.

Vicente Tuesta R.****

Prima AFP y CENTRUM Católica

Primera versión: Setiembre 2009, esta versión setiembre 2010

Resumen

Se extiende el modelo propuesto por Bernanke y Mihov (1998) considerando características particulares de una economía con dolarización financiera para estimar los efectos de la política monetaria en el Perú entre 1995 y el 2009. Los resultados indican que la política monetaria en el Perú, a pesar de ser ésta una economía parcialmente dolarizada, tiene efectos similares a los que predice la teoría económica en economías sin dolarización. En particular ante un choque contractivo de política monetaria, las tasas de interés suben, los agregados monetarios se contraen, el tipo de cambio se aprecia, la demanda agregada se desacelera y finalmente la inflación cae. Sin embargo, los choques cambiarios resultan ser un importante determinante del mercado monetario. Asimismo, los resultados muestran que para el periodo posterior a la adopción de metas explícitas de inflación, el Banco Central responde con mayor intensidad a choques de demanda por dinero que a choques cambiarios.

Clasificación JEL: E51, E52, E58, F31, F41

Palabras clave: Mercado Interbancario, Mecanismo de transmisión, Choques Monetarios, Choques Externos.

* Los puntos de vista expresados en este documento de trabajo corresponden a los de los autores y no reflejan necesariamente la posición del Banco Central de Reserva del Perú o la de sus Directores. Agradecemos los comentarios de Gabriel Rodríguez, Zenón Quispe, Carlos Barreda y de los participantes del seminario de investigación del Banco Central y del encuentro de economistas del 2005.

** Correo: paul.castillo@bcrp.gob.pe.

*** Correo: Fernando.perez@bcrp.gob.pe.

**** Profesor afiliado a Centrum Católica, Pontificia Universidad Católica del Perú. e-mail: vicentetuesta@gmail.com

1. Introducción

Desde el año 2002 el Banco Central de Reserva del Perú ha adoptado el esquema de metas explícitas de inflación como estrategia de política monetaria. Un aspecto fundamental de este tipo de esquemas es el uso intensivo de pronósticos de inflación como objetivo intermedio de política monetaria. Así, los bancos centrales modifican su postura de política cuando el pronóstico de inflación en el horizonte de proyección se desvía de su nivel meta. Para elaborar proyecciones de inflación, sin embargo, es necesario que se desarrollen modelos que caractericen los mecanismos de transmisión de política monetaria.

Este trabajo contribuye a este esfuerzo estimando un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) para la economía peruana. Este modelo permite medir el impacto de cambios exógenos en la posición de política monetaria en el nivel de producto, la inflación, tasas de interés, y tipo de cambio. La estrategia de identificación sigue de cerca el trabajo de Bernanke y Mihov (1998), pero este es extendido para tomar en cuenta el efecto de la dolarización en el funcionamiento del mercado interbancario.

A diferencia de los modelos VAR anteriormente estimados para Perú, permitimos que el tipo de cambio juegue un doble rol en el mercado interbancario. Por un lado, es parte del conjunto de información al que responde el banco central, y por tanto, el instrumento de política monetaria, responde a la evolución del tipo de cambio. Este supuesto de identificación captura el miedo a flotar del banco central asociado a los riesgos de fluctuaciones abruptas en el tipo de cambio en economías altamente dolarizadas como la peruana. Por otro lado, se considera que los choques cambiarios, generan presiones sobre la demanda por moneda local, en la medida que los bancos requieren incrementar su demanda por esta moneda para tomar posiciones largas en moneda extranjera¹.

Una de las ventajas de utilizar un modelo del mercado interbancario para identificar choques de política monetaria es que es lo suficientemente general como para incorporar distintos regímenes de política monetaria. Esta característica del esquema de identificación es importante para el caso

¹Existen estimaciones previas de modelos VAR estructurales y VEC para identificar el mecanismo de transmisión de la política monetaria en la economía peruana, entre los que se encuentran Barrera (2000), Quispe (2000), Winkelried (2004), Bigio y Salas (2006). En particular, Winkelried desarrolla el tema de los choques de externos y Bigio y Salas mencionan la presencia de no linealidades en el mecanismo de transmisión. Adicionalmente, Rossini y Vega (2007) analizan también este mecanismo de transmisión utilizando el Modelo de Proyección Trimestral del BCRP. Finalmente, en Pérez Forero (2008) se realiza la identificación del mecanismo de transmisión para la economía peruana utilizando un modelo de economía pequeña y abierta.

Es importante mencionar que Quispe (2000) realiza una estimación anterior para Perú utilizando como base este modelo de Bernanke y Mihov (1998) y obtiene resultados importantes que se encuentran documentados. Asimismo, recientemente Lahura (2010) presenta una extensión de esta misma metodología, esta vez mediante el uso de un modelo FAVAR utilizando componentes principales, metodología sugerida por Bernanke y otros (2005).

El presente trabajo toma también como base a Bernanke y Mihov e incorpora un período muestral que comprende un cambio en la meta operativa (a partir de setiembre de 2003), así como también apunta a la estimación de un indicador de la posición de política monetaria, como se menciona más adelante.

del Perú, porque la política monetaria pasó de un régimen de control de agregados entre 1990 y 2001 a uno de metas explícitas de inflación, donde este último utiliza como instrumento operativo las tasas de interés del mercado interbancario².

Se utilizan datos mensuales del producto bruto interno, nivel de precios, tasa interbancaria, tipo de cambio nominal, el nivel total de reservas bancarias (también conocido como fondos de encaje) y el nivel de cuenta corriente de los bancos en el BCRP, e información sobre el índice de precios de commodities. El período de análisis es de octubre 1995 a abril 2009. Los resultados muestran que la política monetaria en el Perú, a pesar de ser esta una economía parcialmente dolarizada, tiene efectos similares a los que predice la teoría económica en economías sin dolarización. Así, un choque contractivo reduce la demanda por reservas bancarias, genera una apreciación del tipo de cambio, desacelera la actividad económica y reduce el nivel de precios. Los resultados muestran también que el impacto negativo este choque ocurre más pronto en el caso de la actividad económica que en el caso del nivel de precios. Las correlaciones condicionales al choque de política monetaria confirman estos resultados. Así, las correlaciones del producto y precios con la tasa de interés son negativas, lo que evidenciaría la existencia de un canal de transmisión de demanda agregada de la política monetaria. Sin embargo, los choques cambiarios resultan ser un importante determinante del mercado monetario, lo que se traduce en una contribución positiva a la varianza de la proyección de la tasa de interés interbancaria. Esto sugiere que a pesar de tener un mecanismo de transmisión de política monetaria tradicional condicional a la ausencia de choques cambiarios, estos de igual manera juegan un rol importante en la determinación del equilibrio del mercado monetario. En el caso del choque cambiario las funciones impulso respuesta y las correlaciones condicionadas muestran que bajo la ocurrencia del mismo, los niveles de tipo de cambio, inflación y tasas de interés se elevan mientras que caen los niveles de actividad económica y demanda por reservas bancarias. Este choque puede ser interpretado como un cambio en la percepción del riesgo por parte de los agentes económicos, lo que trae consigo la intención de modificar su portafolio de inversión con el objetivo de minimizar el riesgo de cartera. Por otro lado, este choque también se podría atribuir a eventos de salida abrupta de capitales. En el caso de un choque cambiario positivo (negativo), se observa una mayor (menor) demanda por moneda extranjera (dólares en este caso) en relación a la moneda local (soles en el caso peruano). Esta mayor (menor) demanda provoca una depreciación (apreciación) en el tipo de cambio y, a través de efecto hoja de balance, lleva a un menor (mayor) ritmo de actividad económica.

Asimismo, en relación a la función de reacción de Banco Central, encontramos que luego de la adopción del esquema de metas de inflación, la respuesta es mayor ante choques de demanda de dinero y menor ante choques cambiarios. Este resultado evidencia un cambio en las preferencias del BCRP hacia una mayor estabilidad de la demanda por dinero, dado que el instrumento de

²En Pérez Forero (2008) se brinda un pequeña reseña del uso de estos modelos para la identificación del mecanismo de transmisión de la política monetaria.

política es ahora la tasa de interés interbancaria.

Finalmente, la identificación de los choques monetarios nos permite construir una medida de la posición de la política monetaria a partir de la función de reacción estimada para el BCRP, teniendo en cuenta que este utiliza varios instrumentos a lo largo de la muestra analizada. La estimación de este indicador contribuye a tener un mejor entendimiento de la ejecución de la política monetaria en el período analizado. Así, este comprende el período de control de agregados (hasta 2002) y la posterior adopción de la tasa de interés de referencia como meta operativa del BCRP (a partir de setiembre 2003 hasta la fecha). Asimismo, se controla por las eventuales intervenciones en el mercado cambiario, así como cambios en las tasas de encaje luego de la adopción de la tasa de interés de referencia. Los resultados muestran una política monetaria marcadamente contractiva desde 1998, relacionada con el efecto de las crisis internacionales (crisis Asiática en 1997, Rusa en 1998 y Brasileña en 1999), así como por el efecto recesivo del Fenómeno del Niño desde fines de 1997. Posteriormente, contando el Perú con una inflación cercana a cero y con la adopción del régimen de Metas Explícitas de Inflación, la política se tornó más expansiva hasta fines del año 2005. Ello llevó al cumplimiento de la meta de inflación en los años siguientes a la adopción de este esquema. Seguidamente, desde 2006 la política se tornó mucho más cauta, fijándose principalmente en el cumplimiento de la meta de inflación, pero también enfrentando choques externos de inflación de alimentos y de petróleo.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera: La sección 2 describe el modelo VAR estructural, la sección 3 detalla los datos utilizados y la estimación del mismo, la sección 4 expone los resultados principales y la sección 5 realiza un análisis de robustez. La sección 6 realiza el análisis de estabilidad de parámetros y finalmente la sección 7 menciona las conclusiones principales del trabajo.

