



**BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ**

# **Choques externos en la economía peruana: un enfoque de ceros y signos en un modelo BVAR**

**Gustavo Ganiko\* y Alvaro Jiménez\*\***

\* Consejo Fiscal.

\*\* Consejo Fiscal y PUCP.

**DT. N° 2023-010**

**Serie de Documentos de Trabajo**

**Working Paper series**

**Diciembre 2023**

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.

The views expressed in this paper are those of the authors and do not reflect necessarily the position of the Central Reserve Bank of Peru

# Choques externos en la economía peruana: un enfoque de ceros y signos en un modelo BVAR<sup>†</sup>

Gustavo Ganiko<sup>‡</sup> y Alvaro Jiménez<sup>§</sup>

Noviembre de 2023

## Resumen

Este trabajo cuantifica el impacto de un conjunto de choques externos sobre la economía peruana, los cuales son caracterizados como: i) demanda, ii) oferta, iii) financieros, y iv) precios de exportación. Utilizando datos entre 1995 y 2019, se estiman modelos VAR bayesianos con bloque exógeno, los cuales son identificados mediante restricciones de ceros y signos. Los resultados sugieren que la economía peruana está altamente expuesta a choques externos, los cuales explican alrededor del 60% de la varianza de las variables domésticas. A partir del análisis de descomposición de varianza del error de predicción, descomposición histórica, y funciones impulso-respuesta, se encuentra que los choques de demanda externa son los más relevantes para explicar la dinámica del PBI doméstico, la inflación y el tipo de cambio. Los choques de oferta externa tienen un mayor efecto sobre la inflación local, mientras que choques financieros externos tienen efectos más relevantes y duraderos sobre la tasa de interés doméstica. Por último, los choques de precios de exportación tienen efectos significativos sobre la devaluación cambiaria.

## Abstract

This paper quantifies the impact of various external shocks on the Peruvian economy, which are characterized as: i) demand, ii) supply, iii) financial, and iv) export price shocks. Using data between 1995 and 2019, we estimate Bayesian VAR models with block exogeneity, which are identified through sign and zero restrictions. Results suggest that the Peruvian economy is highly exposed to external shocks, which explain around 60% of the domestic variables variance. According to forecast error variance decompositions, historical decompositions and impulse-response functions, external demand shocks are the most important drivers of GDP, consumer prices, and exchange rate dynamics. External supply shocks have a greater effect on local inflation, while external financial shocks have a more relevant and persistent effect on the domestic interest rate. Finally, export price shocks have significant effects on exchange rate dynamics.

**Clasificación JEL:** C32, E10, F41.

**Palabras clave:** VAR bayesiano, modelación macroeconómica, choques externos.

---

<sup>†</sup> Los autores agradecen los comentarios de Gabriel Rodríguez, Oscar Dancourt, Renzo Jiménez, Carlos Prieto, Carlos Montoro, Hamilton Galindo, Marco Ortiz, Fernando Pérez, los miembros del Consejo Fiscal, y los participantes del Congreso Anual 2023 de la Asociación Peruana de Economía y el XLI Encuentro de Economistas del Banco Central de Reserva del Perú. Se agradece la asistencia de Joseph Santisteban. Los puntos de vista expresados en este documento de trabajo corresponden exclusivamente a los autores y no reflejan necesariamente la posición del Consejo Fiscal o la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).

<sup>‡</sup> Consejo Fiscal, [gustavo.ganiko@cf.gob.pe](mailto:gustavo.ganiko@cf.gob.pe).

<sup>§</sup> Consejo Fiscal y PUCP, [alvaro.jimenez@cf.gob.pe](mailto:alvaro.jimenez@cf.gob.pe) y [alvaro.jimenez@pucp.edu.pe](mailto:alvaro.jimenez@pucp.edu.pe).

## 1. Introducción

Históricamente, los choques externos han tenido un rol importante para explicar el desempeño macroeconómico en América Latina. La primera parte de los 90 estuvo dominada por choques financieros positivos, asociados a las bajas tasas de interés internacional, que favorecieron la entrada de capitales y explicaron parte del auge económico en países de la región. En contraste, a fines de los 90 se desencadenaron una sucesión de crisis financieras (Sudeste Asiático en 1997; Rusia en 1998; Brasil en 1999) que provocaron la salida de capitales privados y recesiones en economías emergentes. Desde los 2000 cobraron relevancia los choques externos reales. Por un lado, los choques de oferta externa, como el incremento en las cotizaciones internacionales de alimentos y energía, tuvieron una incidencia directa en la determinación de los precios domésticos en países importadores netos de ambos *commodities*. Por otro lado, los choques de demanda externa, asociados al crecimiento de China, propiciaron el incremento de precios y exportaciones mineras. En economías primario-exportadoras como la peruana, este incremento de precios de minerales constituye un choque externo favorable, con efectos positivos sobre la oferta y demanda, que beneficia a las cuentas fiscales y refuerza los efectos sobre la balanza comercial.

Luego de la pandemia, este conjunto de choques externos se ha materializado de forma simultánea. Por un lado, el conflicto Rusia-Ucrania ha generado una crisis energética en Europa y mayores presiones al incremento en el precio de los alimentos a nivel global. Frente a estas presiones inflacionarias, se registran condiciones monetarias y financieras más restrictivas a nivel mundial, propiciadas por el alza sincronizada de las tasas de interés por parte de los bancos centrales y la apreciación generalizada del dólar. Por otro lado, la desaceleración de la actividad económica en China, generada por la política de confinamiento y los problemas derivados de su sector inmobiliario, impone restricciones adicionales para la recuperación de las cadenas mundiales de suministros y del comercio mundial. En paralelo, se registró un incremento en el precio de minerales que favoreció a las cuentas fiscales, y con ello, a la recuperación económica posterior a la pandemia.

La transmisión de estos choques externos es especialmente compleja en economías primario-exportadoras y parcialmente dolarizadas como la peruana. En primer lugar, el incremento en el precio internacional de energía y alimentos constituyen choques de oferta externa que restringen los ingresos reales y elevan el costo de vida (FMI, 2022). En segundo lugar, el incremento de las tasas de interés internacionales representa un choque financiero externo, que puede generar salidas masivas de capitales (Calvo et al, 1993) que en el pasado han producido episodios de devaluaciones cambiarias, alzas de inflación y problemas en el sistema financiero (Dancourt, 2016). En tercer lugar, la desaceleración de los principales socios comerciales corresponde a un choque de demanda externa que contrae la demanda interna vía las restricciones en el comercio de los socios, principalmente de EE. UU. y China (Cesa-Bianchi et al, 2012). En cuarto lugar, fluctuaciones en el precio de minerales constituye un choque de precios de exportación, que tiene un impacto sobre la inversión de las actividades primarias, los ingresos fiscales y los flujos de capitales (Dancourt, 2009).

El estudio de estos choques externos a nivel internacional y local es relativamente amplio; sin embargo, son pocos los estudios que analizan una respuesta simultánea, de múltiples variables domésticas, a los 4 choques externos señalados. Este documento busca cuantificar el aporte de los choques externos sobre las principales variables macroeconómicas domésticas y analizar sus mecanismos de transmisión. En particular, se estudia la transmisión de 4 choques externos: un choque de demanda, un choque de oferta, un choque financiero y un choque de precios de exportación. Con este fin, se realiza la estimación de un modelo vectores autorregresivos mediante métodos bayesianos (BVAR) con exogeneidad por bloques e identificación de ceros y signos, de acuerdo con lo propuesto por Arias et al (2018). Este esquema de identificación de choques estructurales permite incorporar, de forma simultánea, restricciones de exclusión contemporánea, como Sims (1980), y restricciones de signos, como en Canova y De Nicoló (2002) y Uhlig (2005).

Los resultados sugieren que la economía peruana está altamente expuesta a choques externos, que en conjunto explican alrededor del 60% de la varianza de las variables domésticas. Según choques, el análisis de descomposición de varianza muestra que los choques de demanda externa son los más relevantes para explicar la variabilidad del PBI doméstico, la devaluación cambiaria y la inflación. Choques de oferta externa tienen la segunda mayor contribución sobre la inflación y el PBI, mientras que los choques financieros externos son los más importantes para explicar la tasa de interés doméstica. En tanto, choques de precios de exportación son relevantes para explicar la devaluación cambiaria. De forma complementaria, el análisis de descomposición histórica muestra que el crecimiento económico peruano ha sido más susceptible a los choques externos a partir de la década del 2000.

Con relación a los canales de transmisión de los choques externos, las funciones impulso-respuesta muestran que los choques de demanda externa tienen una mayor magnitud y persistencia sobre el PBI, generando una apreciación cambiaria en el corto plazo y un incremento en el nivel de precios en el mediano plazo. Los choques de oferta externa tienen un mayor efecto sobre la inflación doméstica, gatillan una respuesta positiva de la tasa de interés en el corto plazo y generan efectos recesivos y devaluatorios, con un año de rezago. Los choques financieros externos tienen efectos persistentes sobre la tasa de interés doméstica, ocasionan una devaluación cambiaria, una mayor inflación en el corto plazo y un efecto recesivo sobre el PBI en el mediano plazo. Los choques de precios de exportación tienen un impacto positivo pero transitorio sobre el PBI, a su vez que generan una apreciación del tipo de cambio y una reducción en el nivel de precios en el corto plazo.

El resto del documento se divide de la siguiente forma. En la sección dos se presenta la revisión de literatura empírica asociada a los choques externos. En la sección tres se realiza la descripción de la metodología, los datos, y los supuestos utilizados para la identificación de los choques estructurales. En la sección cuatro se presentan los resultados de la estimación empírica. Finalmente, se presentan las principales conclusiones del documento.

## 2. Revisión de literatura

La literatura asociada a los choques externos en economías de América Latina (AL) es amplia y registra la importancia de los choques externos para explicar las fluctuaciones económicas en economías emergentes.

Calvo et al. (1993), Canova (2005) y Maćkowiak (2007) analizan un conjunto de choques externos generados en EE. UU. sobre distintas variables domésticas en países de AL. A partir de modelos VAR estructurales, estos estudios destacan el rol del canal de tasas de interés en la transmisión y amplificación de choques financieros externos en los 90. En particular, Calvo et al (1993) encuentran que alrededor del 50% de la varianza del error de predicción del tipo de cambio real se explica por factores externos asociados a caídas en la tasa de interés y en la actividad económica de EE. UU. Por su parte, Canova (2005) encuentra que los choques generados en EE. UU. (oferta, demanda y monetario) explican entre 19% y 56% de la varianza de las principales variables macroeconómicas en 8 países de AL. El autor destaca que los choques monetarios, medidos a partir de cambios en la tasa de interés de la FED, son los más relevantes para explicar las fluctuaciones económicas en AL. En contraste, Maćkowiak (2007) encuentra que choques monetarios generados en EE. UU. explican menos del 10% de las fluctuaciones económicas en un país emergente y son menos relevantes en relación con otros choques externos.

Izquierdo et al (2008) y Österlholm y Zettelmeyer (2008) analizan la transmisión de 3 choques externos (precios de *commodities*, demanda externa y financieros) sobre el crecimiento económico promedio en AL<sup>1</sup>. Para ello, Izquierdo et al (2008) estiman un modelo de cointegración (VECM), mientras que Österlholm y Zettelmeyer (2008) un modelo VAR bayesiano. En ambos estudios, los choques externos explican entre el 50% y 60% del crecimiento económico y se destaca la sensibilidad de las proyecciones domésticas a la dinámica del sector externo.

Cesa-Bianchi et al (2012) y Winkelried y Saldarriaga (2013) analizan los choques de demanda externa sobre el PBI doméstico, destacando el creciente rol que han tenido los choques de PBI de China sobre economías de AL. Cesa-Bianchi et al (2012) estiman un modelo VAR Global (GVAR) para 25 economías avanzadas y emergentes, entre las cuales se encuentran Argentina, Brasil, Chile, México y Perú. Utilizando datos trimestrales para el periodo 1979 – 2009, los autores encuentran que el impacto de largo plazo de un choque de PBI de China sobre las economías de AL se ha triplicado desde mediados de 1990. En contraste, los choques de PBI de EE. UU. se han reducido a la mitad en el mismo periodo de tiempo. Winkelried y Saldarriaga (2013) encuentran resultados similares utilizando un modelo VAR con restricciones de pesos en el comercio internacional.

Para el caso peruano, los trabajos empíricos se han enfocado principalmente en el análisis de hasta 3 tipos de choques externos (demanda, financieros y términos de intercambio), principalmente sobre la inflación y el crecimiento económico.

---

<sup>1</sup> Para este promedio, Izquierdo et al (2008) consideran datos de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú y Venezuela. Österlholm y Zettelmeyer (2008) consideran los mismos países con excepción de Venezuela.

Salas (2009), Lavanda y Rodríguez (2011) y Cornejo et al (2022) analizan el rol de los choques externos sobre la inflación en periodos puntuales del tiempo. Los trabajos de Salas (2009) y Lavanda y Rodríguez (2011) realizan un análisis de descomposición histórica, a partir de un modelo VAR estructural con restricciones de largo plazo, para evaluar la contribución de choques externos e internos sobre la inflación peruana registrada entre los años 2002-2008 y 1997-2009, respectivamente. En el caso de Salas (2009) se encuentra que los choques de demanda interna son los más importantes para explicar la inflación registrada entre los años 2002-2005, mientras que los choques externos de inflación importada y términos de intercambio son los más relevantes entre los años 2006-2008. En la misma línea, Lavanda y Rodríguez (2011) encuentran que los choques de demanda interna explican entre el 70% y 60% de la inflación en el corto y largo plazo, respectivamente. Por otra parte, Cornejo et al (2022) estiman un VAR bayesiano con bloque exógeno e identificación de signos y ceros para analizar la dinámica de la inflación domestica ante choques de 3 cotizaciones internacionales de *commodities*: alimentos, energía y metales. Los autores encuentran que los choques externos asociados a precio de alimentos y energía son determinantes en explicar los picos inflacionarios registrados entre el 2007 y 2015, y cobran relevancia nuevamente durante el 2021. En particular, los autores encuentran que los choques asociados a precios de alimentos y energía son persistentes e inflacionarios, respecto a los choques en los precios internacionales de metales.

Rodríguez et al (2018) analizan el rol de los choques de términos de intercambio sobre el crecimiento económico peruano a partir de un análisis de cointegración utilizando información trimestral entre 1994 y 2015. Los autores encuentran que casi la totalidad de la varianza del error de predicción del PBI es explicada en el largo plazo por la varianza de los términos de intercambio. En esta línea, Mendoza y Collantes (2017) estiman un modelo SVAR con restricciones de largo plazo y encuentran que los choques externos explican el 60% de la variabilidad del PBI real, siendo el choque de términos de intercambio el componente más importante para explicar las fluctuaciones económicas.

Nolazco et al (2020) y Aguirre et al (2022) plantean canales de transmisión para múltiples choques externos (términos de intercambio, comercio y financiero) a partir de modelos semi estructurales. Nolazco et al (2020) modelan 4 canales de transmisión sobre el PBI: i) un canal comercial (choque de demanda externa); ii) un canal de términos de intercambio (choques de precios de exportación); iii) un canal financiero (choque de tasas de interés); y iv) un canal de tipo de cambio real. Bajo este esquema, los autores encuentran que los choques externos explican el 36% y 28% del crecimiento económico registrado en los periodos 2005-2008 y 2010-2013, respectivamente. Aguirre et al (2022) amplían y actualizan el modelo utilizado por el Banco Central de Reserva del Perú para la proyección de variables domésticas<sup>2</sup>. En este modelo, choques a los precios de inflación importada afectan directamente la inflación, choques a las tasas de interés internacionales restringen las condiciones monetarias, mientras que choques a la brecha de socios comerciales y a los términos de intercambio explican la brecha de producto. Los autores consideran relevante

---

<sup>2</sup> Conocido como MPT (Modelo de Proyección Trimestral).

desagregar los términos de intercambio entre precios de exportación e importación, y encuentran que choques a la brecha de producto de socios comerciales son el principal determinante de la brecha del producto local.

Rodríguez et al (2023), Chávez y Rodríguez (2023) y Ojeda Cunya y Rodríguez (2022) se concentran en estudiar la naturaleza cambiante a lo largo del tiempo que han tenido los choques externos (demanda, financieros y de *commodities*). Ojeda Cunya y Rodríguez (2022) utilizan un conjunto de modelos VAR con parámetros cambiantes en el tiempo y volatilidad estocástica para analizar el rol de los choques externos en la economía peruana. Los autores encuentran evidencia de la importancia de los choques de precios de *commodities* y su impacto asimétrico a largo del tiempo sobre la tasa de crecimiento económico, la inflación y la tasa de interés de la economía peruana. En particular, los autores encuentran que los choques externos explican el 65% de la variabilidad económica del PBI. Rodríguez et al (2023) expanden el modelo presentado por Ojeda Cunya y Rodríguez (2022) para analizar choques financieros, de demanda y de términos de intercambio, encontrando que, en conjunto, los choques externos explican entre el 35% y el 80% de la variabilidad del PBI peruano. Chávez y Rodríguez (2023) utilizan un modelo VAR con cambio de régimen y volatilidad estocástica para evaluar la evolución de los choques externos (financieros, demanda externa y términos de intercambio) en las fluctuaciones económicas. Utilizando datos trimestrales entre 1994 y 2019, los autores plantean dos regímenes económicos (1994-2002 y 2003-2019) encontrando que: i) los choques externos explican el 35% y el 70% de las fluctuaciones económicas registrados en los regímenes 1 y 2, respectivamente; y ii) los choques de demanda externa por crecimiento económico de China tienen un mayor impacto sobre el crecimiento de la economía peruana y cobran mayor relevancia luego del 2002.

La revisión de literatura muestra que choques externos tienen efectos significativos sobre AL y estudios empíricos aplicados al caso peruano refuerzan la validez de este resultado. A su vez, la literatura aplicada identifica múltiples canales de transmisión mediante los cuales se pueden transmitir estos choques y, asociado a ello, efectos diferenciados en distintas variables domésticas. Sin embargo, a pesar de ser una literatura relativamente amplia, son pocos los estudios que analizan una respuesta simultánea, de múltiples variables domésticas, a los 4 choques externos que se propone identificar en este documento: i) de demanda, ii) de oferta, iii) financieros y iv) de precios de exportación.

### 3. Metodología

#### 3.1 Modelo econométrico y datos

Con el objetivo de modelar la interacción entre variables externas y domésticas en una economía pequeña y abierta como la peruana, se estima un modelo de vectores autorregresivos (VAR) con restricciones de exogeneidad por bloques. Para la implementación empírica se considera el uso de dos rezagos ( $p = 2$ ) y datos trimestrales para el periodo 1995:T2 - 2019:T4<sup>3</sup>.

La estimación del modelo VAR se realiza a través de métodos bayesianos (BVAR) y se implementa mediante el paquete *BEAR Toolbox*, desarrollado en Dieppe et al (2016). Para ello, se utiliza como distribución de probabilidad a priori una distribución normal-difusa, la cual tiene como ventaja ser no informativa respecto al valor de la matriz de varianzas covarianzas<sup>4</sup>. Los hiperparámetros utilizados son:  $ar = 0.7$  para el coeficiente autorregresivo,  $\lambda_1 = 0.8$  como ajuste general de la varianza prior,  $\lambda_2 = 1$  para la ponderación de las variables cruzadas,  $\lambda_3 = 1$  para la velocidad de decadencia de los rezagos,  $\lambda_4 = 100$  como ajuste de las variables exógenas, y  $\lambda_5 = 0.0001$  para la imposición del bloque exógeno. El modelo por estimar se puede denotar de la siguiente manera:

$$\begin{pmatrix} \mathbf{y}_{1,t} \\ \mathbf{y}_{2,t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{c}_{1,1} \\ \mathbf{c}_{2,1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \mathbf{A}_{1,1}^1 & \mathbf{A}_{1,2}^1 \\ \mathbf{A}_{2,1}^1 & \mathbf{A}_{2,2}^1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{y}_{1,t-1} \\ \mathbf{y}_{2,t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \mathbf{A}_{1,1}^2 & \mathbf{A}_{1,2}^2 \\ \mathbf{A}_{2,1}^2 & \mathbf{A}_{2,2}^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{y}_{1,t-2} \\ \mathbf{y}_{2,t-2} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \boldsymbol{\varepsilon}_{1,t} \\ \boldsymbol{\varepsilon}_{2,t} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Donde  $\mathbf{y}_{1,t}$  e  $\mathbf{y}_{2,t}$  son los vectores que contienen a las variables externas y domésticas, respectivamente; mientras que  $\boldsymbol{\varepsilon}_t = (\boldsymbol{\varepsilon}_{1,t} \quad \boldsymbol{\varepsilon}_{2,t})'$  corresponde al vector de residuos en su forma reducida, que sigue una distribución normal con vector de ceros como media y una matriz de varianzas covarianzas no diagonal,  $\boldsymbol{\varepsilon}_t \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Sigma})$ . En (1), la imposición de la exogeneidad por bloques requiere que  $\mathbf{A}_{1,2}^1 = \mathbf{A}_{1,2}^2 = \mathbf{0}_{1,2}$ , de forma tal que las variables incluidas en el bloque doméstico no afecten a las variables del bloque externo, pero la dinámica de este bloque sí afecte al bloque doméstico. El número total de variables incluidas en el modelo es 8, 4 por cada bloque<sup>5</sup>.

El bloque doméstico considera: i) la tasa de crecimiento anual del PBI real, ii) la tasa de crecimiento anual del IPC (inflación), iii) la tasa de interés interbancaria, y iv) la tasa de crecimiento anual del tipo de cambio nominal (devaluación).

El bloque externo está compuesto por variables exógenas a la economía peruana que buscan caracterizar los 4 choques externos propuestos en este documento: de demanda, oferta, financiero y de precios de exportación. En el escenario base, las variables asociadas a dichos choques son respectivamente: i) la tasa de crecimiento anual del PBI real de China, ii) la tasa de crecimiento

<sup>3</sup> No se incorpora información posterior a 2019 debido a que los datos registrados entre 2020 y 2021 representan observaciones atípicas con un efecto estadístico que puede distorsionar la estabilidad de los parámetros por estimar.

<sup>4</sup> Para mayor detalle sobre la distribución de probabilidad a priori utilizada, véase el anexo A.1.

<sup>5</sup> Las variables utilizadas en las estimaciones principales se muestran gráficamente en el anexo A.2. Para mayor detalle sobre las variables y las fuentes de información disponibles, véase el anexo A.3.



anual del índice de energía (Base 1) o del índice de alimentos (Base 2) del FMI, iii) la tasa de interés sombra de la FED propuesta en Wu y Xia (2016), y iv) la tasa de crecimiento anual del índice de precio de metales del FMI. Se consideran dos estimaciones base debido a que Perú es importador neto de energía y alimentos, motivo por el cual el precio de cada una de estas variables puede reflejar un canal a través del cual choques de oferta externa afectan a la inflación y otras variables domésticas.

**Tabla N°1:** variables utilizadas en las estimaciones base y los ejercicios de sensibilidad

		Base 1	Base 2	Sensibilidad A	Sensibilidad B	FAVAR
	demanda externa	PBI China	PBI China	PBI China PBI EE. UU.		PBI China
Bloque externo	oferta externa	precio de energía	precio de alimentos	precio de energía	precio de energía precio de alimentos	componente principal
	financiero externo	tasa sombra FED	tasa sombra FED		tasa sombra FED	componente principal
	precios de exportación	precio de metales	precio de metales	precio de metales	precio de metales	componente principal
Bloque doméstico	demanda			PBI		
	oferta			inflación		
	monetario			tasa de interés		
	cambiario			devaluación cambiaria		

Elaboración propia. Las tasas de interés están expresadas en porcentajes, mientras que el resto de las variables están expresadas en tasas de crecimiento anual.

Como ejercicios de sensibilidad, se realizan 3 modificaciones al bloque externo con la finalidad de evaluar distintos aspectos en la transmisión de los choques externos. En primer lugar, se amplía el canal comercial para evaluar choques de demanda externa provenientes de EE. UU, principal socio comercial durante los 90. En este ejercicio, los choques de demanda se determinan a partir de las tasas de crecimiento de EE. UU. o de China, acorde con los reportado por Cesa-Bianchi et al (2012) y Chávez y Rodríguez (2023). En segundo lugar, se evalúan los choques de 3 cotizaciones internacionales de *commodities* de forma simultánea (alimentos, energía, y metales) en línea con el análisis realizado por Cornejo et al (2022). Para mantener el número total de variables y evitar la sobreparametrización del modelo, en el primer caso (sensibilidad A) se abstrae la variable que representa el choque financiero, mientras que en el segundo caso (sensibilidad B) se descarta de la estimación la variable que representa el choque de demanda externa.