2. Evolución de los regímenes de política monetaria en el Perú

Luego del episodio de hiperinflación observado hacia fines de los años ochenta, la política monetaria fue re-estructurada de tal manera que diez años después fue posible obtener niveles de tasa de inflación de un solo dígito. En particular, Armas y otros (2001) documentan esta transición. El esquema implementado fue el de control de agregados, tomando para ello como ancla nominal la base monetaria. Es sabido que en otros países latinoamericanos se tomó como ancla nominal el tipo de cambio, sin embargo en el año 1990 el Perú no contaba ni con las Reservas Internacionales suficientes ni con el marco institucional adecuado (en particular por la baja credibilidad de la política monetaria) para implementar un esquema similar. Posteriormente se adoptó a partir del año 2002 el esquema de Metas Explícitas de Inflación, fijando para ello un objetivo de 2,5 por ciento y con un margen de tolerancia de $\pm 1,0$ por ciento. Asimismo, la cuenta corriente de los bancos en

el BCRP era utilizada como meta operativa hasta setiembre de 2003, donde se adopta como meta operativa la tasa de interés de referencia. Sin embargo, además de la meta operativa mencionada, el BCRP hizo uso también de otros instrumentos alternativos en simultáneo, de tal manera que le permitieron cumplir con el objetivo final y a la vez mantener el mercado interbancario en equilibrio.

En particular, es importante mencionar que en un contexto de dolarización financiera presente, la implementación del esquema de metas de inflación se lleva a la par con la intervención en el mercado cambiario, dado que es necesario minimizar las fluctuaciones en el tipo de cambio. Asimismo, la modificación de los regímenes de encaje se realiza en línea con los movimientos de la tasa de interés interbancaria, de tal manera que el mecanismo de transmisión no sea distorsionado. En el siguiente cuadro se puede apreciar a manera de síntesis los regímenes de política monetaria presentes en la muestra de análisis de este trabajo, es decir, desde octubre de 1995 hasta abril de 2009.

Cuadro N°1: Evolución de los regímenes de política monetaria

Regímen	Fecha	Meta operativa	Meta intermedia	Meta final	Intervención cambiaria	Medidas de encaje
Agregados monetarios	1995-2001	CC de los bancos en el BCRP	Emisión primaria	Inflación	Sí	Sí
Metas Explícitas de Inflación	2002-2003	CC de los bancos en el BCRP	n.a.	Inflación	Sí	Sí
Metas Explícitas de Inflación	2003-	Tasa de interés interbancaria	n.a.	Inflación	Sí	Sí

3. El Modelo

3.1. Descripción

En esta sección extendemos el modelo propuesto por Bernanke y Mihov (1998), de tal manera que es posible caracterizar las interacciones presentes en el mercado interbancario peruano³. En particular, se hace explícito el accionar de la autoridad monetaria a través de operaciones de mercado abierto, así como por operaciones de ventanilla (standing facilities). De este modelo resulta el mecanismo de transmisión de política monetaria habitual, esto es, ante un choque contractivo la tasa de interés interbancaria se incrementa, provocando a su vez una reacción negativa tanto

³Una aproximación similar es hecha por Quispe (2000), donde se hace énfasis en el papel de una regla de intervención explícita.

de la actividad económica como del nivel de precios. Paralelamente se observa el efecto liquidez, que es la relación negativa entre la tasa de interés y la demanda por dinero. Se toma en cuenta también la presencia de dolarización financiera, haciendo explícita su incidencia sobre la demanda por fondos de encaje, en el comportamiento de la tasa de interés y en las operaciones del Banco Central. En otras palabras, el diseño de la política monetaria en esta economía internaliza el riesgo de las fluctuaciones en el tipo de cambio, dado que al estar presente la dolarización financiera los agentes económicos (en este caso representados por bancos) enfrentarán una decisión de portafolio de monedas, de tal manera que estos minimicen el riesgo de cartera.

3.2. Especificación

El modelo utiliza la especificación de Vectores Autorregresivos Estructurales para representar la economía peruana:

$$Y_t = \sum_{i=0}^k F_i Y_{t-i} + \sum_{i=0}^k N_i P_{t-i} + B^y v_t^y \quad (1)$$

$$P_t = \sum_{i=0}^k T_i Y_{t-i} + \sum_{i=0}^k G_i P_{t-i} + B^p v_t^p \quad (2)$$

donde P_t es el vector de variables de que el BCRP monitorea para la ejecución de la política monetaria (en adelante variables de política), es decir, aquellas que interactúan en el mercado interbancario. Asimismo, Y_t es el vector de variables que representan el comportamiento de la economía agregada.

Estas variables de política (P_t) dependen tanto de valores contemporáneos como rezagados de sí mismos como del resto de variables macroeconómicas (Y_t). Las matrices que multiplican a los términos rezagados en cada ecuación $\{F_i, N_i, T_i, G_i\}$ representan el comportamiento sistemático e interactivo entre las variables presentes en el modelo. Por otro lado, los vectores v_t^y y v_t^p representan perturbaciones que podrían presentarse y de esta manera alterar el equilibrio de la economía de manera temporal. Específicamente, estas perturbaciones son variables aleatorias independientes entre sí y que tienen una distribución de probabilidades determinada. Asimismo, decimos que el equilibrio es alterado temporalmente dado el supuesto de estacionariedad, que significa que la economía retornará a su nivel de equilibrio inicial. En particular, el vector v_t^p contiene los choques estructurales que modelamos en esta sección. En particular, uno de éstos choques es el de política monetaria, es decir, está asociado a las operaciones que efectúa el BCRP, principalmente realizadas para atender la demanda por reservas (fondos de encaje). El resto de choques estarán asociados a la demanda por dinero, choques cambiarios y otras perturbaciones asociadas a las variables que interactúan en el mercado interbancario.

Entre las variables del resto de la economía (Y_t) tenemos a los Precios de commodities a nivel internacional (cp_t). Esta variable informativa es tomada en cuenta desde que tratamos de modelar

una economía pequeña y abierta. Luego se encuentran la actividad económica (y_t) y el nivel de precios (p_t). Con respecto al bloque de variables de política (P_t), se encuentra la Demanda por Fondos de Encaje (fe_t), la Demanda por cuenta corriente (cc_t), el Tipo de cambio nominal (tc_t) y la tasa de interés interbancaria (int_t).

3.3. El mercado interbancario de fondos de encaje

En esta sección extendemos el modelo del mercado interbancario propuesto por Bernanke y Mihov (1998) para el caso de una economía pequeña y abierta con dolarización financiera. En este contexto, el tipo de cambio nominal debe ser incorporado en el grupo de variables de política (P_t), dado que su incidencia es determinante en el equilibrio del mercado interbancario⁴. Sus fluctuaciones alteran la demanda por dinero debido a la mencionada decisión de portafolio. Esto es, ante presiones depreciatorias (apreciatorias) los bancos demandarán una cantidad menor (mayor) de nuevos soles, con el objetivo de destinar estos fondos a incrementar (reducir) su posición en moneda extranjera. De esta manera, los bancos incrementarán (reducirán) su posición en moneda extranjera y por tanto se cubrirán del riesgo cambiario⁵. La forma más rápida para adquirir (vender) estos dólares es a través del mercado interbancario *spot* de moneda extranjera, y de ser la oferta (demanda) insuficiente, en ocasiones el Banco Central del Perú (en adelante BCRP) intervendría en este mercado en posición vendedora (compradora). Sin embargo, esta decisión de los bancos de adquirir (vender) dólares podría comprometer el cumplimiento del requerimiento de encaje en nuevos soles establecido por el BCRP. Así, al contar los bancos con una menor (mayor) cantidad de nuevos soles disponible en sus cuentas luego del cambio de portafolio, el resultado es la generación de escasez (exceso) de nuevos soles y por tanto presiones alcistas (a la baja) sobre la tasa de interés interbancaria.

El mecanismo descrito sugiere que la tarea del BCRP de mantener la tasa de interés interbancaria sobre su nivel de referencia en un entorno de dolarización financiera no es un asunto trivial. En estricto, frente a una menor (mayor) demanda por liquidez en nuevos soles en el mercado de reservas el BCRP deberá cubrir este exceso de oferta a través de operaciones de esterilización (inyección) de liquidez, siempre y cuando los bancos encuentren atractivos los CDBCRP a un plazo determinado (cuenten con un stock de títulos-valores como los CDBCRP o Bonos del Tesoro Público) mayor o igual a sus necesidades de inversión (liquidez). De ser necesario, los bancos tendrán que acudir a las operaciones de ventanilla⁶, de tal forma que cumplan con sus requerimientos

⁴En el mercado interbancario peruano la moneda extranjera utilizada es el dólar estadounidense. Si pérdida de generalidad nos referimos indistintamente tanto a moneda extranjera como a dólares americanos. Por su parte, la moneda nacional peruana es el nuevo sol.

⁵Cabe señalar que los bancos adquieren moneda extranjera tanto para operaciones al contado (*spot*) como para operaciones *forward*, que en este caso sería de venta.

⁶Depósitos overnight para el caso de exceso de liquidez y Repos Directa y/o Créditos de Regulación Monetaria para el caso de escasez de liquidez. Ver circulares BCRP.

mínimo de reservas (encajes).

Finalmente, como se trata de un modelo en donde el tipo de cambio juega un rol principal en la determinación del equilibrio en el mercado interbancario, es necesario incluir una ecuación de paridad de tasas de interés para cerrar el modelo, de modo que exista una relación directa entre las fluctuaciones del tipo de cambio y la tasa de interés en moneda nacional (interbancaria).

Para tal efecto asumimos que el mercado de fondos de encaje es descrito por las siguientes ecuaciones:

$$u_{FE} = -\alpha u_{INT} + \gamma v^e + v^d \quad (3)$$

$$u_C = \beta u_{INT} + v^b \quad (4)$$

$$u_{TC} = -\theta u_{INT} + v^e \quad (5)$$

$$u_{CC} = \phi^d v^d + \phi^b v^b + \phi^e v^e + v^s \quad (6)$$

donde:

$$u_C = u_{FE} - u_{CC} \quad (7)$$

La primera ecuación describe el comportamiento de la demanda por fondos de encaje. Siguiendo los lineamientos estándar de la demanda por dinero, esta se relaciona negativamente con la tasa de interés, que representa el costo de oportunidad de mantener el dinero. Adicionalmente, existe una perturbación estructural de demanda por dinero que es completamente independiente (v^d). Por otro lado, el parámetro γ captura la sensibilidad de la demanda por fondos de encaje ante choques estructurales que provienen de motivos especulativos (cambio de portafolio).

La segunda ecuación representa la porción de fondos de encaje que los bancos optan por mantener como caja. Se asume en este caso que existe una relación directa con la tasa de interés interbancaria.

La tercera ecuación representa la relación de paridad no cubierta de tasas de interés. Sin embargo, es importante señalar la relevancia del término v^e , dado que este representa los choques exógenos de esta ecuación y que a su vez juegan un rol determinante en la demanda de reservas por motivos especulativos. Estas provienen de dos fuentes distintas: En primer lugar se encuentra el choque de expectativa de depreciación, que proviene del mercado doméstico. En segundo lugar se encuentran los choques en las tasas de interés internacionales, recordando que el diferencial de tasas de interés doméstica e internacional sirve como una aproximación de la depreciación esperada. En suma, a este conjunto de perturbaciones se le denomina choques cambiarios, que van a incidir directamente en el diseño de la política monetaria.