En tercer lugar, se realiza la estimación de un modelo VAR aumentado con factores (FAVAR), en línea con lo desarrollado por Calvo et al (1993) para caracterizar distintos choques externos en un solo índice. En nuestro caso, se realiza un análisis de componentes principales (PCA) con la finalidad de evaluar un conjunto de variables que pueden ser relevantes para caracterizar los

choques externos propuestos en este documento<sup>6</sup>, sin tener la necesidad de excluir variables para evitar problemas de sobreparametrización, como sucede en los ejercicios de sensibilidad A y B. La Tabla N°1 resume las variables utilizadas para representar el vector de variables del bloque externo y doméstico en cada uno de los ejercicios señalados previamente.

### 3.2 Esquema de identificación

El modelo descrito en (1) corresponde a un modelo VAR en forma reducida, por lo que debe ser identificado para obtener un modelo estructural (SVAR) y así obtener resultados con interpretación económica. Para ello, los residuos del modelo en forma reducida se deben descomponer en errores ortogonales que puedan interpretarse como choques estructurales. Así:

$$\begin{pmatrix} \boldsymbol{\varepsilon}_{1,t} \\ \boldsymbol{\varepsilon}_{2,t} \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{D}_{1,1} & \mathbf{D}_{1,2} \\ \mathbf{D}_{2,1} & \mathbf{D}_{2,2} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{u}_{1,t} \\ \mathbf{u}_{2,t} \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Donde el vector de residuos en forma reducida será equivalente a una combinación lineal del vector de choques estructurales,  $\mathbf{u}_t = (\mathbf{u}_{1,t} \ \mathbf{u}_{2,t})'$ , tanto externos ( $\mathbf{u}_{1,t}$ ) como domésticos ( $\mathbf{u}_{2,t}$ ). Debido a que choques estructurales domésticos podrían afectar a todo el vector de residuos en forma reducida y, por tanto, a las propias variables externas, se asume que  $\mathbf{D}_{1,2} = \mathbf{0}_{1,2}$  como restricción consistente con la imposición de un bloque exógeno. Se asume además que el vector de choques estructurales tiene una matriz de varianzas covarianzas diagonal e igual a la matriz identidad, además de un vector de ceros como media,  $\mathbf{u}_t \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I})$ .

La identificación de choques estructurales descrita en (2) se implementa mediante restricciones de ceros y signos, de acuerdo con lo propuesto por Arias et al (2018). Este esquema de identificación permite incorporar de forma simultánea restricciones de exclusión contemporánea como Sims (1980), además de restricciones de signos como en Canova y De Nicoló (2002) y Uhlig (2005). La imposición de restricciones de signos permite asegurar el cumplimiento algunas relaciones causales establecidas por la teoría económica y la evidencia empírica, mientras que las restricciones de ceros son necesarias para establecer consistencia entre el modelo estructural y la imposición de un bloque exógeno. Las restricciones de signo implementadas en este trabajo restringen la dirección de la respuesta contemporánea de las variables endógenas a choques estructurales. Sin embargo, la metodología es flexible pues permite restringir el signo de las respuestas por más de un periodo, inclusive en horizontes posteriores a los del impacto. En tanto, las restricciones de ceros también pueden complementar las restricciones de signos para la identificación de choques estructurales específicos.

Las restricciones contemporáneas utilizadas para la identificación de la estimación base se describen en la Tabla N°2 y también aplican para el modelo FAVAR<sup>7</sup>. Cada columna muestra la

<sup>6</sup> El análisis de FAVAR se implementa mediante un análisis PCA aplicado a tres conjuntos de variables asociados a los choques externos de oferta, financieros, y de precios de exportación. Para mayor detalle, véase el anexo A.4.

<sup>7</sup> Las restricciones utilizadas para el resto de los ejercicios de sensibilidad se presentan en el anexo A.5.

variable utilizada para caracterizar el choque interno o externo, así como las restricciones de ceros y signos utilizadas para identificar su canal de transmisión sobre el resto de las variables del modelo. Las restricciones de signos implementadas se basan en los resultados empíricos de los estudios reseñados en la sección previa y en los modelos teóricos, Mundell-Fleming, desarrollados por Dancourt (2009) y Dancourt y Mendoza (2016) para la economía peruana. Como señalan Kilian y Lütkepohl (2017), la validez estadística de las restricciones de signo es difícil de evaluar; sin embargo, la identificación propuesta en este documento busca ser una primera aproximación al imponer una cantidad limitada de restricciones.

En el caso del bloque externo, un choque financiero (columna A) se define como un incremento no esperado de la tasa de interés sombra de la FED. Para la identificación de su canal de transmisión se impone el signo positivo de una devaluación de la moneda local, asociado a una salida de capitales, en línea con lo encontrado por Calvo et al (1993) y Canova (2005), así como por los modelos teóricos señalados previamente. La interacción con el resto de las variables se deja libre para ser calculada por el modelo. Por su parte, un choque de demanda externa (columna B), se define como un choque no esperado del PBI de China. Para la identificación de este canal comercial se asume que un incremento de la demanda externa afecta contemporáneamente a las cotizaciones internacionales de metales, energía o alimentos, consecuencia de la mayor demanda por *commodities*, en línea con lo mostrado por Kilian y Zhou (2018), quienes señalan que la demanda de China a partir de los años 2000 es uno de los principales determinantes de la dinámica del precio de materias primas. Como el origen del choque es foráneo a los EE. UU. se asume que no hay una respuesta inmediata de la tasa de interés sombra. En el bloque interno, no se aplica restricciones sobre las variables domésticas. En tanto, un choque de precios de exportación (columna C) se define como un incremento no esperado en el índice del precio de metales. En el bloque externo, para la identificación de este canal de transmisión se impone que no hay respuesta contemporánea de la tasa de interés internacional o del PBI de China, mientras que su efecto contemporáneo sobre el resto de las cotizaciones internacionales se calcula en el modelo. En la economía doméstica se impone que el choque tiene un efecto positivo sobre el PBI, asociado a un incremento implícito en el valor de las exportaciones tradicionales, acorde con los resultados reportados por Chávez y Rodríguez (2023), Rodríguez et al (2023) y Ojeda Cunya y Rodríguez (2022). Finalmente, un choque de oferta (columna D) se define como un incremento no esperado del precio de energía o alimentos. Frente a este choque se asume que no hay una respuesta contemporánea del resto de variables externas, pero sí un incremento en la inflación doméstica, asociado al incremento implícito en los precios de importación de bienes intermedios, en línea con los resultados reportados por Cornejo et al (2022).

En el caso del bloque doméstico, se impone que los choques domésticos no tienen un efecto contemporáneo sobre las variables externas, consistente con la imposición del bloque exógeno para el modelo en forma reducida. Bajo este supuesto general, un choque de demanda interna (columna E) se define como un incremento no esperado del PBI, acompañado de mayor inflación y una apreciación de la moneda local. Por su parte, un choque de oferta doméstico (columna F) se

define como un incremento no esperado del nivel de precios acompañado de un menor PBI. En tanto, un choque monetario (columna G) se define como un incremento no esperado de la tasa de interés interbancaria. En este caso, se impone que el efecto de este choque sobre el PBI y el IPC es nulo de forma contemporánea, consistente con que los efectos de la política monetaria sobre la actividad económica y la inflación tardan en materializarse. Finalmente, un choque cambiario (columna H) se define como un incremento no esperado del tipo de cambio. Frente a este choque se impone que no hay una respuesta contemporánea de la tasa de interés interbancaria.

**Tabla N°2:** esquema de identificación de ceros y signos

		<i>Choque a ...</i>							
		<b>(A)</b> Tasa sombra FED <i>(financiero externo)</i>	<b>(B)</b> PBI China <i>(demanda externa)</i>	<b>(C)</b> Precio de metales <i>(precios de exportación)</i>	<b>(D)</b> Precio de energía o alimentos <i>(oferta externa)</i>	<b>(E)</b> PBI <i>(demanda)</i>	<b>(F)</b> inflación <i>(oferta)</i>	<b>(G)</b> Tasa de interés <i>(monetario)</i>	<b>(H)</b> devaluación <i>(cambiario)</i>
<i>Respuesta de ...</i>	Tasa sombra FED	+	0	0	0	0	0	0	0
	PBI China		+	0	0	0	0	0	0
	Precio de metales		+	+	0	0	0	0	0
	Precio de energía o alimentos		+		+	0	0	0	0
	PBI			+		+	-	0	
	Inflación				+	+	+	0	
	Tasa de interés							+	0
	Devaluación	+					-		+

Elaboración propia. Las columnas (A) - (H) representan los choques identificados y las filas las respuestas asociadas a estos choques. Las celdas en blanco indican que no se realizan supuestos sobre el efecto contemporáneo del choque, por lo que la respuesta asociada no se restringe y se calcula por el modelo.

## 4. Resultados

En esta sección se presentan y se discuten tres resultados derivados de la estimación de los modelos descritos en la sección previa: i) la descomposición de varianza del error de predicción (DVEP), ii) la descomposición histórica, y iii) las funciones impulso respuesta.

### 4.1 Descomposición de varianza del error de predicción (DVEP)

La DVEP calcula la contribución de distintos choques estructurales a la proporción de la varianza de una variable en particular. La DVEP de las variables domésticas se resume en la Tabla N°3, mientras que los resultados de los ejercicios de sensibilidad se presentan en las Tablas N°4-7.

**Tabla N°3:** descomposición de varianza del error de predicción de las variables domésticas

Choque	Crecimiento del PBI		Inflación		Tasa de interés		Devaluación	
	Base 1	Base 2	Base 1	Base 2	Base 1	Base 2	Base 1	Base 2
Financiero externo	8.0	7.5	11.1	13.0	30.8	33.9	16.5	17.9
Demanda externa	37.9	40.8	22.7	31.3	11.6	9.8	20.3	18.0
Precios de exportación	5.6	5.9	7.3	6.2	4.4	4.0	12.4	12.9
Oferta externa	10.7	8.4	17.2	13.8	6.8	8.1	11.7	12.7
<b>Factores externos</b>	<b>62.2</b>	<b>62.7</b>	<b>58.4</b>	<b>64.3</b>	<b>53.6</b>	<b>55.7</b>	<b>60.9</b>	<b>61.5</b>
Demanda	11.2	12.6	7.7	6.4	12.9	8.2	7.5	6.2
Oferta	16.1	13.7	14.7	12.5	5.5	5.1	6.3	5.9
Monetario	2.2	2.4	3.4	2.7	24.8	28.1	13.4	14.5
Cambiarío	8.3	8.5	15.8	14.2	3.3	3.0	12.0	12.0
<b>Factores domésticos</b>	<b>37.8</b>	<b>37.3</b>	<b>41.6</b>	<b>35.7</b>	<b>46.4</b>	<b>44.3</b>	<b>39.1</b>	<b>38.5</b>

Elaboración propia. Para los cálculos se considera un horizonte de evaluación de 20 trimestres (5 años). En el modelo Base 1 (Base 2) se utiliza el índice de precio de energía (alimentos) como variable asociada al choque de oferta externa.

Los resultados muestran que la mayor parte de la varianza de las variables macroeconómicas analizadas está explicada por factores externos. El choque de demanda externa, asociado principalmente al crecimiento económico de China, es el choque de mayor contribución a la DVEP del PBI (37.9% – 40.8%), la inflación (22.7% – 31.3%) y la devaluación cambiaria (18.0% – 20.3%). El choque de oferta externa, relacionado a los precios de energía y alimentos, es el segundo más importante para explicar la DVEP del PBI (8.4% – 10.7%) y la inflación (13.8% – 17.2%), afectando en mayor medida a la dinámica de precios. El choque financiero externo, asociado a las tasas de interés en EE. UU., es el de mayor contribución a la DVEP de la tasa de interés doméstica (30.8% -33.9%) y el segundo más importante para explicar la DVEP de la devaluación cambiaria (16.5% – 17.9%). El choque de precios de exportación tiene una contribución menor respecto al resto de choques, sin embargo, es relevante para explicar la DVEP de la devaluación cambiaria (12.4%-12.9%).

Los ejercicios de sensibilidad (ver Tabla N°4) muestran que los choques de demanda externa explican la mayor proporción de la descomposición de la varianza del PBI (entre 37.9% y 45.3%), reflejo de la alta dependencia de la actividad económica local al PBI de China, país que, desde la década del 2000, aceleró su crecimiento económico, se convirtió en el principal demandante de materias de materias a nivel mundial y principal socio comercial de Perú. En contraste, los choques de oferta y financieros tienen una contribución menor sobre la varianza del PBI (entre el 7.4% - 14.6% y 6.1% - 8.9%, respectivamente), reflejo de una menor variabilidad de estos choques en la muestra utilizada. Por su parte, los choques de precios de exportación, disociados del crecimiento de China, presentan el menor aporte sobre la varianza del PBI (entre 5.6% y 14,8%). En particular, en el ejercicio de sensibilidad que omite el canal comercial y evalúa las cotizaciones de precios de energía, alimentos y metales de forma simultánea (sensibilidad B), el aporte del choque de precios de exportación se incrementa a 14,8%, pero la contribución agregada de los choques externos se reduce en 24.1 puntos porcentuales (p.p.), de 62.4% a 38.3%.

**Tabla N°4:** descomposición de varianza del error de predicción del PBI

Choque ( <i>variable</i> )	Base 1	Base 2	Sensibilidad A	Sensibilidad B	FAVAR
Financiero externo	8.0	7.5	-	8.9	6.1
<i>Tasa sombra</i>	8.0	7.5	-	8.9	-
Demanda externa	37.9	40.8	45.3	-	39.0
<i>PBI China</i>	37.9	40.8	28.7	-	39.0
<i>PBI EE. UU.</i>	-	-	16.6	-	-
Precios de exportación	5.6	5.9	5.8	14.8	6.1
<i>índice de metales</i>	5.6	5.9	5.8	14.8	-
Oferta externa	10.7	8.4	7.4	14.6	9.7
<i>índice de energía</i>	10.7	-	7.4	7.9	-
<i>índice de alimentos</i>	-	8.4	-	6.7	-
<b>Factores externos</b>	<b>62.2</b>	<b>62.7</b>	<b>58.4</b>	<b>38.3</b>	<b>61.0</b>
Demanda	11.2	12.6	11.1	20.6	11.3
Oferta	16.1	13.7	16.3	18.6	17.4
Monetario	2.2	2.4	4.2	10.4	1.8
Cambiario	8.3	8.5	9.9	12.1	8.6
<b>Factores domésticos</b>	<b>37.8</b>	<b>37.3</b>	<b>41.6</b>	<b>61.7</b>	<b>39.0</b>

Elaboración propia. Para los cálculos se considera un horizonte de evaluación de 20 trimestres (5 años).

En cuanto a la inflación (ver Tabla N°5), choques de demanda externa son los más importantes para explicar su variabilidad (entre 22.1% y 42.7%), alcanzando la mayor contribución cuando se amplía el canal comercial (sensibilidad A). Por otra parte, choques de oferta externa son los segundos más importantes para explicar la variabilidad de la inflación (entre 12.0% y 24.1%), reflejo de un país importador neto de alimentos y energía. Los choques financieros externos y de precios de exportación tienen un aporte menor (entre 10.8% - 13.4% y 6.2% - 11.1%, respectivamente). Similar a lo que ocurre con el PBI, en el ejercicio de sensibilidad que omite el canal comercial (sensibilidad B) la contribución agregada de los choques externos a la DVEP de la inflación se reduce en 15.4 p.p. (de 61.3% a 46.0%).

**Tabla N°5:** descomposición de varianza del error de predicción de la inflación

Choque ( <i>variable</i> )	Base 1	Base 2	Sensibilidad A	Sensibilidad B	FAVAR
Financiero externo	11.1	13.0	-	10.8	13.4
<i>Tasa sombra</i>	11.1	13.0	-	10.8	-
Demanda externa	22.7	31.3	42.7	-	22.1
<i>PBI China</i>	22.7	31.3	16.5	-	22.1
<i>PBI EE. UU.</i>	-	-	26.2	-	-
Precios de exportación	7.3	6.2	8.9	11.1	7.0
<i>índice de metales</i>	7.3	6.2	8.9	11.1	-
Oferta externa	17.2	13.8	12.0	24.1	16.2
<i>índice de energía</i>	17.2	-	12.0	13.6	-
<i>índice de alimentos</i>	-	13.8	-	10.5	-
<b>Factores externos</b>	<b>58.4</b>	<b>64.3</b>	<b>63.5</b>	<b>46.0</b>	<b>58.7</b>
Demanda	7.7	6.4	7.6	10.1	6.6
Oferta	14.7	12.5	10.9	13.9	15.2
Monetario	3.4	2.7	4.9	7.0	3.9
Cambiarío	15.8	14.2	13.1	23.1	15.6
<b>Factores domésticos</b>	<b>41.6</b>	<b>35.7</b>	<b>36.4</b>	<b>54.0</b>	<b>41.3</b>

Elaboración propia. Para los cálculos se considera un horizonte de evaluación de 20 trimestres (5 años).

**Tabla N°6:** descomposición de varianza del error de predicción de la tasa de interés

Choque ( <i>variable</i> )	Base 1	Base 2	Sensibilidad A	Sensibilidad B	FAVAR
Financiero externo	30.8	33.9	-	33.8	28.7
<i>Tasa sombra</i>	30.8	33.9	-	33.8	-
Demanda externa	11.6	9.8	47.0	-	21.9
<i>PBI China</i>	11.6	9.8	6.6	-	21.9
<i>PBI EE. UU.</i>	-	-	40.4	-	-
Precios de exportación	4.4	4.0	4.4	5.3	4.4
<i>índice de metales</i>	4.4	4.0	4.4	5.3	-
Oferta externa	6.8	8.1	6.7	11.2	5.2
<i>índice de energía</i>	6.8	-	6.7	5.8	-
<i>índice de alimentos</i>	-	8.1	-	5.5	-
<b>Factores externos</b>	<b>53.6</b>	<b>55.7</b>	<b>58.2</b>	<b>50.4</b>	<b>60.2</b>
Demanda	12.9	8.2	11.5	8.4	10.6
Oferta	5.5	5.1	4.7	5.8	5.3
Monetario	24.8	28.1	22.5	31.5	21.3
Cambiarío	3.3	3.0	3.1	4.0	2.7
<b>Factores domésticos</b>	<b>46.4</b>	<b>44.3</b>	<b>41.8</b>	<b>49.6</b>	<b>39.8</b>

Elaboración propia. Para los cálculos se considera un horizonte de evaluación de 20 trimestres (5 años).

En el caso de la tasa de interés doméstica (ver Tabla N°6), los choques financieros externos explican la mayor proporción de su variabilidad (entre 28.7% y 33.9%), señal de una posible relación con la dinámica de la política monetaria internacional. Este resultado contrasta con lo esperado por una regla de Taylor tradicional en la cual la política monetaria local responde principalmente a choques que afectan directamente a los precios y al producto. Por su parte, la contribución de los choques de demanda externa sobre la varianza de la tasa de interés doméstica presenta un rango amplio (entre 9.8% - 47.0%), el cual alcanza su valor máximo cuando se realiza

el ejercicio que amplía el canal comercial y omite el canal financiero externo (sensibilidad A). Este resultado sugiere que omitir el canal financiero podría sobrestimar el aporte de choques de demanda externa a la variabilidad de la tasa de interés doméstica. En tanto, los choques de oferta externa y precios de exportación presentan la menor contribución sobre la variabilidad de la tasa de interés doméstica (entre 4.0% - 5.3% y entre 5.2% - 11.2%, respectivamente).

**Tabla N°7:** descomposición de varianza del error de predicción de la devaluación cambiaria

Choque ( <i>variable</i> )	Base 1	Base 2	Sensibilidad A	Sensibilidad B	FAVAR
Financiero externo	16.5	17.9	-	20.1	8.4
<i>Tasa sombra</i>	16.5	17.9	-	20.1	-
Demanda externa	20.3	18.0	47.2	-	29.6
<i>PBI China</i>	20.3	18.0	15.0	-	29.6
<i>PBI EE. UU.</i>	-	-	32.2	-	-
Precios de exportación	12.4	12.9	14.1	21.4	18.9
<i>índice de metales</i>	12.4	12.9	14.1	21.4	-
Oferta externa	11.7	12.7	11.3	18.1	11.3
<i>índice de energía</i>	11.7	-	11.3	10.1	-
<i>índice de alimentos</i>	-	12.7	-	8.0	-
<b>Factores externos</b>	<b>60.9</b>	<b>61.5</b>	<b>72.7</b>	<b>59.5</b>	<b>68.1</b>
Demanda	7.5	6.2	5.3	7.1	4.4
Oferta	6.3	5.9	5.3	6.3	5.6
Monetario	13.4	14.5	5.4	16.0	9.3
Cambiario	12.0	12.0	11.4	11.1	12.6
<b>Factores domésticos</b>	<b>39.1</b>	<b>38.5</b>	<b>27.3</b>	<b>40.5</b>	<b>31.9</b>

Elaboración propia. Para los cálculos se considera un horizonte de evaluación de 20 trimestres (5 años).

En el caso de la devaluación cambiaria (ver Tabla N°7), los choques de demanda externa son los más importantes para explicar su variabilidad (entre 18.0% y 47.2%), alcanzando su rango máximo en el ejercicio de sensibilidad A. Como sucede en el caso de la tasa de interés, la omisión del canal financiero externo podría llevar a sobreestimar el aporte de demanda externa. Finalmente, los choques externos financiero, de precios de exportación y de oferta presentan contribuciones de similar magnitud (entre 16.5%-20.1%, 12.4%-21.4%, y 11.3%-18.1%, respectivamente), consistente con una volatilidad cambiaria dependiente de múltiples choques externos.

El análisis de DVEP resalta la dependencia de la economía peruana a las condiciones internacionales a través de diversas fuentes. Choques de demanda externa son los más relevantes para explicar la variabilidad del PBI, la inflación y la devaluación; y su omisión genera la subestimación de la contribución de los choques externos. Choques de oferta externa presentan una mayor contribución sobre la inflación doméstica, consistente con la condición de importador neto de energía y alimentos de la economía peruana. Choques financieros externos son los más relevantes para explicar la variabilidad de la tasa de interés doméstica. Asimismo, la exclusión de un canal financiero explícito distorsiona la composición de la DVEP de la tasa de interés, la inflación y la devaluación cambiaria. Por su parte, el canal de precios de exportación resulta relevante para explicar la variabilidad de la devaluación, reflejo de que movimientos en los precios de minerales se trasladan a la volatilidad cambiaria local. Finalmente, los resultados del análisis



FAVAR sugieren que, si bien existe un conjunto de variables que se pueden utilizar para caracterizar un choque externo, los resultados obtenidos bajo las estimaciones principales no son sensibles a cambios en la especificación de variables utilizadas para representar los choques externos.

## 4.2 Descomposición histórica

La descomposición histórica calcula la contribución de distintos choques estructurales a la desviación de una variable respecto a su estado estacionario. La Tabla N°8 presenta la proporción de la contribución absoluta de los choques estructurales, internos y externos, y la Figura N°1 presenta la descomposición histórica gráficamente<sup>8</sup>. Para el análisis de la proporción de la contribución absoluta se consideran tres subperiodos: i) desde el inicio de la muestra hasta la implementación del esquema de metas explícitas de inflación (1995:T2 – 2002:T3); ii) el periodo mayor crecimiento económico (2002:T4 – 2013:T4); y iii) el periodo de desaceleración económica (2014:T1 – 2019:T4).

**Tabla N°8:** proporción de la contribución absoluta a la descomposición histórica

	Crecimiento del PBI		Inflación		Tasa de interés		Devaluación	
	Internos	Externos	Internos	Externos	Internos	Externos	Internos	Externos
1995-2002	51.8	48.2	38.5	61.5	54.5	45.5	43.2	56.8
2002-2013	34.6	65.4	31.8	68.2	42.0	58.0	36.0	64.0
2014-2019	40.0	60.0	30.9	69.1	53.5	46.5	37.6	62.4
<b>Total</b>	<b>41.0</b>	<b>59.0</b>	<b>33.6</b>	<b>66.4</b>	<b>48.6</b>	<b>51.4</b>	<b>38.6</b>	<b>61.4</b>

Elaboración propia.

La descomposición histórica del PBI sugiere que entre los años 1995-2002, las fluctuaciones económicas se determinan tanto por factores domésticos (51.8%) como externos (48.2%). Los choques de oferta interna son el principal determinante del bajo crecimiento económico registrado entre los años 1995-1998<sup>9</sup>; mientras que los choques negativos de demanda externa cobran un mayor protagonismo entre 1998-2002. Entre los años 2002-2013, los choques externos son el principal determinante del PBI. En estos años, los choques favorables de oferta y demanda externa (12.7% y 39.2%, respectivamente) explican el mayor crecimiento económico. Una excepción se registra durante la crisis internacional del 2009, que pese a tener un origen de carácter financiero a nivel global, tuvo un impacto sobre los sectores reales en la economía internacional y, por tanto, una contribución negativa al PBI local. Por su parte, entre los años 2014-2019, se materializan un conjunto de choques externos negativos, principalmente de demanda, que explican la mayor parte de la reducción del crecimiento económico registrado en esos años. En segundo orden, se

<sup>8</sup> Se presentan los resultados del modelo base 1. Los resultados bajo el modelo base 2 se muestran en el anexo A.6.