La cuarta y última ecuación es una suerte de regla de política. Es decir, es la porción de encaje que los bancos adquieren a través de las operaciones del BCRP, que es en este caso la cuenta corriente de los bancos en el mismo. Éstas operaciones dependen de los choques estructurales del mercado interbancario, sin dejar de mencionar que se cuenta con una perturbación de política monetaria independiente (v^s), que es la que nos interesa identificar.

4. Identificación del modelo

4.1. Supuestos iniciales

El objetivo de este ejercicio es identificar choques de política monetaria y cambiarios. Para facilitar el análisis, asumiremos que el bloque de variables que representan al resto de la economía (Y_t) es modelado en forma recursiva (*Cholesky*), dejando como agenda pendiente su posterior identificación estructural. En cuanto al resto de variables macroeconómicas, estas dependen de sí mismas tanto en forma contemporánea como rezagada. Sin embargo, para efectos de identificar correctamente el sistema, asumiremos que estas variables sólo dependen de las variables de política (P_t) en forma rezagada ($N_0 = 0$). Esto es, se espera que cambios en variables de tipo financieras se reflejarán en el resto de variables macroeconómicas (Y_t) con cierto rezago, lo cual es consistente con la evidencia empírica, en particular cuando hablamos de acciones de política monetaria. De esta manera, la ecuación (1) queda como sigue:

$$Y_t = \sum_{i=0}^k F_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^k N_i P_{t-i} + B^y v_t^y \quad (8)$$

mientras que (2) no es alterada por este supuesto.

Como es estándar en la literatura de modelos VAR estructurales, se procede a relacionar los residuos de la forma reducida con los de la forma estructural, de tal forma que el sistema esté identificado. Sea u_t^p el grupo de residuos de la forma reducida asociados a las variables de política. De la especificación estructural expuesta se desprende que estos se relacionan con las perturbaciones estructurales de la siguiente forma:

$$u_t^p = (I - G_0)^{-1} B_t^p v_t^p \quad (9)$$

Omitiendo los subíndices de tiempo esta ecuación se puede reescribir como:

$$(I - G_0) u^p = B^p v^p \quad (10)$$

que es lo que conocemos como sistema VAR Estructural (SVAR) estándar. En particular, de la ecuación (9), se tiene la matriz:

$$(I - G_0)^{-1} B^p = \begin{bmatrix} \left(\frac{\alpha}{\alpha+\beta}\right) \left(\frac{\beta}{\alpha} + \phi^d\right) & \left(\frac{\alpha}{\alpha+\beta}\right) (1 + \phi^b) & \left(\frac{\alpha}{\alpha+\beta}\right) \left(\frac{\gamma\beta}{\alpha} + \phi^e\right) & \frac{\alpha}{\alpha+\beta} \\ \phi^d & \phi^b & \phi^e & 1 \\ \left(\frac{\theta}{\alpha+\beta}\right) (\phi^d - 1) & \left(\frac{\theta}{\alpha+\beta}\right) (1 + \phi^b) & \left(\frac{\theta}{\alpha+\beta}\right) (\phi^e - \gamma) + 1 & \frac{\theta}{\alpha+\beta} \\ -\left(\frac{1}{\alpha+\beta}\right) (\phi^d - 1) & -\left(\frac{1}{\alpha+\beta}\right) (1 + \phi^b) & -\left(\frac{1}{\alpha+\beta}\right) (\phi^e - \gamma) & -\frac{1}{\alpha+\beta} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Los choques en v son no observables y por tanto son los que buscamos identificar a través del modelo del mercado interbancario propuesto en la sección anterior. Este sistema puede ser luego

estimado por métodos conocidos⁷, de tal forma que se puedan recuperar los mencionados choques estructurales.

4.2. Escenarios de política monetaria

La ecuación (9) puede ser invertida de tal manera que es posible recuperar los choques estructurales de política:

$$v_t^p = [(I - G_0)^{-1} B^p]^{-1} u_t^p \quad (12)$$

En particular, el choque de política monetaria es:

$$v^s = -(\phi^b + \phi^d) u_{FE} + (\phi^b + 1) u_{CC} + (\gamma\phi^d - \phi^e) u_{TC} + (\beta\phi^b - \alpha\phi^d + \theta(\gamma\phi^d - \phi^e)) u_{INT} \quad (13)$$

Este choque representa la posición de política monetaria. Por ello esta relación nos servirá para recuperar dicho indicador de manera empírica. Sin embargo, a partir de esta ecuación ya es posible caracterizar los posibles escenarios de política monetaria, enfocándonos principalmente en la meta operativa o instrumento de política. De momento la posición de política monetaria es una combinación lineal de todos los instrumentos disponibles. Sin embargo, es posible caracterizar diferentes escenarios en base al instrumento específico para conducir la política monetaria, lo que se describen a continuación.

4.2.1. Escenario de tasas de interés

Si el Banco Central fija como meta operativa la tasa de interés interbancaria, ello implicaría que el choque de política monetaria será determinado solamente por dicha variable, en cuyo caso tendríamos que $v^s = \kappa u_{INT}$. Para ello sería necesario asumir en (13) que $\phi^b = -1$; $\phi^d = -\phi^b$; $\phi^e = \gamma\phi^d$, y con ello κ es determinado como consecuencia de estos supuestos. Este escenario sería consistente con el diseño de política monetaria del BCRP desde el año 2003.

4.2.2. Escenario de cuenta corriente

Si el Banco Central fija como meta operativa la cuenta corriente de los bancos en el BCRP, tendríamos de manera similar al escenario anterior que $v^s = \kappa u_{CC}$. Para ello sería necesario asumir en (13) que $\phi^d = -\phi^b$; $\phi^e = \gamma\phi^d$; $\alpha = -\beta$. Este escenario sería consistente con el diseño de política monetaria del BCRP hacia inicios de la adopción del régimen de metas de inflación en el año 2002.

⁷Entre los más populares se encuentran los métodos de Máxima Verosimilitud clásico y FIML (Full information Maximum Likelihood). Ver Hamilton (1994).

4.2.3. Escenario de fondos de encaje

Si el Banco Central fija como meta operativa los fondos de encaje totales, tendríamos que $v^s = \kappa u_{FE}$. Para ello sería necesario asumir en (13) que $\phi^b = -1; \phi^e = \gamma\phi^d; \beta\phi^b = \alpha\phi^d$. Este escenario sería consistente con el diseño de política monetaria del BCRP en el período de reducción de inflación a rangos internacionales en la década de los 90.

4.2.4. Escenario de tipo de cambio

Si el Banco Central fija como meta operativa el tipo de cambio, tendríamos que $v^s = \kappa u_{TC}$. Para ello sería necesario asumir en (13) que $\phi^b = -1; \phi^d = -\phi^b; \alpha = -\beta$. Este escenario no es consistente con el diseño de política monetaria del BCRP en ninguno de los episodios luego del año 1990, dado que se tomó como ancla nominal la base monetaria⁸.

4.2.5. Escenario conservador

Los escenarios descritos son relevantes para episodios específicos en el diseño de la política monetaria en el Perú. En particular, es sabido que en el período de reducción de la inflación a partir de 1991⁹, el BCRP implementó sus acciones de política monetaria bajo un esquema de control de agregados monetarios. Es por esta razón que buscamos que el modelo descrito sea lo más general posible, dado que la muestra analizada comprende parte de este periodo de control de agregados y fondos de encaje. Asimismo, debido a la presencia de dolarización financiera en la economía peruana, el BCRP ha intervenido ocasionalmente en el mercado cambiario, con el objetivo de reducir la volatilidad excesiva de esta variable, dados los riesgos que implican estas fluctuaciones¹⁰. En suma, todos los instrumentos de política descritos (fondos de encaje, tipo de cambio y tasa de interés) han sido utilizados en parte de la muestra analizada. Por ello, siguiendo a Bernanke y Mihov (1998)¹¹, adoptaremos este escenario un conservador como base para la estimación del modelo, de tal manera que nos permita utilizar toda la muestra (1995:10-2009:04) sin necesidad de tomar en cuenta el cambio de instrumento objetivo (de agregados a tasa de interés). En nuestro caso aplicaremos sin pérdida de generalidad en (13) la restricción:

$$\beta = 0 \tag{14}$$

En la práctica el nivel promedio de caja es relevante para el período de encaje siguiente¹², lo que sugiere que no existe relación contemporánea entre estas dos variables. De esta forma, el com-

⁸Ver Armas y otros (2001).

⁹Ver Armas y otros (2001).

¹⁰Ver Armas y Grippa (2006).

¹¹Estos autores caracterizan diversos escenarios en donde la estrategia de identificación se enfoca en un instrumento en particular, restringiendo también la muestra para el período en donde se tiene evidencia de un manejo de la política monetaria asociado al instrumento en mención. Para mayores detalles ver Bernanke y Mihov (1998).

¹²Ver Circulares BCRP relacionadas con las disposiciones de encaje en moneda nacional.

ponente de caja de los fondos de encaje sería completamente autónomo, es decir una perturbación estructural independiente (v^b), lo cual no implica que el BCRP no lo tomará en cuenta al momento de realizar sus operaciones de mercado abierto.

El subsistema tiene 11 parámetros desconocidos, incluyendo las 4 varianzas de los choques estructurales:

$$\Theta = \left(\alpha \quad \beta \quad \theta \quad \gamma \quad \phi^d \quad \phi^b \quad \phi^e \quad \sigma_d^2 \quad \sigma_b^2 \quad \sigma_e^2 \quad \sigma_s^2 \right)'$$

Dado que Θ es de 11×1 , y que el subsistema es de 4 variables (10 parámetros de forma reducida) entonces es necesario restringir al menos el valor de uno de estos parámetros, de tal manera que el sistema quede exactamente identificado.