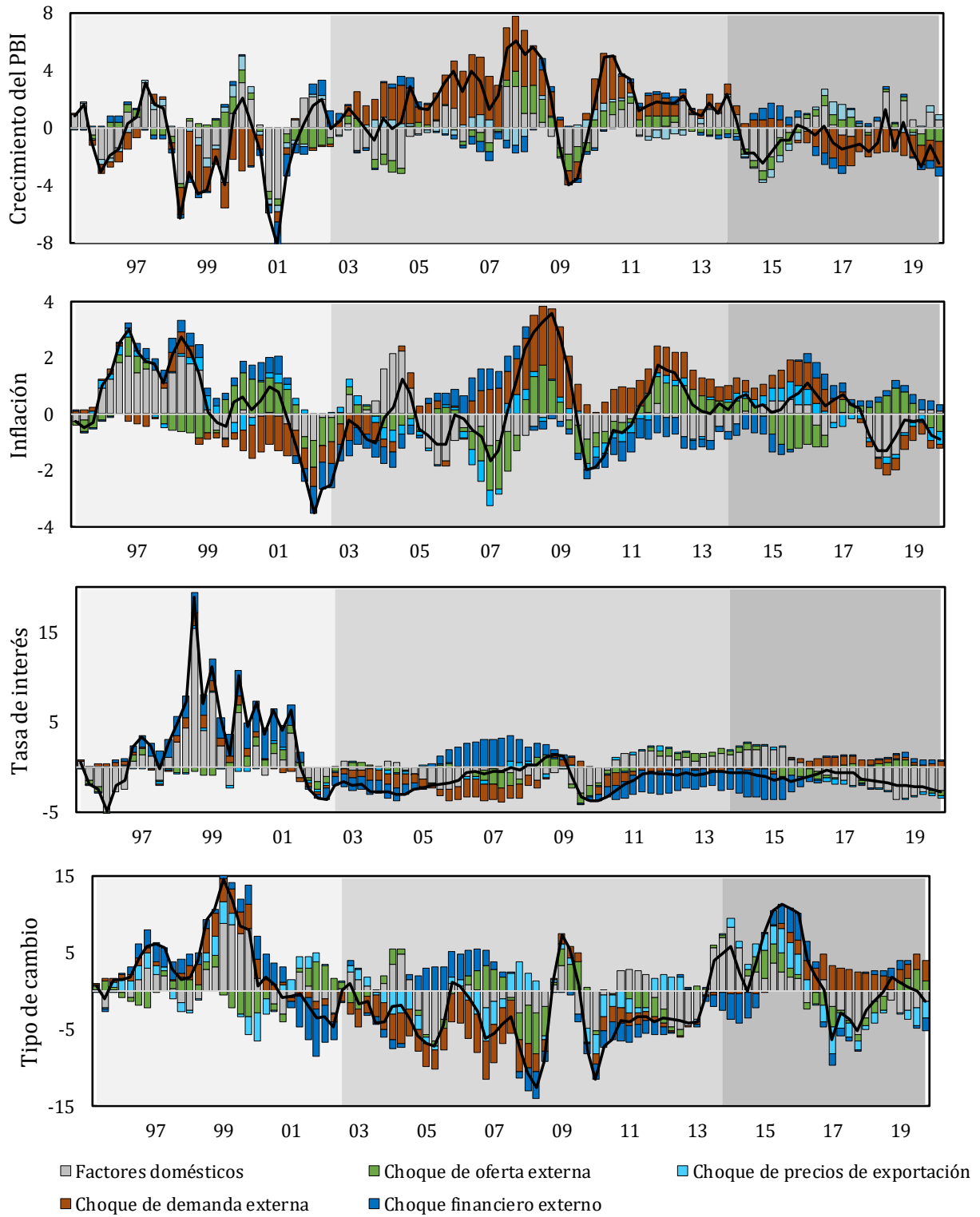
<sup>9</sup> Entre 1997-1998 se registró uno de los Fenómenos del Niño más fuertes de la historia reciente, con un impacto económico de alrededor de 6.2% del PBI según el Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo (2016).

encuentran los choques financieros externos, que tuvieron una contribución positiva entre 2014-2015 y negativa a partir del 2016, congruente con la aceleración y finalización de la política monetaria expansiva en EE. UU.

La descomposición histórica de la inflación destaca la contribución de los factores externos (66.4%) durante todo el periodo analizado. Previo a la implementación del esquema de metas de inflación (1995-2002), se destacan dos picos inflacionarios registrados entre 1996-1998, explicados por factores domésticos. Luego de estos picos, cobran relevancia los choques externos de oferta y demanda. Estos choques explican la dinámica de la inflación entre 1999-2001, asociada a un mayor precio internacional de energía y un menor crecimiento de China y otros países emergentes, y la deflación registrada a inicios de 2002, asociada a la reversión en el precio de energía registrado en años previos y un crecimiento de China y otros socios comerciales aún en recuperación. Posterior a la implementación del esquema de metas de inflación (2003-2019), los choques de oferta y demanda externa siguen siendo los principales determinantes de la dinámica de precios, explicando el pico inflacionario de 2008 y los desvíos respecto al rango meta en los años 2011-2012 y 2015-2016. Por otra parte, los choques financieros externos muestran una contribución directa sobre la inflación, contribuyendo de forma positiva en periodos donde la tasa de la FED fue más elevada (1996-2000, 2005-2007 y 2016-2019) y de forma negativa en periodos donde la tasa de la FED fue menor (2001-2004, 2008-2015). Análogamente, choques de precios de exportación contribuyen de forma negativa (positiva) a la inflación en periodos en los cuales el precio de los metales se incrementó (redujo).

La descomposición histórica de la tasa de interés muestra que la dinámica de precios se explica tanto por factores internos como externos (48.6% y 51.4%, respectivamente). La contribución de los factores internos es de mayor importancia durante el periodo previo al esquema de metas de inflación (1995-2002), dominado por los choques monetarios. Estos años se caracterizan por ser un periodo de estabilización y control de la inflación, así como de transición desde la gestión de agregados monetarios hacia tasas de interés de política. Posterior a la implementación del esquema de metas de inflación (2003-2019), los choques financieros externos son los más importantes para explicar la dinámica de la tasa de interés. En particular, periodos en los que se registran rebajas en la tasa de interés local, como 2001-2002 y 2008-2009, coinciden con fuertes contribuciones de choques financieros externos, asociadas a rebajas de la tasa de interés de EE. UU, en un contexto donde se implementaron políticas monetarias contracíclicas tanto en países avanzados como a nivel local. Por otro lado, choques positivos de demanda externa contribuyeron de forma negativa a la tasa de interés entre los años 2003-2011, en parte como respuesta a la entrada de capitales registrada en estos años. Por su parte, la contribución de los choques de oferta externa y de precios de exportación sobre la tasa de interés son de menor magnitud respecto al resto de choques externos; resultados consistentes con una respuesta de política monetaria poco sensible a choques transitorios sobre la inflación.

**Figura N°1:** descomposición histórica de las variables domésticas (p.p.)

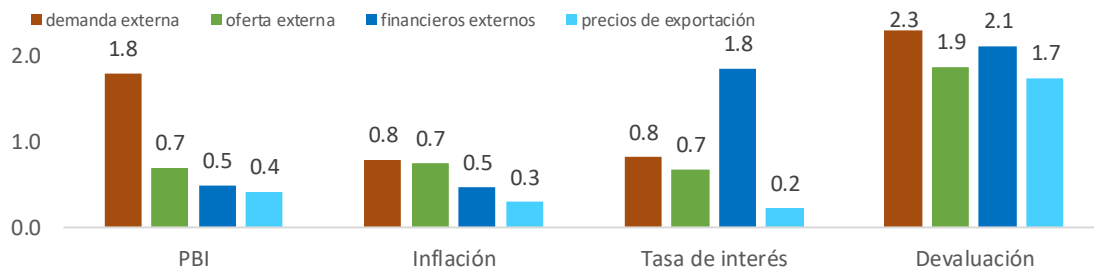


Elaboración propia. Los factores domésticos agrupan las contribuciones de choques de demanda, oferta, monetarios y cambiarios.

La descomposición histórica de la devaluación resalta la contribución de los factores externos a la dinámica del tipo de cambio (61.4%), especialmente luego de los años 90. Entre 1995 y 2002, la devaluación cambiaria estuvo explicada por choques financieros externos asociados al manejo de la política monetaria estadounidense y, en menor medida, por factores internos asociados a choques monetarios. Entre 2002 y 2013, los choques de demanda externa fueron el principal determinante de la apreciación cambiaria registrada en estos años, congruente con la entrada de capitales asociada al auge exportador. En el mismo periodo, los choques financieros externos contribuyeron de forma positiva a la devaluación cambiaria antes de la crisis financiera (2004-2007) y de forma negativa en los años siguientes (2008-2011). En paralelo, choques de precios de exportación y de oferta externa mostraron contribuciones volátiles en los periodos cercanos a la crisis internacional. Finalmente, entre 2014 y 2019 todos los choques externos contribuyeron a la devaluación cambiaria en una proporción similar, reflejo de un entorno internacional desfavorable, donde se materializaron distintos choques de forma continua, aunque en menor magnitud respecto a los periodos previos. Choques financieros externos contribuyeron de forma negativa y positiva a la devaluación cambiaria, consistente con la fase final de expansión y el posterior retiro del impulso monetario en economías avanzadas. Choques de demanda externa contribuyeron de forma positiva a la devaluación, en línea con la ralentización del crecimiento económico de China. Por otro lado, choques de precios de exportación y de oferta externa contribuyeron de forma positiva y negativa a la devaluación, acorde con la caída y el posterior rebote en el precio de *commodities*.

El análisis de descomposición histórica muestra que la dinámica de las variables macroeconómicas entre 1995 y 2019 ha estado determinado por los choques externos, principalmente luego de la implementación del esquema de metas de inflación. Los choques de demanda externa fueron el factor más importante para explicar las fluctuaciones económicas, la dinámica de la inflación y los movimientos del tipo de cambio. En segundo lugar, los choques de oferta externa, vinculados al precio de la energía, afectaron principalmente a la inflación interna y, en menor medida, al PBI. En tercer lugar, los choques financieros externos fueron el factor más relevante para explicar los movimientos en la tasa de interés local. Por último, los choques de precios de exportación, disociados del crecimiento de China, son relevantes para explicar la dinámica la devaluación cambiaria. Estos resultados se resumen en la Figura N°2, en la cual se compara la desviación estándar de la contribución de cada choque externo según la variable doméstica evaluada.

**Figura N°2:** desviación estándar de la contribución de los choques externos (p.p.)



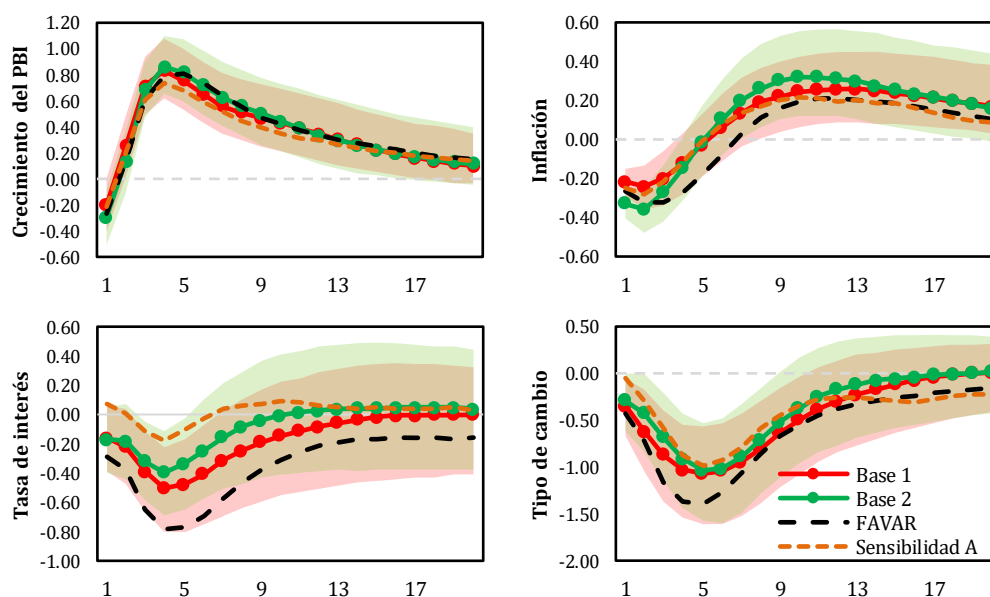
Elaboración propia.

### 4.3 Funciones impulso respuesta

Las funciones impulso-respuesta calculan la respuesta dinámica de un conjunto variables frente a la materialización de un choque estructural. Con el objetivo de evaluar diversos canales de transmisión, en esta subsección se presentan las funciones impulso-respuesta de todas las variables domésticas a los cuatro choques externos identificados, considerando el conjunto de modelos descritos en la sección previa<sup>10</sup>.

La Figura N°3 muestra la respuesta de las variables domesticas ante un choque de demanda externa. El incremento en el PBI de China genera un incremento del PBI doméstico, el cual alcanza su pico luego de 3 trimestres y sus efectos persisten hasta el tercer año. Acorde con la identificación de signos, el incremento en el PBI de China viene acompañado de un incremento en el precio de *commodities* en el frente externo, que en el corto plazo genera una entrada de capitales y un menor tipo de cambio. En consecuencia, el nivel de precios se reduce transitoriamente durante el primer año, acorde con un efecto traspaso del tipo de cambio dominante en el corto plazo, y se incrementa luego de un año de producido el choque, congruente con un incremento persistente del crecimiento económico. En respuesta a la reducción inicial de la inflación, la tasa de interés doméstica se reduce durante 5 trimestres luego de ocurrido el choque.

**Figura N°3:** respuesta de las variables domésticas a un choque de demanda externa

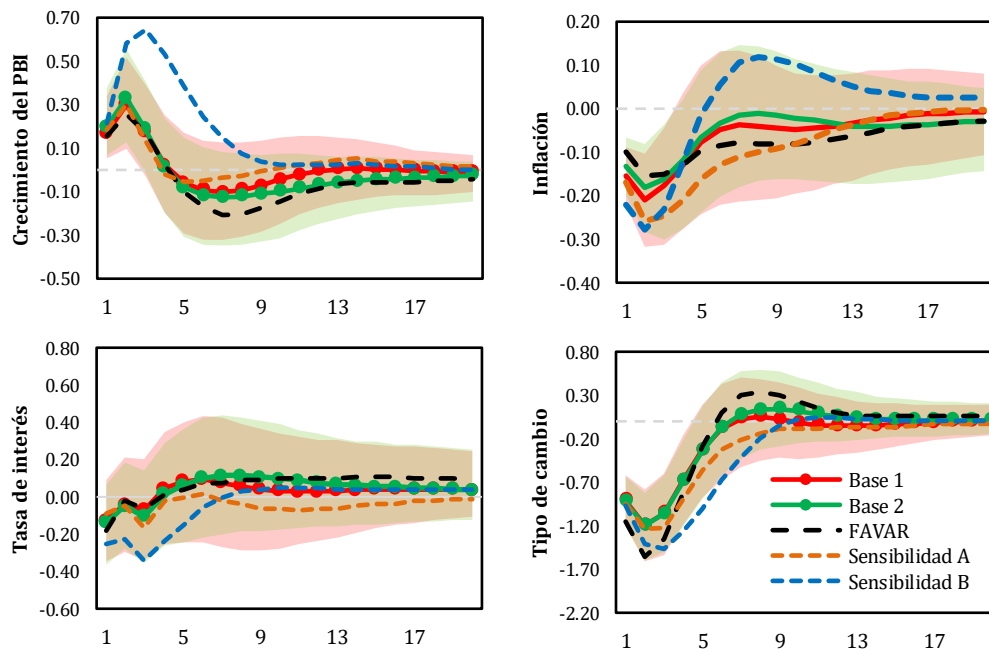


Elaboración propia. Los factores domésticos agrupan las contribuciones de choques de demanda, oferta, monetarios y cambiarios. Las áreas rojas y verdes señalan la región de credibilidad (percentiles 16 y 84) de los modelos base 1 y 2, respectivamente.

<sup>10</sup> Se considera que el tamaño de los choques es de una desviación estándar y se evalúa un horizonte de 20 trimestres. Para mayor detalle, en el anexo A.7 se presentan las funciones impulso respuesta anuales frente a choques unitarios.

La Figura N°4 muestra la respuesta de las variables domésticas a un choque de precio de exportación. Acorde con la restricción de signos, un incremento en el precio de metales genera una respuesta positiva del PBI de forma contemporánea, que luego alcanza su pico en el segundo trimestre y se disipa dentro del año de producido el choque. Al mismo tiempo, se produce una apreciación de la moneda local en el corto plazo, asociada a la entrada de capitales. Esta caída del tipo de cambio genera una presión a la baja sobre el nivel de precios domésticos durante el primer año luego de producido el choque. Sobre este choque, cabe discutir dos resultados. En primer lugar, los choques de precios de exportación tienen efectos transitorios sobre todas las variables domésticas analizadas, pues estos se disipan dentro del año de producido el choque. Bajo la identificación propuesta, un choque de precios de exportación genera un incremento del precio de metales que no es acompañado por una respuesta inmediata del PBI de China (restricción de cero). En ese sentido, este choque refleja movimientos en el precio de metales explicados por factores de oferta o demanda desligados de crecimiento económico de China. En segundo lugar, la respuesta de la tasa de interés doméstica es no significativa, acorde con la naturaleza transitoria del choque de precios de exportación.

**Figura N°4:** respuesta de las variables domésticas a un choque de precios de exportación

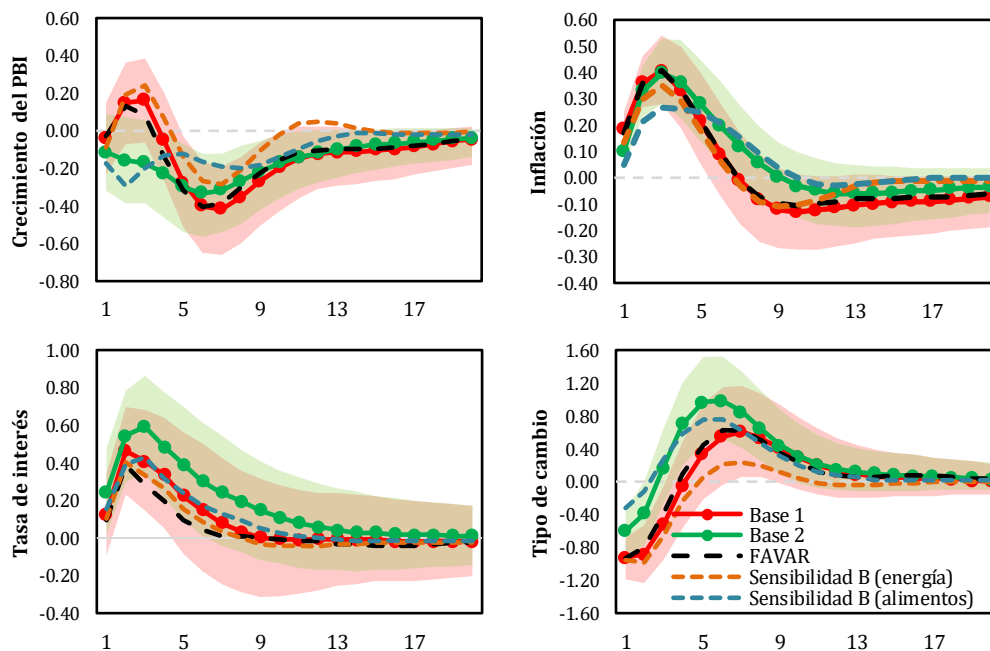


Elaboración propia. Los factores domésticos agrupan las contribuciones de choques de demanda, oferta, monetarios y cambiarios. Las áreas rojas y verdes señalan la región de credibilidad (percentiles 16 y 84) de los modelos base 1 y 2, respectivamente.

La Figura N°5 muestra la respuesta de las variables domésticas a un choque de oferta externa. Acorde con la restricción de signos, un incremento en los precios de energía o metales genera una respuesta positiva de la inflación doméstica durante el periodo de impacto, alcanza su mayor efecto luego de un semestre y persiste hasta el segundo año. Frente a este incremento del nivel de precios, el PBI reacciona con cierto rezago, registrando una contracción significativa luego de un año de

producido el choque. Como muestran los modelos teóricos, el incremento del nivel de precios genera una pérdida gradual de la capacidad adquisitiva en términos reales, que contrae la demanda interna y el nivel de actividad económica. Por su parte, la tasa de interés doméstica se incrementa durante el primer año de producido el choque, consistente con una regla de Taylor que da mayor peso a los desvíos de la inflación. La respuesta del tipo de cambio frente a un choque de oferta externa muestra una paradoja<sup>11</sup>: inicialmente se observa una apreciación de la moneda local, posiblemente asociada al incremento en la tasa interés doméstica, y una depreciación de la moneda luego de un año de producido el choque, en línea con la contracción de la economía. La magnitud de la apreciación inicial y la devaluación posterior depende del modelo evaluado. Una posible explicación a este resultado es la ausencia de una variable que capture la intervención cambiaria del banco central dentro del modelo.

**Figura N°5:** respuesta de las variables domésticas a un choque de oferta externa



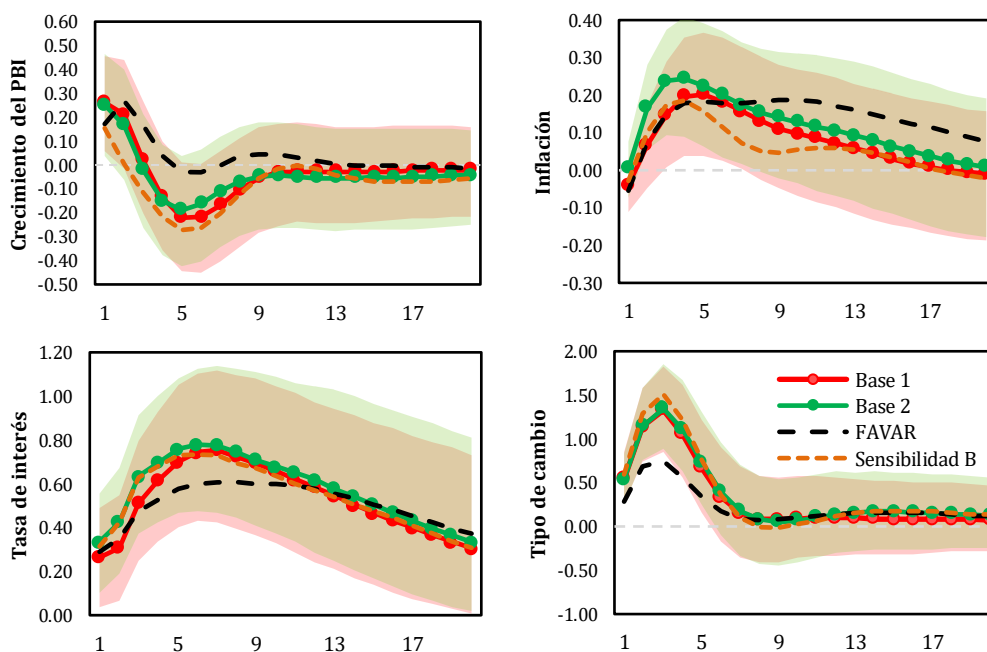
Elaboración propia. Los factores domésticos agrupan las contribuciones de choques de demanda, oferta, monetarios y cambiarios. Las áreas rojas y verdes señalan la región de credibilidad (percentiles 16 y 84) de los modelos base 1 y 2, respectivamente.

La Figura N°6 presenta las respuestas de las variables domésticas ante un choque financiero externo. De acuerdo con lo impuesto por la restricción de signos, un incremento de la tasa de interés internacional genera una devaluación de la moneda local durante el trimestre de impacto, alcanza su pico dentro del año y sus efectos persisten hasta el segundo año. Este incremento del tipo de cambio genera una presión al alza sobre el nivel de precios con cierto rezago, alcanzando su pico luego de un año. Por otra parte, la tasa de interés local se incrementa de forma contemporánea ante el choque financiero externo, alcanzando su valor máximo luego de 6

<sup>11</sup> La paradoja (*puzzle* en inglés) hace referencia a que, frente a un choque de oferta externa adverso a la economía doméstica, no se encuentra una respuesta devaluatoria automática, por el contrario, se registra una apreciación.

trimestres. Teóricamente, el choque financiero externo y la respuesta de las variables domesticas pueden tener efectos contrapuestos sobre el PBI. Por un lado, el incremento del tipo de cambio aumenta el valor de las exportaciones y eleva la demanda agregada; sin embargo, en economías parcialmente dolarizadas se genera un efecto hoja de balance<sup>12</sup> que incrementa la carga real de la deuda y contrae la actividad económica. Por otro lado, el incremento de las tasas de interés externas y domesticas generan condiciones monetarias restrictivas que contraen la demanda interna. La función impulso-respuesta del PBI muestra un efecto contractivo que predomina a partir del segundo año, superior en magnitud a un efecto expansivo inicial. En estimaciones complementarias, bajo un esquema de identificación más restrictivo<sup>13</sup>, el efecto hoja de balance predomina desde el primer año y su efecto acumulado en todo el horizonte temporal es mayor.