Asumiendo ($\beta = 0$) el sistema anterior quedaría de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} u_{FE} \\ u_{CC} \\ u_{TC} \\ u_{INT} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi^d & 1 + \phi^b & \phi^e & 1 \\ \phi^d & \phi^b & \phi^e & 1 \\ \left(\frac{\theta}{\alpha}\right) (\phi^d - 1) & \left(\frac{\theta}{\alpha}\right) (1 + \phi^b) & \left(\frac{\theta}{\alpha}\right) (\phi^e - \gamma) + 1 & \frac{\theta}{\alpha} \\ -\left(\frac{1}{\alpha}\right) (\phi^d - 1) & -\left(\frac{1}{\alpha}\right) (1 + \phi^b) & -\left(\frac{1}{\alpha}\right) (\phi^e - \gamma) & -\frac{1}{\alpha} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} v^d \\ v^b \\ v^e \\ v^s \end{bmatrix} \quad (15)$$

En términos del sistema en su totalidad (es decir, tomando en cuenta las siete variables que lo conforman), recordemos que el bloque variables del resto de la economía estaba modelado por una especificación *à la Cholesky*, lo cual indica que este otro subsistema se encuentra exactamente identificado. Asimismo, la restricción que señalaba que las variables del resto de la economía no reaccionan contemporáneamente ante choques en las variables de política ($N_0 = 0$) bastaba para completar de identificar el sistema de siete variables¹³.

5. Resultados

5.1. Parámetros estimados

En base a lo expuesto en el apartado anterior presentamos los resultados del experimento. Principalmente se puede apreciar que los parámetros estructurales relevantes para el mercado interbancario son bastante significativos a excepción de los correspondientes a la regla de política. A pesar de ello, todos los parámetros presentan los signos esperados, lo cual indica que la autoridad monetaria responde como se esperaba ante los choques identificados.

¹³Ver apéndice A.

Cuadro N°2: Parámetros estimados

Parámetro	Media	Desviación estándar	z-stat	p-value
α	0.3509	0.0022	160.6644	0.0000
θ	0.4332	0.0853	5.0806	0.0000
ϕ^d	0.7388	1.0533	0.7014	0.2415
ϕ^b	0.1280	0.2459	0.5206	0.3013
ϕ^e	0.0449	0.7553	0.0595	0.4763
γ	0.6578	0.1366	4.8146	0.0000

En primer lugar, la respuesta ante choques de demanda de dinero (ϕ^d) y de mayor demanda por caja (ϕ^b) indican que existe el interés del banco central por proveer la liquidez necesaria, a fin de evitar presiones sobre la tasa de interés interbancaria. Finalmente, con respecto a la respuesta ante choques cambiarios (ϕ^e), el signo positivo refleja el efecto de las intervenciones cambiarias. Esto es, un choque depreciatorio de gran magnitud llevaría al Banco Central a intervenir en posición vendedora, reduciendo de esta forma la oferta de fondos líquidos en soles, sin embargo es importante notar que el coeficiente es de menor magnitud que ϕ^d . Este resultado estaría expresando que prevalecen las acciones de política monetaria sobre las de política cambiaria, es decir, estas acciones se efectúan teniendo cuidado de no desviarse del objetivo principal que es la inflación, pero que sin embargo también es el reflejo de la necesidad de suavizar las fluctuaciones del tipo de cambio en un contexto de alto grado de dolarización financiera.

En esta sección revisamos la estabilidad de los parámetros estimados ante un cambio de régimen en la política monetaria, de tal manera que se pueda apreciar el efecto de la adopción del esquema de metas explícitas de inflación. Con este objetivo, se toma como punto de quiebre la fecha de adopción de este esquema y se realiza el procedimiento de estimación para estas submuestras.

Los resultados muestran una mayor sensibilidad de la demanda por dinero (α) ante la tasa de interés en el nuevo régimen, lo que estaría relacionado con la adopción de la tasa de interés interbancaria como principal instrumento para la ejecución de la política monetaria. En general, los coeficientes son más altos para el caso del segundo régimen a excepción del parámetro de intervención ϕ^e . Lo primero implica que los mecanismos de transmisión, tanto monetario como cambiario, se ven reforzados ante una mayor credibilidad de la política monetaria, relacionada con el mencionado cambio de régimen. Por otro lado, la reducción del coeficiente ϕ^e , y el paralelo incremento en ϕ^d y ϕ^b exhiben una tendencia de las operaciones monetarias hacia atender la demanda por dinero en moneda nacional, mas no en intervenir en el mercado cambiario, en relación al regimen anterior. Podemos concluir que el nuevo regimen de política monetaria, conocido como el esquema de Metas de Inflación, ha contribuido a reforzar el papel de la política monetaria en la determinación del equilibrio en el mercado interbancario.

Cuadro N°3: Parámetros estimados por submuestras

Parámetro	1995:10 - 2001:12	2002:01 - 2009:04	1995:10 - 2009:04
α	0.3022	0.4844	0.3509
θ	0.4032	0.6790	0.4332
ϕ^d	0.6234	0.9216	0.7388
ϕ^b	0.1696	0.2006	0.1280
ϕ^e	0.0387	0.0290	0.0449
γ	0.6356	0.8047	0.6578

Por otro lado, las funciones de respuesta al impulso del modelo estructural estimado esclarecen la interrogante planteada al principio del documento. Las bandas de confianza fueron estimadas a partir de la distribución simulada por el algoritmo bootstrap.

5.2. Choque monetario

Una contracción monetaria ($-v^s$) desacelera la actividad económica y reduce el nivel de precios a largo plazo pero con cierto rezago, de lo que se desprende que a pesar de tener un alto grado de dolarización financiera existe espacio para una política monetaria independiente, y que también sugiere la presencia de rigideces nominales. Por otro lado, la razón por la cual éstos efectos se aprecian como no estacionarios está en el hecho de que se utilizaron éstas variables en niveles a pesar de integradas¹⁴. No obstante, la función de verosimilitud se encuentra bien comportada y los residuos estructurales son estacionarios. Por su parte, la reacción negativa sistemática de los fondos de encaje totales (FE) y de la cuenta corriente (CC) reflejan la generación de una mayor demanda por fondos de encaje dado este efecto contractivo. Es decir, se observa el efecto liquidez tradicional. Es importante señalar que, en el caso de la reacción negativa del tipo de cambio, estamos apreciando el poder relativo de las acciones de política monetaria para amortiguar la volatilidad del tipo de cambio en el muy corto plazo ante episodios de alta incertidumbre, recordando que es importante suavizar estas fluctuaciones en vista del alto grado de dolarización financiera presente. En el mediano plazo se aprecia una reversión en este efecto, pero que sin embargo es no significativa.

¹⁴Al respecto, Sims, Stock y Watson (1990) señalan que esto es posible siempre y cuando la distribución de los parámetros estimados sea asintóticamente estacionaria. Si este es el caso, la transformación en primeras diferencias o la estimación de relaciones de cointegración se vuelve innecesaria.

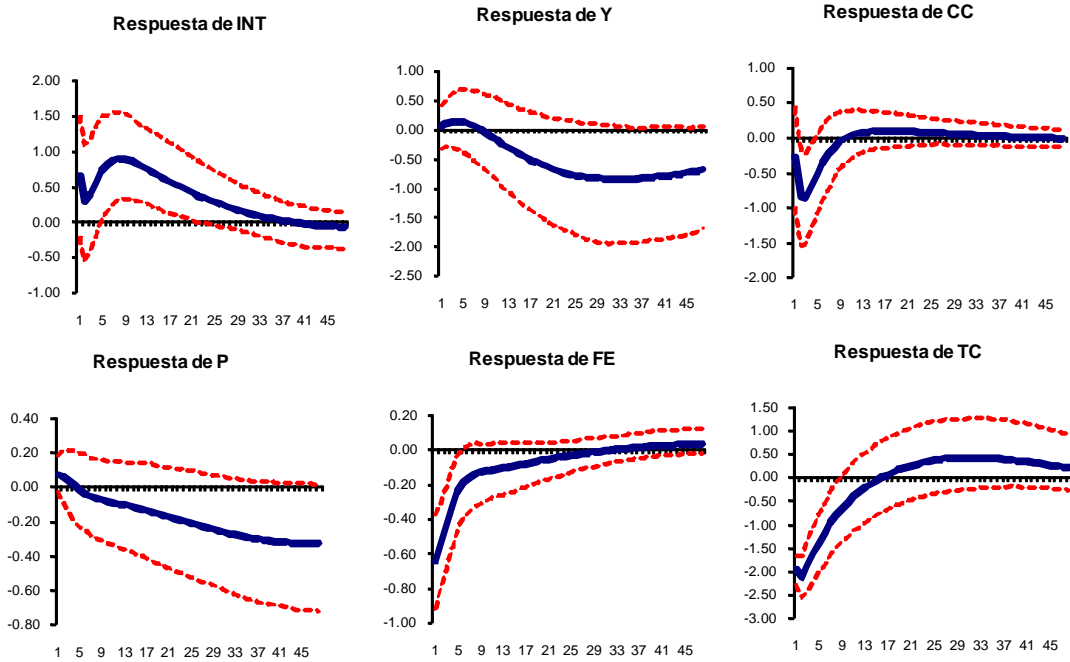


Figura 1 : Choque contractivo de política monetaria

5.3. Choque cambiario

Por su parte, luego de un choque cambiario (v^e) se observa una respuesta positiva de la tasa de interés del mercado interbancario, en vista de la mayor incertidumbre generada por la volatilidad cambiaria. Esto es, los bancos comerciales presionan al alza las tasas de interés en entornos inciertos, castigando de esta forma al mercado local. Esto se presenta de la siguiente forma: ante mayor volatilidad cambiaria se genera un aumento en la demanda por dólares y por tanto un exceso de demanda por fondos en soles (reacciones sistemáticas positivas de los fondos de encaje y cuenta corriente), lo que estaría reflejando el deseo de cambio de portafolio por motivos especulativos¹⁵. En este contexto el Banco Central interviene en el mercado proveyendo de mayor liquidez en dólares a la banca, reduciendo así los fondos de encaje en soles en exceso.

Posteriormente, cubierta la demanda por dólares, se genera ahora una mayor demanda por soles que presiona al alza la tasa de interés interbancaria. Por ello, para revertir estos efectos, el Banco Central inyecta liquidez en soles mediante operaciones de reporte (repos) para lo cual los bancos necesitarán contar con garantías (principalmente CDBCRP) suficientes para acceder a dichas operaciones de mercado abierto. De lo contrario, deberá optarse por los préstamos interbancarios, incrementándose la demanda por éstos y por tanto presionando aún más al alza las tasas

¹⁵La mayor demanda por dólares puede darse tanto en el mercado al contado (*spot*) como en el mercado *forward* de ventas.

de interés. De esta forma, el Banco Central neutraliza los efectos de la intervención en el mercado interbancario.

Adicionalmente, se observa que este choque cambiario desacelera la actividad económica, aunque no de manera significativa. Esto puede estar reflejando la posible dominancia de un canal de hoja de balance, sobre el cual choques depreciatorios terminan por contraer la actividad económica¹⁶. Asimismo, choques depreciatorios no tienen un efecto determinante sobre el nivel de precios, siendo consistente con las estimaciones de *pass-through* para la economía peruana, que señalan que en general no hay un efecto significativo del tipo de cambio a precios¹⁷.

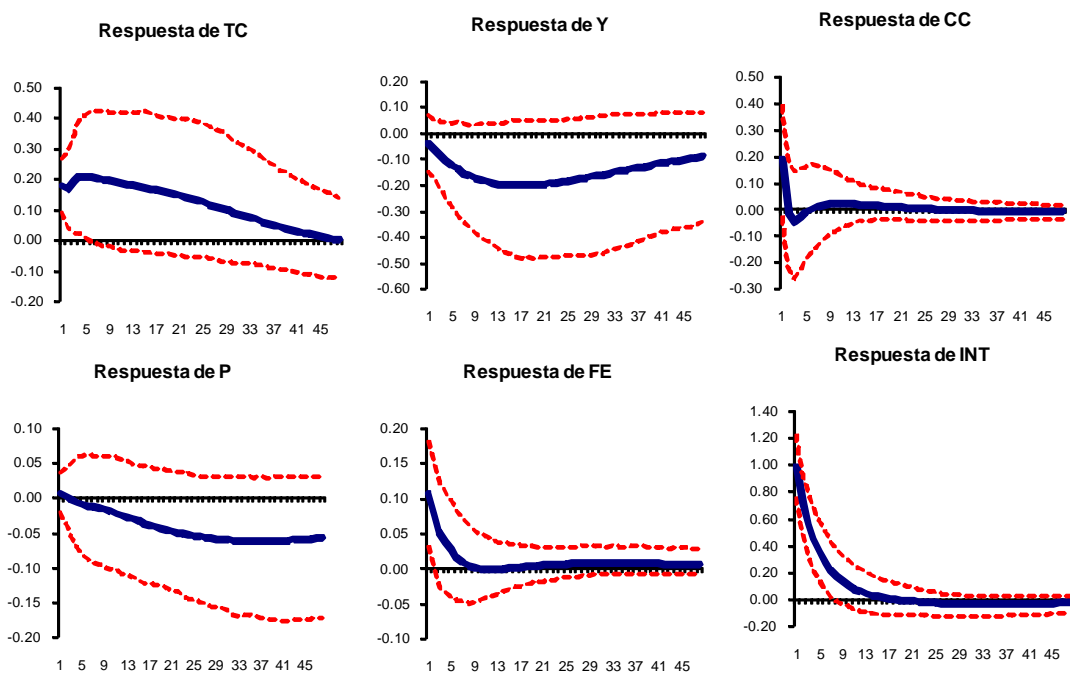


Figura 2: Choque cambiario

5.4. Momentos de segundo orden condicionales

El análisis de correlaciones entre series macroeconómicas suele ser el primer paso para la construcción de un modelo estructural. Sin embargo, con frecuencia observamos que los momentos incondicionales entre estas variables no suelen tomar el signo apropiado, o el que nos dice nuestra intuición o las teorías comúnmente utilizadas. Ante dicha dificultad surge el concepto de Correlaciones Condicionadas, desarrollado por Galí (1999), y que señala que sobre la base de un modelo

¹⁶Ver Rossini y Vega (2007).

¹⁷Ver Miller (2003) y Winkelried (2003).

estructural correctamente identificado, las correlaciones entre variables macroeconómicas se encuentran sujetas al tipo de choque presente en la economía agregada. Es decir, los signos de estos momentos deberán reflejar la correlación de las funciones de respuesta ante cada choque y deberán ser intuitivamente correctos. Con este panorama mucho más claro, entendemos que el análisis de momentos estadísticos incondicionales corresponde a la forma reducida del modelo, y que la forma correcta de analizar co-movimientos entre variables es una vez estimada la forma estructural del modelo.

En el caso del modelo expuesto en este documento de trabajo observaremos dos escenarios: choques de política monetaria y choques cambiarios. Es importante mencionar que lo que se busca con este ejercicio es capturar las correlaciones de corto plazo entre variables, por lo que partimos del análisis de funciones de respuesta al impulso con un horizonte de 24 meses.

Cuadro N°4: Momentos de 2do orden condicionales

($h = 24$)

Variables	Choque contractivo de PM	Choque cambiario
(y_t, p_t)	0.948	0.924
(y_t, tc_t)	-0.213	-0.940
(int_t, tc_t)	-0.559	0.611
(fe_t, int_t)	-0.656	0.964

Los resultados de este ejercicio muestran lo siguiente:

- La correlación entre el producto y precios es la esperada (positiva) según la teoría bajo un choque de política monetaria estándar, e inclusive bajo un choque cambiario se observa un efecto similar.
- La correlación entre producto y tipo de cambio negativa bajo ambos choques, lo cual estaría relacionado al mencionado efecto de hoja de balance.
- La correlación entre tipo de cambio y tasas de interés es negativa para el caso de paridad no cubierta, pero es positiva para el caso en que el choque cambiario ocurre en primera instancia, dado que genera presiones sobre la tasa de interés ante el efecto de cambio de portafolio descrito anteriormente.
- Finalmente, la correlación entre Fondos de encaje (FE) y tasas de interés es negativa en el caso de un choque contractivo de política, lo cual refleja un efecto liquidez tradicional. En el caso del choque cambiario la relación es positiva, al generarse un exceso de demanda por fondos líquidos en soles la tenencia de soles (por un cambio de portafolio), lo que genera presiones al alza sobre la tasa de interés interbancaria.

5.5. Posición de política monetaria

Este segundo ejercicio tiene como objetivo hallar un indicador de la posición de política monetaria, teniendo en cuenta que el BCRP utiliza varios instrumentos a lo largo de la muestra analizada. En particular surge la necesidad de contar con un indicador histórico de esta posición de política, que comprenda el período de control de agregados (hasta 2002) y la posterior adopción de la tasa de interés de referencia como meta operativa del BCRP (a partir de setiembre 2003 hasta la fecha). Asimismo, es necesario controlar por las eventuales intervenciones del BCRP en el mercado cambiario, así como cambios en los requerimientos de encaje a lo largo de la muestra.

Para lograr este objetivo es necesario retomar la ecuación del choque de política monetaria (13) y combinarla con la ecuación (14), de tal manera que se obtiene:

$$v^s = -(\phi^b + \phi^d) u_{FE} + (1 + \phi^b) u_{CC} + (\gamma\phi^d + \phi^e) u_{TC} - (\alpha\phi^d + \theta(\gamma\phi^d + \phi^e)) u_{INT} \quad (16)$$

Dada esta ecuación y utilizando los parámetros estimados, reemplazamos los choques de la forma reducida por las series utilizadas en el VAR, de donde proviene el siguiente indicador:

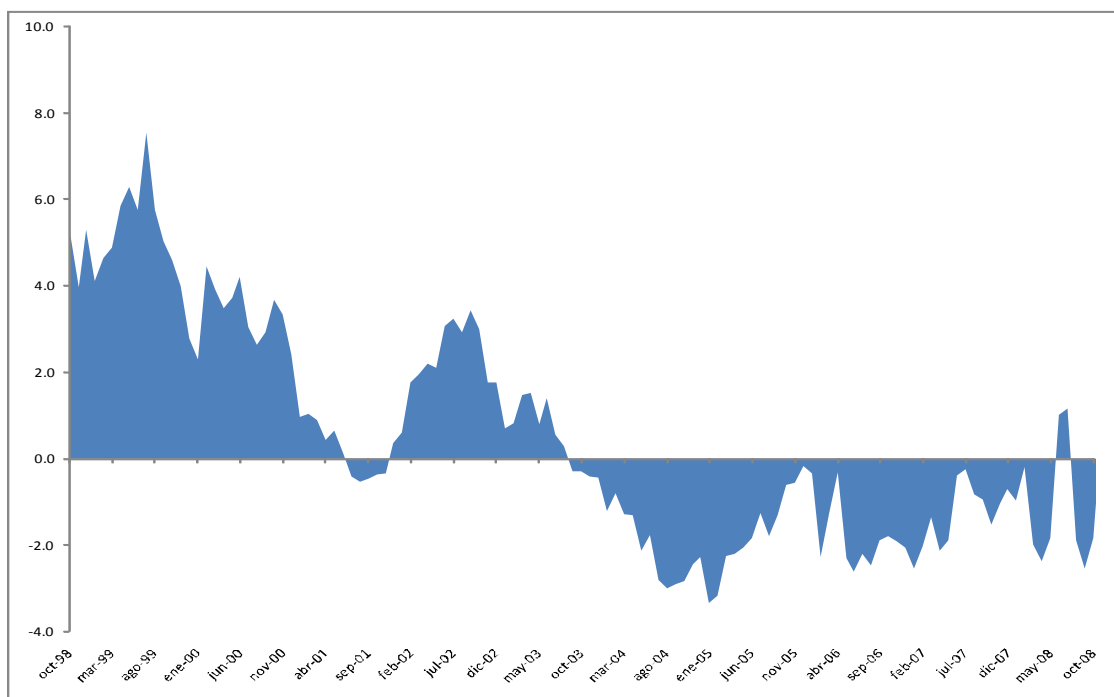


Figura 3: Posición de política monetaria del BCRP

Es conveniente señalar que un valor positivo (negativo) de este indicador está relacionado con una política monetaria contractiva (expansiva). Asimismo, siguiendo a Bernanke y Mihov (1998), este indicador fue normalizado mediante el uso de promedios móviles de 36 meses. Los resultados muestran una política monetaria marcadamente contractiva desde 1998, relacionada con el efecto

de las crisis internacionales (crisis Asiática en 1997, Rusa en 1998 y Brasileña en 1999), así como por el efecto recesivo del Fenómeno del Niño, desde fines de 1997. Cabe mencionar que el BCRP se encontraba en la etapa de reducción de inflación hacia un dígito¹⁸.

Posteriormente, contando el Perú con una inflación cercana a cero y con la adopción del régimen de Metas Explícitas de Inflación, la política monetaria se tornó más expansiva hasta fines del año 2007. Ello llevó al cumplimiento de la meta de inflación en casi todos los años siguientes a la adopción de este esquema. Seguidamente, desde la segunda mitad de 2007 la política monetaria se tornó mucho más cauta, fijándose principalmente en el cumplimiento de la meta de inflación, pero también enfrentando choques externos de inflación de alimentos, de petróleo y de la crisis financiera internacional, que llevaron a una postura contractiva a inicios del año 2008. Hacia la segunda mitad de ese mismo año la situación se revirtió, al entrar en un clima de desaceleración y reducción del nivel general de precios, lo que llevó a adoptar una postura expansiva hacia fines de 2008.