**Figura N°6:** respuesta de las variables domésticas a un choque financiero externo



Elaboración propia. Los factores domésticos agrupan las contribuciones de choques de demanda, oferta, monetarios y cambiarios. Las áreas rojas y verdes señalan la región de credibilidad (percentiles 16 y 84) de los modelos base 1 y 2, respectivamente.

El análisis de las funciones impulso-respuesta muestran que los canales de transmisión de los choques externos sobre las variables domesticas son estadísticamente significativos y relevantes para un país primario exportador y parcialmente dolarizado. Los choques de demanda externa tienen una mayor magnitud y persistencia sobre el PBI, generando una apreciación cambiaria significativa en el corto plazo y un incremento en el nivel de precios en el mediano plazo. Los choques de oferta externa tienen un mayor efecto sobre la inflación doméstica, gatillan una

<sup>12</sup> Según Dancourt (2009), este fenómeno ocurre cuando las empresas del sector no primario tienen deuda dolarizada, generando un descalce en sus hojas de balance ante variaciones del tipo de cambio. Jiménez (2010) argumenta que este efecto es particularmente importante en el caso peruano y afecta la estabilidad del sistema financiero.

<sup>13</sup> En particular, se impone una restricción de cero en la respuesta del PBI doméstico al choque financiero externo. Con ello, se asume que, en el periodo de impacto, los efectos competitividad y hoja de balance se anulan entre sí.



respuesta positiva de la tasa de interés en el corto plazo, generando efectos recesivos y devaluatorios con un año de rezago. Los choques financieros externos tienen efectos más relevantes y duraderos sobre la tasa de interés doméstica, ocasionan una devaluación cambiaria significativa y una mayor inflación en el corto plazo, así como un efecto recesivo sobre el PBI en el mediano plazo. Los choques de precios de exportación tienen un impacto positivo pero transitorio sobre el PBI, a su vez que generan una apreciación del tipo de cambio y una reducción en el nivel de precios en el corto plazo. Finalmente, los resultados del análisis del FAVAR y las sensibilidades muestran que la dinámica de las variables domésticas se mantiene ante distintas especificaciones de los choques externos.

## 5. Conclusiones

Economías primario-exportadoras y parcialmente dolarizadas como la peruana están expuestas a múltiples choques externos que se materializan de forma simultánea. Este documento cuantifica el aporte de 4 choques externos diferenciados entre sí: i) de demanda, ii) de oferta, iii) financieros, y iv) de precios de exportación. Con este fin, se realiza la estimación de un modelo BVAR con exogeneidad por bloques e identificación de ceros y signos, de acuerdo con lo propuesto por Arias et al (2018). En base a esta estimación, se presentan ejercicios de descomposición de varianza del error de predicción, descomposiciones históricas y funciones impulso-respuesta.

Los resultados muestran la dependencia de la economía peruana a las condiciones externas. En conjunto, los factores externos explican alrededor del 60% de la varianza de las variables domésticas. Resultados similares se obtienen del análisis de descomposición histórica.

En particular, los resultados sugieren que la economía peruana es especialmente sensible a choques de demanda externa, asociados a variaciones en el crecimiento económico de China. Este choque es el más importante para explicar la variabilidad del PBI doméstico, la inflación y el tipo de cambio; y su omisión distorsiona el aporte agregado que tienen los factores externos sobre la economía peruana. De forma complementaria, el análisis de descomposición histórica refuerza los resultados encontrados y muestra que el crecimiento económico peruano ha sido más susceptible a los choques externos a partir de la década del 2000. Con relación a su canal de transmisión, las funciones impulso-respuesta muestran que choques de demanda externa tienen efectos positivos, de mayor magnitud y persistencia sobre el PBI, generando una apreciación cambiaria significativa en el corto plazo y un incremento en el nivel de precios en el mediano plazo.

En segundo lugar, choques de oferta externa, vinculados al precio internacional de energía y alimentos, presentan una mayor contribución sobre la variabilidad de la inflación doméstica, consistente con la condición de importador neto de energía y alimentos de la economía peruana. El análisis de descomposición histórica valida estos resultados, mostrando además que los choques de oferta tuvieron una contribución importante sobre el crecimiento económico. La transmisión de un choque de oferta sobre la inflación doméstica es contemporánea y gatilla una respuesta positiva de la tasa de interés en el corto plazo, generando efectos recesivos y devaluatorios con un año de rezago.

En tercer lugar, choques financieros externos son el factor más importante para explicar la variabilidad de la tasa de interés doméstica. En particular, la descomposición histórica muestra que la contribución del choque financiero externo sobre la dinámica de la tasa de interés cobra mayor relevancia luego de la implementación del esquema de metas de inflación. La transmisión de un choque financiero externo tiene efectos relevantes y duraderos sobre la tasa de interés doméstica, ocasiona una devaluación cambiaria significativa, una mayor inflación en el corto plazo y un efecto recesivo en el mediano plazo. Por otro lado, los choques financieros externos registran, en términos relativos, una menor contribución sobre la varianza del PBI, reflejo de una menor variabilidad de

este choque en la muestra utilizada. Consideramos que el impacto del choque externo sobre el PBI podría ser de mayor magnitud en caso se amplie el modelo para incorporar un sistema bancario.

En cuarto lugar, choques de precios de exportación son relevantes para explicar la variabilidad de la devaluación, reflejo de los flujos de capitales generados ante cambios en el precio de minerales. Con relación a su canal de transmisión, choques de precios de exportación tienen un impacto positivo pero transitorio sobre el PBI, a su vez que generan una apreciación del tipo de cambio y una reducción en el nivel de precios en el corto plazo. Cabe resaltar que, bajo nuestro supuesto de identificación, el choque de precios de exportación refleja cambios en las cotizaciones internacionales que no están asociados al crecimiento económico de China. En este caso, choques exógenos de precios de exportación tendrían efectos reales sobre la economía en la medida en que se genere una entrada de capitales que incentive la inversión privada.

Los hallazgos de este documento representan un punto de partida para la implementación de herramientas de modelación complementaria. A partir de los modelos planteados y los resultados obtenidos se pueden elaborar escenarios contrafactuales o calcular elasticidades como una guía rápida para cuantificar el impacto de choques externos sobre variables domésticas. En particular, las variables domésticas consideradas en la estimación son determinantes de la dinámica de la deuda pública, por lo que el análisis se puede extender para la evaluación de riesgos macroeconómicos sobre la sostenibilidad fiscal. Finalmente, como agenda de investigación pendiente, consideramos importante los siguientes temas: i) incorporar información registrada durante el periodo COVID-19 en la modelación macroeconómica; ii) ampliar el análisis hacia metodologías variantes en el tiempo, en la medida que permitan incorporar esquemas de identificación como los utilizados en este documento; iii) evaluar el rol del sistema financiero local como potencial amplificador de los ciclos económicos; y iv) evaluar el rol de la política monetaria y fiscal ante choques externos.

## Referencias

- Aguirre, J., Arrieta, J., Castillo, L., Florián, D., Ledesma, A., Martínez, J., Vélez, A. (2022). Modelo de Proyección Trimestral: Una actualización hasta 2019. Documento de trabajo 011-2022, Banco Central de Reserva del Perú.
- Arias, J. E., Rubio-Ramírez, J. F., & Waggoner, D. F. (2018). Inference Based on Structural Vector Autoregressions Identified with Sign and Zero Restrictions: Theory and Applications. *Econometrica*, 86(2), 685-720.
- Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo (2016). Perú: estrategia integral de protección financiera ante el riesgo de desastres asociados a fenómenos naturales. *Banco Mundial, MEF, Cooperación Suiza, Global Facility for Disaster Reduction and Recovery*.
- Calvo, G., Leiderman, L., & Reinhart, C. (1993). Capital inflows and real exchange rate appreciation in Latin America: The role of external factors. *Staff Paper (International Monetary Fund)*, 40(1), 108-151.
- Canova, F. (2005). The transmission of us shocks to Latin America. *Journal of Applied Econometrics*, 20(2), 229-251.
- Canova, F., & De Nicoló, G. (2002). Monetary disturbances matter for business fluctuations in the G-7 [Article]. *Journal of Monetary Economics*, 49(6), 1131-1159.
- Castellares, R., & Toma, H. (2020). Effects of a mandatory local currency pricing law on the exchange rate pass-through. *Journal of International Money and Finance*, 106, 102186.
- Castillo, P., & Pérez, F. (2019). La Política Monetaria del BCRP y la tasa de interés de la FED. *Revista Moneda*, (177), 4-6.
- Cesa-Bianchi, A., Pesaran, H., Rebucci, A., & Xu, T. (2012). China's Emergence in the World Economy and Business Cycles in Latin America. *Economía*, 12(2), 1-75.
- Chávez, P.A., & Rodríguez, G. (2023) Time Changing Effects of External Shocks on Macroeconomic Fluctuations in Peru: Empirical Application using Regime-Switching VAR Models with Stochastic Volatility. *Review of World Economics*, 159(2), 505-544.
- Cornejo, G., Florian, D., & Ledesma, A. (2022). La dinámica de la inflación doméstica ante cambios en cotizaciones internacionales de commodities, expectativas de inflación y tipo de cambio. Documento de trabajo 007-2022, Banco Central de Reserva del Perú.
- Dancourt, O. (2009). Choques externos y política monetaria. *Economía*, XXXII(64), 64, 127-173.
- Dancourt, O. (2016). Las vacas flacas en la economía peruana. Pontificia Universidad Católica del Perú, Documento de trabajo N° 428.
- Dancourt, O. & Mendoza, W. (2016). Intervención cambiaria y política monetaria en el Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú, Documento de Trabajo N° 422.
- Dieppe, A., Legrand, R., & van Roye, B. (2016). The bear toolbox. European Central Bank, Working Paper N° 1934.
- FMI (2015). World Economic Outlook: Adjusting to Lower Commodity Prices. *International Monetary Fund, Washington, DC. October*.
- FMI (2022). World Economic Outlook: Countering the Cost-of-Living Crisis. *International Monetary Fund, Washington, DC. October*.
- Izquierdo, A., Romero, R., & Talvi, E. (2008). Booms and busts in Latin America: the role of external factors. Working Paper N° 631, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Jiménez, R. (2010). Ciclo Crediticio y acelerador cambiario: evidencia empírica y consecuencias para la regulación prudencial. *Economía*, XXXII(65), 65, 133-176.

- Johnson, R. A., Wichern, D. W. (2002). *Applied multivariate statistical analysis*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. ISBN: 0130925535
- Kilian, L., & Lütkepohl, H. (2017). *Structural Vector Autoregressive Analysis (Themes in modern econometrics)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kilian, L., & Zhou, X. Q. (2018). Modelling fluctuations in the global demand for commodities. *Journal of International Money and Finance*, 88, 54-78.
- Lavanda, G., & Rodríguez, G. (2011). Descomposición histórica de la inflación del Perú. Distinguiendo entre choques de demanda y choques de oferta. *Economía*, 34(67), 126-162.
- Litterman, R. B. (1986). Forecasting With Bayesian Vector Autoregressions - 5 years of experience. *Journal of Business & Economic Statistics*, 4(1), 25-38.
- Maćkowiak, B. (2007). External shocks, US monetary policy and macroeconomic fluctuations in emerging markets. *Journal of Monetary Economics*, 54(8), 2512-2520.
- Mendoza, W., & Collantes, E. (2017). La economía de PPK. Promesas y resultados: la distancia que los separa. Documento de trabajo N° 440, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Nolazco, J. L., Lengua-Lafosse, P., & Cespedes, N. (2020). Contribuciones de los choques externos en el crecimiento económico del Perú: un modelo semi-estructural. In *Crecimiento económico en el Perú: causas y consecuencias*. (pp. 74-117). Lima: Fondo Editorial USMP.
- Ojeda Cunya, J., & Rodríguez, G. (2022). Time-varying effects of external shocks on macroeconomic fluctuations in Perú: an empirical application using TVP-VAR-SV models. Documento de trabajo N° 507, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Österlholm, P., & Zettelmeyer, J. (2008). The Effect of External Conditions on Growth in Latin America. *IMF Staff Papers*, 55(4), 595-623.
- Rodríguez, G., Villanueva, P., & Castillo, P. (2018). Driving economic fluctuations in Peru: the role of the terms of trade. *Empirical Economics*, 55(3), 1089-1119.
- Rodríguez, G., Vassallo, R. & Castillo, P. (2023). Effects of External Shocks on Macroeconomic Fluctuations in Pacific Alliance countries. *Economic Modelling*, 124, 106302.
- Salas, J. (2009). ¿Qué explica las fluctuaciones de la inflación en el periodo 2002-2008? Evidencia de un análisis VAR estructural. *Revista Estudios Económicos*, 16, 9-36.
- Sims, C. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 48(1), 1-48.
- Sánchez, A., & Gómez, V. (2012). Análisis de componentes principales: Versiones dispersas y robustas al ruido impulsivo. Universidad Carlos III de Madrid.
- Uhlig, H. (2005). What are the effects of monetary policy on output? Results from an agnostic identification procedure. *Journal of Monetary Economics*, 52(2), 381-419.
- Winkelried, D., & Saldarriaga, M. (2013). Socios comerciales y crecimiento en América Latina: un enfoque SVAR dinámico. *Revista Estudios Económicos*, 25, 81-102.
- Wu, J. C., & Xia, F. D. (2016). Measuring the Macroeconomic Impact of Monetary Policy at the Zero Lower Bound. *Journal of Money Credit and Banking*, 48(2-3), 253-291.