5.6. Descomposición de varianza

Finalmente, la contribución de los choques monetarios y cambiarios a la varianza del error de proyección de la tasa de interés interbancaria es relevante. Esto sugiere que a pesar de tener un mecanismo de transmisión de política monetaria tradicional condicional a la ausencia de choques cambiarios, estos de igual manera juegan un rol importante en la determinación del equilibrio del mercado monetario. Del gráfico se desprende que los choques cambiarios (tc) llegan a explicar cerca del 20 por ciento de esta varianza en el corto plazo (entre uno y dos trimestres).

6. Análisis de robustez

Esta sección utiliza mediciones alternativas para las variables utilizadas en el modelo econométrico. El objetivo de este ejercicio es mostrar la sensibilidad de los resultados ante cambios en estas mediciones. En particular, nos enfocamos en el análisis de las funciones de impulso respuesta como variable de control para evaluar los resultados de este ejercicio. Se concluye que los mecanismos de transmisión exhibidos en este documento, tanto de choques monetarios como externos, son robustos a cambios en la medición de las variables principales del modelo¹⁹.

¹⁸Ver Armas y otros (2001).

¹⁹Es importante señalar que las variables descritas en esta sección fueron tomadas del website del Banco Central de Reserva del Perú: <http://estadisticas.bcrp.gob.pe>

6.1. Descripción de escenarios

Medición alternativa de tipo de cambio (tc_t):

- Tipo de cambio Real (TCR): Índice de tipo de cambio real bilateral Base Diciembre 2001.

Mediciones alternativas de producto (y_t):

- Demanda interna (DI): Índice de Base 1994
- Manufactura no primaria (MN): Índice de Base 1994

Medición alternativa de la tasa de interés interbancaria (int_t):

- Tasa de interés del saldo de CDBCRP (CD): Promedio ponderado de las tasas de colocaciones por su respectivo plazo residual.

6.2. Choque monetario

Observamos un mecanismo de transmisión similar al modelo base en cada uno de los primeros cuatro escenarios, sin embargo se aprecian diferentes matices. En particular, en el caso del modelo de la tasa de interés de los CDBCRP, la reacción de esta tasa de interés es ligeramente mayor a la de la tasa de interés interbancaria.

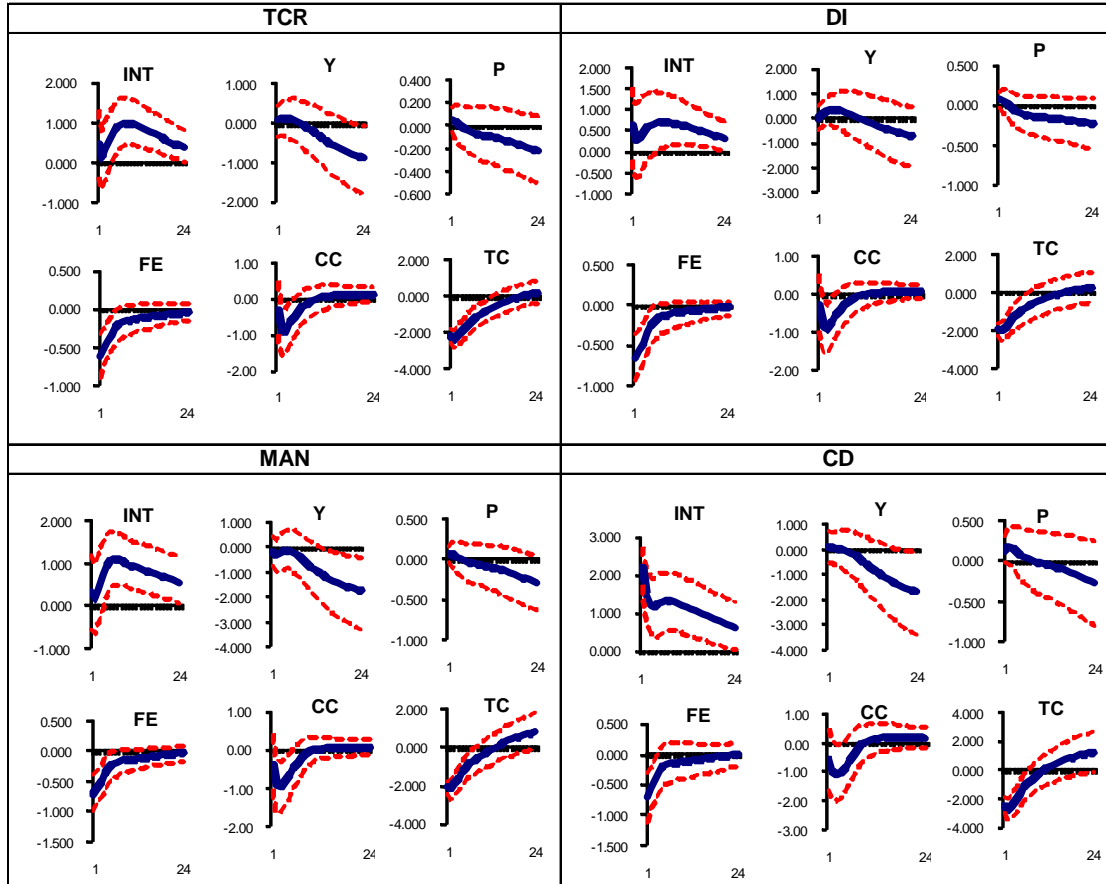


Figura 5: Respuestas a choque monetario

6.3. Choque cambiario

En el caso del choque cambiario, los cuatro modelos describen un mecanismo similar al modelo de base, al menos de manera cualitativa. Ello indica que el resultado inicial es robusto a cambios en las principales variables del modelo.

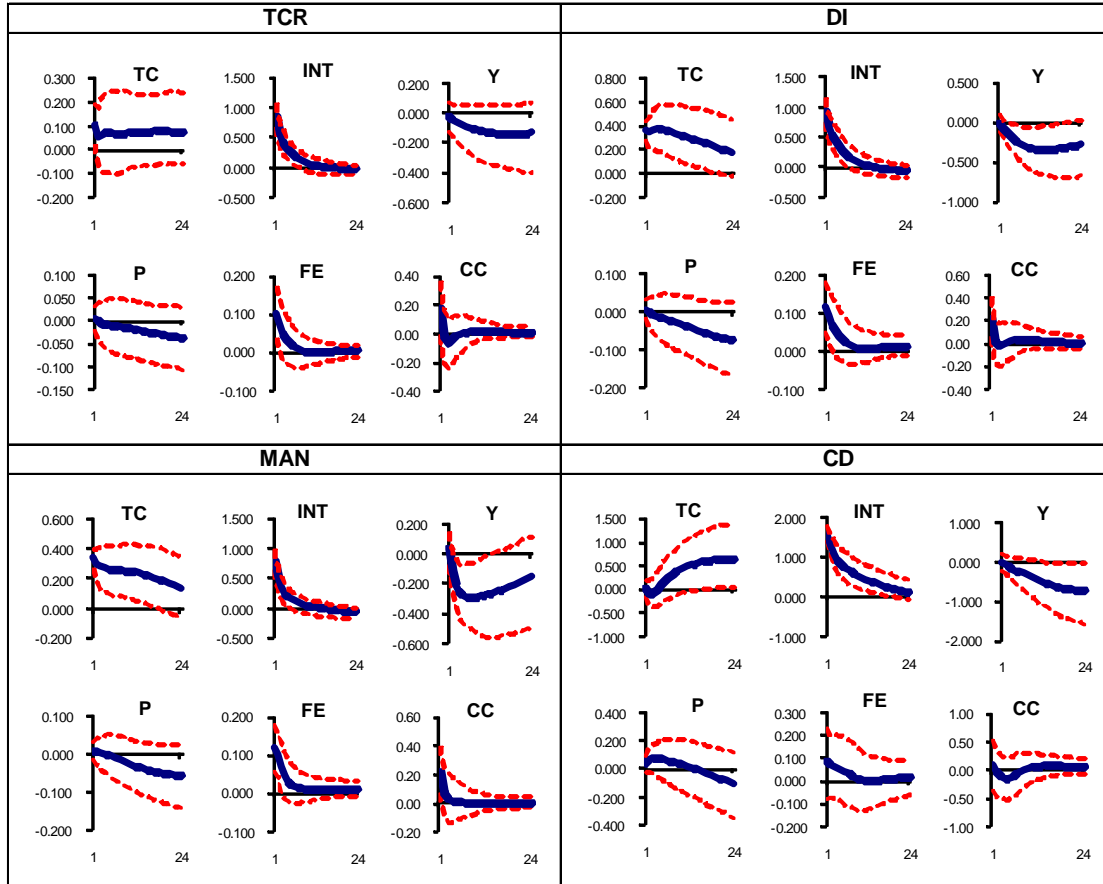


Figura 6: Respuestas a choque cambiario

7. Conclusiones

En una economía con dolarización financiera como la peruana, la implementación del esquema de política monetaria de corto plazo (mercado interbancario) debe tomar en cuenta las fluctuaciones del tipo de cambio, en especial cuando nos encontramos bajo un régimen de metas de inflación.

Asimismo, el Modelo expuesto muestra las relaciones que normalmente se observan en el mercado interbancario peruano. Los choques estructurales identificados muestran una función de reacción del BCRP que incorpora choques de demanda por reservas (encaje), choques de demanda por caja y choques cambiarios.

Choques cambiarios inducen a una reasignación de portafolio de monedas por parte de los bancos comerciales (adquisición de moneda extranjera), lo que reduce la disponibilidad de soles en el mercado interbancario y por tanto se observan presiones alcistas sobre la tasa de interés interbancaria (principalmente provocada por la escasez de soles generada por el cambio de portafolio). Debido a lo anterior, es necesario contar con instrumentos de inyección de liquidez alternativos que

permitan atender esta demanda, dado el grado de dolarización financiera presente en la economía.

Por su parte, choques contractivos de política monetaria derivan en una elevación de la tasa de interés interbancaria y presentan el tradicional efecto liquidez, así como la reacción rezagada del producto y precios, consistentes con el modelo neo-keynesiano de libro de texto. Asimismo, se aprecia una relación negativa entre la tasa de interés y el tipo de cambio, lo que es consistente con la teoría de la Paridad no Cubierta de tasas de interés. Por ello, este choque contractivo permite también atenuar la depreciación del tipo de cambio en el corto plazo.

De otro lado, las correlaciones condicionadas explican la dinámica de las variables macro-económicas luego de absorbidos los choques estructurales.

En suma, podemos concluir que el modelo expuesto permite medir la posición de política monetaria en el Perú, a pesar de encontrarse presentes cambios en el instrumento objetivo dentro del período de análisis. Este es un hito importante para la agenda futura de investigación. En particular, desde la adopción del esquema de metas de inflación la posición de política monetaria ha sido expansiva. Sin embargo, desde 2006 la política monetaria se tornó mucho más cauta, fijándose principalmente en el cumplimiento de la meta de inflación, pero también enfrentando choques externos de inflación de alimentos y de petróleo. En particular, desde la segunda mitad de 2007 se implementaron medidas adicionales relacionadas con la modificación de la tasa de encaje, en un contexto en donde ya se encontraba desatada la crisis financiera internacional. Estas medidas llevaron a una postura contractiva a inicios del año 2008. Hacia la segunda mitad de ese mismo año la situación se revirtió, al entrar en un clima de desaceleración y reducción del nivel general de precios, lo que llevó a adoptar una postura expansiva hacia fines de 2008.

Finalmente, concluimos que el nuevo régimen de política monetaria, conocido como el esquema de Metas de Inflación, ha contribuido a reforzar el papel de la política monetaria en la determinación del equilibrio en el mercado interbancario. Lo último es un punto crucial para la transmisión de los efectos de las medidas de política hacia el resto de tasas de interés del sistema financiero.

Referencias

- [1] Armas, A., Grippa, F., Quispe, Z. y Valdivia, L. (2001): "De Metas Monetarias a Metas de Inflación". Banco Central de Reserva del Perú, Revista de Estudios Económicos N°7.
- [2] Armas, A. y Grippa, F. (2006): "Metas de Inflación en una Economía Dolarizada: La Experiencia del Perú". En "Dolarización Financiera. La agenda de política", capítulo 6. Fondo Monetario Internacional y Banco Central de Reserva del Perú.
- [3] Banco Central de Reserva del Perú, Circulares de Instrumentos monetarios, <http://www.bcrp.gob.pe>.
- [4] Barrera, C. (2000): "Mecanismos de transmisión y reglas de política monetaria: la posición de política monetaria como variable de estado". Banco Central de Reserva del Perú, Revista de Estudios Económicos N°6.
- [5] Bernanke, B. y Blinder, A. (1992): "The Federal Funds Rate and the Channels of Monetary Policy Transmission". *American Economic Review*, Vol. 82, N°4, pp. 901-921.
- [6] Bernanke, B. y Mihov, I. (1998): "Measuring monetary policy". *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 113, N°3, pp. 869-902.
- [7] Bernanke, B.; Boivin, Jean and Elias, P. (2005). "Measuring the Effects of Monetary Policy: A Factor-augmented Vector Autoregressive (FAVAR) Approach," *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, vol. 120(1), pages 387-422, January.
- [8] Bigio, S. y Salas, J. (2006): "Efectos No Lineales de choques de política monetaria y de tipo de cambio real en economías parcialmente dolarizadas: un análisis empírico para el Perú. Banco Central de Reserva del Perú, DT N° 2006-009.
- [9] Christiano, L., Eichenbaum, M. y Evans, C. (1998): "Monetary policy shocks: What have we learned and to what end?". NBER Working paper 6400.
- [10] Cushman, D. y Zha, T. (1997): "Identifying monetary policy in a small open economy under flexible exchange rates". *Journal of Monetary Economics* 39, pp. 433-448.
- [11] De Arcangelis y Di Giorgio (2001): "Measuring Monetary Policy shocks in a small open economy". *Economic Notes*, Volume 30, Number 1, pp. 81-107.
- [12] Dolado, J. y Lutkepohl, H. (1996): "Making wald tests for cointegrated VAR systems". *Econometric Reviews*, 1532-4168, Vol.15, Is. 4, pages 369-386.
- [13] Favero, C. (2001): "Applied Macroeconometrics" Cap. 6. Oxford University Press.

- [14] Gali, J. (1999): "Technology, employment, and the business cycle: Do technology shocks explain aggregate fluctuations?" *American Economic Review* 89 (March), 249-271.
- [15] Hamilton, J. (1994): "Time Series Analysis". Princeton University Press.
- [16] Kim, S. y Roubini, N. (2000): "Exchange rate anomalies in the industrial countries: A solution with a structural VAR approach". *Journal of Monetary Economics* 45, pp 561-586.
- [17] Lahura, Erick (2010): "The effects of monetary policy shocks in Peru: Semi-structural identification using a factor-augmented vector autoregressive model". DT N° 2010-08. Banco Central de Reserva del Perú.
- [18] Leiderman, L., Maino, R. y Parrado, E. (2006): "Inflation Targeting in Dollarized Economies. IMF WP/06/157.
- [19] Lutkepohl, H. (2006): "New Introduction to Multiple Time Series analysis". 2nd Ed. Springer, New York.
- [20] Miller, S. (2003): "Estimación del Pass-Through del Tipo de Cambio a Precios: 1995-2002". Banco Central de Reserva del Perú, Revista de Estudios Económicos N°10.
- [21] Pérez Forero, F. (2008). "Mecanismo de Transmisión de la política monetaria en una economía pequeña y abierta: El caso peruano". Mimeo.
- [22] Quispe, Z. (2000). "Monetary Policy in a Dollarized Economy: The Case of Perú" in Monetary policy frameworks in a global context, L. Mahadeva and G. Stern, eds., Routledge & Bank of England, London-New York.
- [23] Rossini, R. y Vega, M. (2007): "El mecanismo de transmisión de la política monetaria en un entorno de dolarización financiera: El caso del Perú entre 1996 y 2006". Banco Central de Reserva del Perú, DT N° 2007-18.
- [24] Sims, C. (1980): "Macroeconomics and Reality". *Econometrica*, Vol. 48, N°1, pp. 1-48.
- [25] Sims, Stock y Watson (1990): "Inference in Linear Time Series Models With Unit Roots". *Econometrica*. Vol 58, pp 113-144.
- [26] Sims, C. y Zha, T. (1998): "Bayesian Methods for Dynamic Multivariate Models". *International Economic Review*, v. 39, iss. 4, pp. 949-968.
- [27] Sims, C. y Zha, T. (1999): "Error Bands for Impulse Responses". *Econometrica*, Vol. 67, No. 5. (Sep., 1999), pp. 1113-1155. Sims, Stock y Watson (1990): "Inference in Linear Time Series Models With Unit Roots". *Econometrica*. Vol 58, pp 113-144.

- [28] Toda y Yamamoto (1995) "Statistical inference in vector autoregression with possibly integrated processes". *Journal of Econometrics*. Vol 66, pp 225–50.
- [29] Winkelried, D. (2003): "¿Es asimétrico el Pass - Through en el Perú?: Un análisis agregado". Banco Central de Reserva del Perú, Revista de Estudios Económicos N°10.
- [30] Winkelried, D. (2004): "Tendencias comunes y análisis de la política monetaria en el Perú". Banco Central de Reserva del Perú, Revista de Estudios Económicos N°11.

A. Caracterización e identificación del sistema

En esta sección se describe de manera extensa el modelo utilizado en este trabajo, de manera que la posterior estimación del mismo resulte lo más transparente posible.

Se toma como punto de partida las ecuaciones (1) y (2). Luego, relacionamos los choques de la forma reducida con aquellos que pertenecen a la forma estructural:

$$u^y = F_0 u^y + N_0 u^p + B^y v^y \quad (17)$$

$$u^p = T_0 u^y + G_0 u^p + B^p v^p \quad (18)$$

El sistema cuenta con siete variables, lo que implica que la forma reducida tiene $\frac{7*8}{2} = 28$ parámetros, es decir, son necesarias 21 restricciones para que el sistema se encuentre exactamente identificado.

En primer lugar nos fijamos en las variables del resto de la economía (Y_t). En primer lugar se estableció líneas arriba el supuesto de que estas no reaccionan contemporáneamente a cambios en las variables de política, con ello fijamos $N_0 = \mathbf{0}_{4 \times 3}$. Como resultado, este bloque es completamente autónomo, lo que significa que puede ser identificado de manera independiente al bloque de variables de política. Por simplicidad, asumiremos que este bloque de la economía es modelado en forma recursiva (*Cholesky*), dejando como agenda pendiente su posterior identificación estructural. Con ello, denotamos como u_t^y a los choques de la forma reducida:

$$(I - F_0) u^y = B^y v^y \Rightarrow A^y u^y = B^y v^y$$

$$u^y = (A^y)^{-1} B^y v^y \quad (19)$$

donde las matrices que describen las relaciones contemporáneas vienen dadas por:

$$A^y \equiv (I - F_0) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ a_{21} & 1 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & 1 \end{bmatrix}$$

$$B^y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Por su parte, el sub-sistema de variables de política viene representado por la ecuación (9), siendo los vectores:

$$(u^p)' = \begin{bmatrix} u_{FE} & u_{CC} & u_{ER} & u_{INT} \end{bmatrix}$$

$$(v^p)' = \begin{bmatrix} v^d & v^b & v^e & v^s \end{bmatrix}$$

En este caso, las matrices que describen las relaciones contemporáneas entre estas variables vienen dadas por:

$$A^p \equiv (I - G_0) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \alpha \\ 1 & -1 & 0 & -\beta \\ 0 & 0 & 1 & \theta \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B^p = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \gamma & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ \phi^d & \phi^b & \phi^e & 1 \end{bmatrix}$$

Resolviendo en (9) para los choques de la forma reducida:

$$u_t^p = (I - G_0)^{-1} B^p v_t^p \quad (20)$$

Las ecuaciones (17) y (18) se pueden expresar de la siguiente forma:

$$(I - F_0) u^y = B^y v_t^y$$

$$-T_0 u^y + (I - G_0) u^p = B^p v_t^p$$

En forma compacta:

$$\begin{bmatrix} (I - F_0) & \mathbf{0}_{4 \times 3} \\ -T_0 & (I - G_0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u^y \\ u^p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B^y & \mathbf{0}_{4 \times 3} \\ \mathbf{0}_{3 \times 4} & B^p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v^y \\ v^p \end{bmatrix}$$

$$Au = Bv$$

Resolviendo para los errores de la forma reducida:

$$u = A^{-1} Bv = C_0^{-1} v \quad (21)$$

donde:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & 1 & 0 & 0 & \alpha \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & 1 & -1 & 0 & -\beta \\ a_{61} & a_{62} & a_{63} & 0 & 0 & 1 & \theta \\ a_{71} & a_{72} & a_{73} & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \phi^d & \phi^b & \phi^e & 1 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{bmatrix} \sigma_{cp}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_y^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_p^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sigma_d^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_b^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_e^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_s^2 \end{bmatrix}$$

y la matriz de covarianzas de los errores estructurales viene dada por:

$$D = E(v_t v_t')$$

B. Estimación del modelo VAR

Sea $Z_t = \begin{bmatrix} Y_t \\ P_t \end{bmatrix}$, entonces el sistema descrito en el apartado anterior puede expresarse como $AZ_t = \Phi \tilde{X}_t + Bv_t$,

donde:

$$\Phi \tilde{X}_t = \sum_{i=1}^p A_i Z_{t-i} + A_X X_t.$$

y donde X_t son variables exógenas al modelo.

El sistema VAR estructural será estimado en dos etapas, donde la primera consistirá en obtener los residuos de la forma reducida mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Posteriormente, a partir de la matriz de covarianzas de los residuos de la forma reducida se procederá a recuperar los parámetros estructurales del modelo mediante un procedimiento de Máxima Verosimilitud.

B.1. Forma reducida

Sean $\Phi_r \tilde{X}_t = \sum_{i=1}^p A^{-1} A_i Z_{t-i} + A^{-1} A_X X_t$ y $C_0^{-1} = A^{-1} B$, la forma reducida del modelo viene dada por:

$$Z_t = \Phi_r \tilde{X}_t + u_t, \quad u_t \sim N(0, \Sigma) \quad (22)$$

donde u_t es definido en (21).

Como se señaló anteriormente, este sistema puede ser estimado mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO) e inclusive cada ecuación puede ser estimada por separado, dado que se demuestra que este procedimiento es consistente con un estimador de mínima varianza²⁰.

El resultado de este ejercicio es la matriz de covarianzas de el vector de términos de error:

$$Var(u_t) = \hat{\Sigma} \quad (23)$$

B.2. Forma estructural

Sea la función de log-verosimilitud asociada al término de error de la forma reducida:

$$L = -\frac{Tk}{2} \log(2\pi) - \frac{T}{2} \log\left(|\hat{\Sigma}|\right) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T u_t' \hat{\Sigma}^{-1} u_t \quad (24)$$

Es necesario que ésta tenga como argumentos los parámetros estructurales del modelo. La varianza del término de error, al combinar (21) y (23), se puede expresar de la siguiente forma:

$$Var(u_t) = \hat{\Sigma} = C_0^{-1} Var(v_t) (C_0^{-1})' = C_0^{-1} D (C_0^{-1})' \quad (25)$$

Con ello la función de log-verosimilitud quedará como sigue:

$$L = -\frac{Tk}{2} \log(2\pi) - \frac{T}{2} \log\left(|C_0^{-1} D (C_0^{-1})'|\right) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \left[Z_t - \Phi_r \tilde{X}_t \right]' \left[C_0^{-1} D (C_0^{-1})' \right]^{-1} \left[Z_t - \Phi_r \tilde{X}_t \right]$$

Utilizamos la información obtenida en el primer paso, efectuando algunas transformaciones:

$$L(A, B) = -\frac{Tk}{2} \log(2\pi) - \frac{T}{2} \log\left(|C_0^{-1} D (C_0^{-1})'|\right) - \frac{T}{2} tr \left\{ \left[C_0^{-1} D (C_0^{-1})' \right]^{-1} \hat{\Sigma} \right\}$$

Por lo tanto, la función de log-verosimilitud alcanzará su valor máximo cuando:

$$Max_{\Xi} (L) \Rightarrow \hat{\Sigma} = C_0^{-1} D (C_0^{-1})' = (A^{-1} B)^{-1} D \left((A^{-1} B)^{-1} \right)' \quad (26)$$

donde Ξ es el vector que contiene los parámetros libres de A , B y D . A este procedimiento se denomina Máxima Verosimilitud con toda la información disponible (*FIML: Full Information Maximum Likelihood*).

²⁰Ver Hamilton (1994), cap.11.

Es importante señalar que debido a la no linealidad de las condiciones de primer orden de este problema, es necesario utilizar un algoritmo numérico que nos permita aproximarnos a la solución del mismo. Afortunadamente los paquetes computacionales recientes como MATLAB²¹ nos permiten realizar esta tarea sin mayores dificultades, siempre y cuando la dimensión del problema no supere la capacidad de procesamiento de datos del computador.

Asimismo, la matriz de covarianzas viene dada por:

$$Var(\Xi) = -E \left\{ \left[\begin{pmatrix} \frac{\partial L}{\partial \Xi} \\ \frac{\partial L}{\partial \Xi} \end{pmatrix}' \right]^{-1} \right\}$$

C. Datos utilizados

El modelo VAR estructural expuesto consta de siete variables, las cuales se subdividen en cuatro de política y tres del resto de la economía. El período muestral utilizado abarca desde octubre de 1995 hasta abril de 2009²². En el caso de las variables de política (P_t) se encuentran:

- fe_t : Demanda total por fondos de encaje. Se utilizó la series de Fondos de encaje en moneda nacional (promedio mensual), que incluye tanto datos de Caja como de Cuenta corriente en el Banco Central. Los datos se encontraban en millones de nuevos soles, por lo que fue necesario normalizarlos con un promedio móvil de seis meses.
- cc_t : Demanda total por cuenta corriente (fondos adquiridos principalmente a través de operaciones de mercado abierto). Es el saldo de la cuenta corriente que los bancos comerciales mantienen en el Banco Central. Dado que los datos se encontraban en millones de nuevos soles, se procedió la normalización mediante promedios móviles de seis meses, al igual que la serie anterior.
- tc_t : Tipo de cambio nominal. Se utilizó el tipo de cambio interbancario promedio venta (promedio mensual) y se tomó logaritmos.
- int_t : Tasa de interés *overnight* del mercado interbancario. Se utilizó la tasa de interés interbancaria para préstamos interbancarios en soles a un día.

De igual forma, las variables del resto de la economía (Y_t) vienen dadas por:

- cp_t : Precios de commodities a nivel internacional.

²¹<http://www.mathworks.com>

²²Para el caso de las variables FE y CC se tomaron seis meses más de datos, dado que fue necesario normalizar estas variables utilizando promedios móviles de seis meses. Asimismo, se tomaron los residuos de las regresiones de estas variables frente a variables dummy correspondientes a los cambios en las disposiciones de encaje en moneda nacional (ver circulares en www.bcrp.gob.pe)

- y_t : Producto bruto interno real desestacionalizado, base 1994. Dato publicado por el INEI y el BCRP.
- p_t : Índice de precios al consumidor de Lima Metropolitana base 2001. Dato publicado por el INEI y el BCRP.

Como se puede apreciar, las series son introducidas al modelo sin ser diferenciadas a pesar de que es sabido que varias de ellas cuentan con una raíz unitaria. Se argumenta que la estimación de un VAR en primeras diferencias si bien es cierto es consistente, no permite apreciar la verdadera dinámica que existe entre las series que participan del modelo, por lo que algunos autores sugieren ciertas medidas alternativas para contrarrestar esta dificultad:

- A pesar de la inclusión de variables no estacionarias en el modelo, la estimación del modelo es consistente a pesar de ser menos eficiente. Ello ocurre en la medida en que los tests asintóticos tradicionales de significancia de parámetros no pierden su validez. Ver Sims, Stock y Watson (1990), Dolado y Lutkepohl (1996), Hamilton, J. (1994), sección 20.4 y Lutkepohl (2006), cap. 7).
- Asimismo, no incluir restricciones que implican relaciones de cointegración nos llevarán a funciones de respuesta divergentes. Sin embargo, el análisis de corto plazo es válido (De Arcangelis y Di Giorgio, 2001).

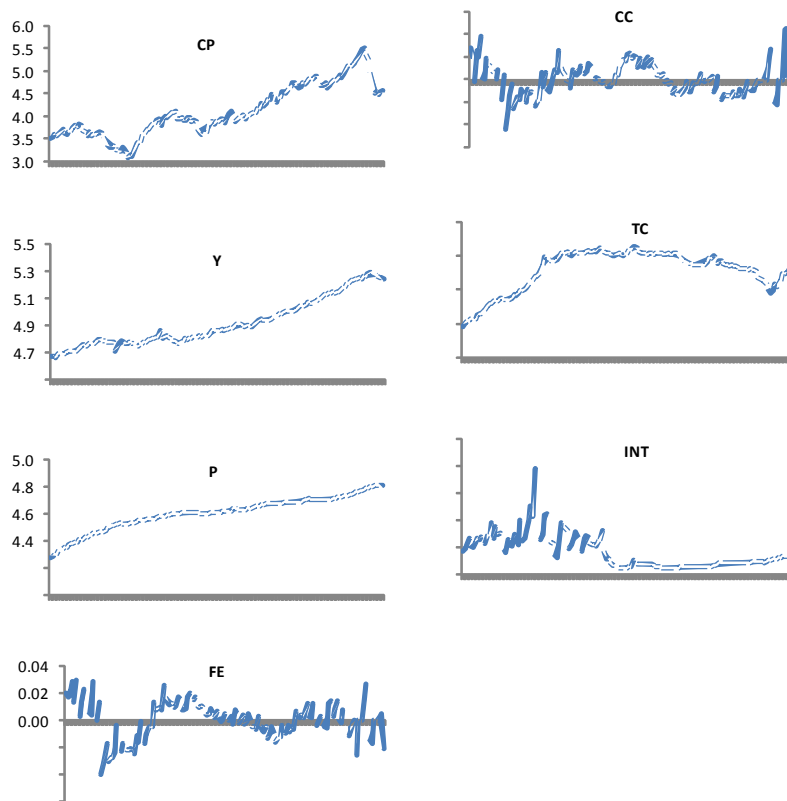


Figura 7: Series transformadas utilizadas en el modelo

Prueba ADF

Serie	γ	p-value	Modelo
pc_t	-0,0542	0,0149	1
y_t	0,0008	0,0747	3
p_t	-0,0359	0,0001	1
fe_t	-0,2600	0,0000	1
cc_t	-0,3238	0,0000	1
tc_t	-0,0201	0,0092	2
int_t	-0,0107	0,1836	2