## Anexos

### Anexo N° A.1 – Distribución a priori normal-difusa

La estimación bayesiana de un modelo VAR requiere definir una distribución a priori sobre el vector de coeficientes del modelo ( $\beta$ ) y sobre la matriz de varianzas covarianzas de los errores en forma reducida ( $\Sigma$ ). En este documento se optó por utilizar la distribución normal-difusa descrita en Dieppe et al (2016), la cual tiene como ventaja ser no informativa respecto al valor de la matriz de varianzas covarianzas. Para ello, se considera que el vector de coeficientes sigue, a priori, una distribución similar a la propuesta por Litterman (1986),  $\beta \sim N(\beta_0, \Omega_0)$ , mientras que la matriz de varianzas covarianzas tiene una función de densidad no informativa,  $\pi(\Sigma) \propto |\Sigma|^{-(n+1)/2}$ .

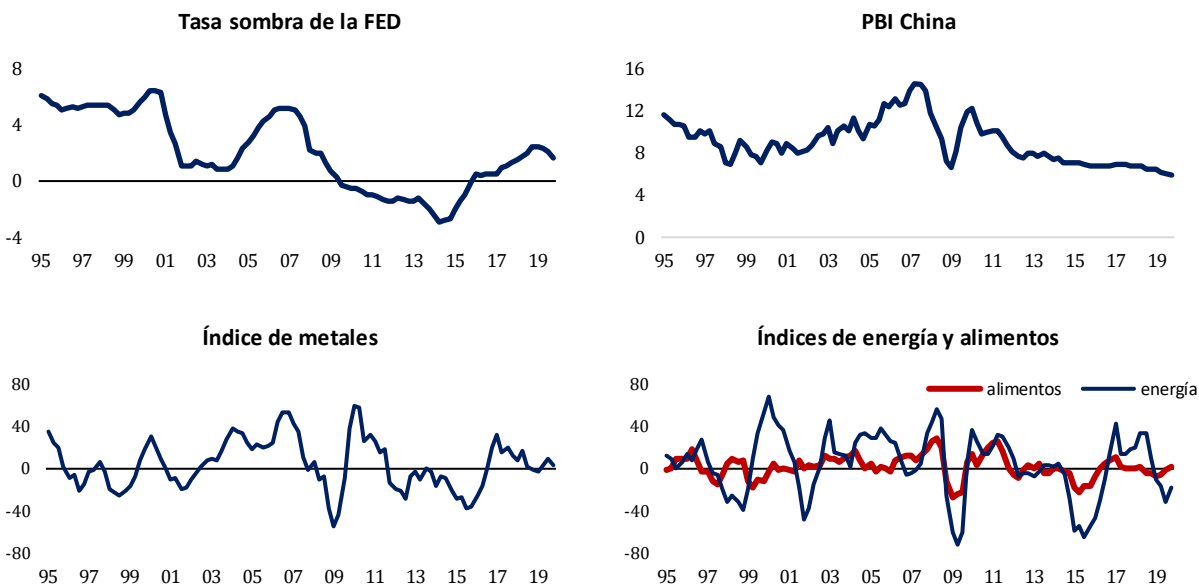
La distribución a priori del vector de coeficientes es normal multivariada, con  $\beta_0$  como vector de media y  $\Omega_0$  como su varianza asociada. Los parámetros que componen  $\beta_0$  toman un valor constante (*ar*) cuando asocian a una variable con su primer rezago, igual a 1 bajo el supuesto de raíz unitaria o un número menor bajo el supuesto de estacionariedad. En otros casos como rezagos de variables cruzadas, rezagos más lejanos, y variables exógenas, el valor de los parámetros es 0. Por su parte,  $\Omega_0$  se define como una matriz diagonal, cuyos elementos representan la varianza de cada parámetro del vector de coeficientes. De esta forma se asume que, a priori, las variables del modelo VAR se comportan como procesos AR (1) individuales.

Cuán informativa es la estructura a priori para los coeficientes VAR, depende del valor asignado a los hiperparámetros que determinan los elementos de  $\Omega_0$ , en este caso  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5$ .  $\lambda_1$  representa el ajuste general de la varianza a priori, y conforme menor sea su valor, más informativa es la estructura planteada.  $\lambda_2$  representa la ponderación de las variables cruzadas, y conforme menor sea su valor, más informativa es la exclusión de los rezagos de otras variables.  $\lambda_3$  representa la velocidad de decadencia de los rezagos, y conforme mayor sea su valor, más informativa es la exclusión de rezagos lejanos.  $\lambda_4$  representa el ajuste de las variables exógenas, y conforme menor sea su valor, más informativa es la exclusión de variables como interceptos o tendencias determinísticas. Finalmente,  $\lambda_5$  representa la imposición del bloque exógeno, y conforme menor sea su valor, más informativa es esta restricción. Para mayor detalle sobre la estructura de  $\Omega_0$  y el efecto de los hiperparámetros sobre su valor, véase Dieppe et al (2016).

Por otra parte, al definir la densidad a priori de  $\Sigma$  como difusa o no informativa, no se incorpora información adicional para calcular la matriz de varianzas covarianzas que guía el proceso VAR. Así, la distribución condicional a posteriori de  $\Sigma$  dependerá de los datos y no de una estructura a priori, a diferencia de la distribución condicional a posteriori de  $\beta$  que si dependerá simultáneamente de los datos y de la distribución a priori elegida.

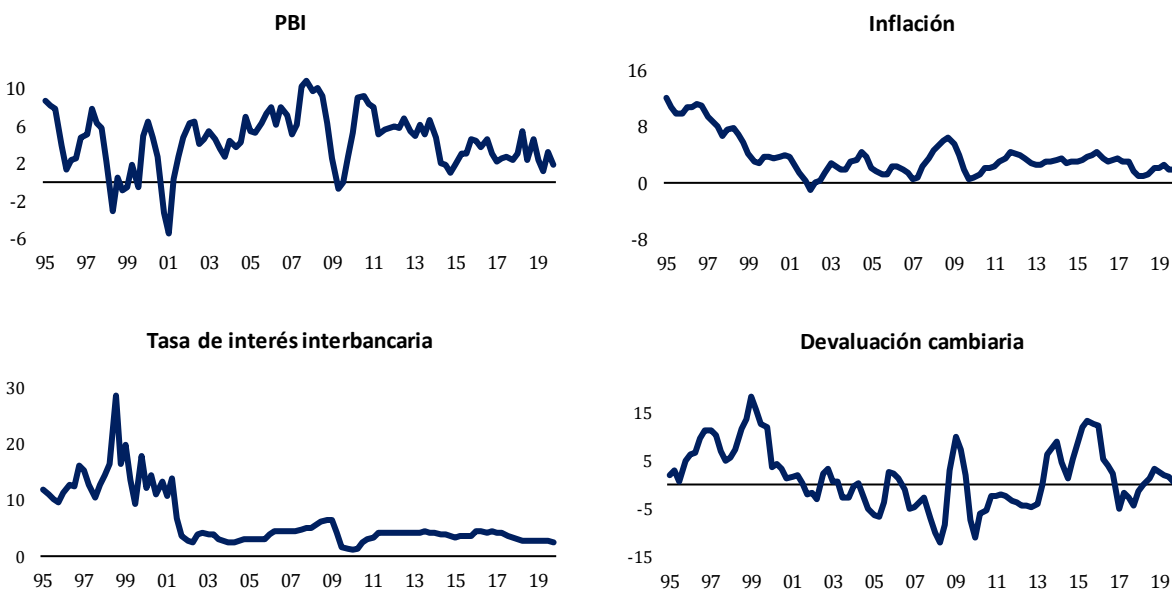
## Anexo N° A.2 – Variables utilizadas en la estimación de modelos base 1 y 2

Figura N° A.2.1: variables del bloque externo



Fuente: Wu y Xia (2016), FRED y FMI. Las variables PBI China e índices están expresadas como tasas de crecimiento anual. Elaboración propia

Figura N° A.2.2: variables del bloque interno



Fuente BCRP. Las variables PBI, inflación, y devaluación cambiaria están expresadas como tasas de crecimiento anual. Elaboración propia.

### Anexo N° A.3 – Fuentes de información y transformaciones a los datos

Variable	Descripción	Frecuencia	Transformación	Fuente
Tasa sombra FED	Tasa de interés sombra de Wu y Xia (2016)	Trimestral	Promedio tres meses	FED Atlanta
PBI China	PBI real de China	Trimestral	Variación anual	FRED, MEF
Precio de metales	Índice del precio de metales del FMI	Trimestral	Variación anual del índice promedio tres meses	FRED, FMI
Precio de energía	Índice del precio de energía del FMI	Trimestral	Variación anual del índice promedio tres meses	FRED, FMI
Precio de alimentos	Índice del precio de alimentos del FMI	Trimestral	Variación anual del índice promedio tres meses	FRED, FMI
PBI	PBI real de Perú	Trimestral	Variación anual	BCRP
Inflación	Inflación del IPC de Lima Metropolitana	Trimestral	Variación anual del IPC promedio tres meses	BCRP
Tasa de interés	Tasa de interés interbancaria de Perú	Trimestral	Promedio tres meses	BCRP
Devaluación	Devaluación del tipo de cambio nominal, PEN por USD	Trimestral	Variación anual del tipo de cambio promedio tres meses	BCRP
Tbill	Rendimiento del tesoro americano a 10 años	Trimestral	Promedio tres meses	FRED
Tasa de la FED	Tasa de interés efectiva de la FED	Trimestral	Promedio tres meses	FRED
PBI EE. UU.	PBI real EE. UU.	Trimestral	Variación anual	FRED
IPX minero	Índice de precios de exportaciones mineras Perú	Trimestral	Variación anual	BCRP, MEF
SPGSIN	Índice de metales industriales de S&P y Goldman Sachs	Trimestral	Variación anual del índice promedio a tres meses	Bloomberg
IPM	Índice de precios de importación Perú	Trimestral	Variación anual	BCRP
SPGSEN	Índice de energía de S&P y Goldman Sachs	Trimestral	Variación anual del índice promedio a tres meses	Bloomberg
Inflación EE. UU.	Inflación del CPI urbano de EE. UU.	Trimestral	Variación anual del CPI promedio tres meses	FRED

Elaboración propia.



## Anexo N° A.4 – Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales (PCA) es una técnica estadística que tiene por objetivo reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos de entrada mediante una transformación lineal. De esta forma se puede capturar la mayor parte de la varianza de un grupo de variables en uno o pocos componentes. Para mayor detalle sobre el procedimiento, véase Johnson y Wichern (2007).

En este documento se aplicó el análisis PCA a cuatro grupos de variables asociados a distintos choques externos. De cada grupo se recuperó un único componente principal y se calculó la proporción de la varianza explicada por dicho componente. Las variables que conforman cada grupo y la proporción de la varianza explicada por el componente principal hallado se presentan en la Tabla N°A.4.1.

**Tabla A.4.1:** resultados del análisis de componentes principales

Grupo de variables externas	Variables	Proporción de la varianza capturada por el componente principal
Choques financieros	Tasa sombra de la FED, Tasa de la FED, Tbill	92.4
Choques de demanda	PBI de China, PBI de EE. UU.	55.2
Choques de precios de exportación	IPX minero, Índice de metales, SPGSIN	94.9
Choques de oferta externa	IPM, Índice de precio de alimentos, Índice de precio de energía, SPGSEN, inflación EE. UU.	79.8

Elaboración propia.

Los resultados muestran que un único componente principal captura la mayor parte (entre 80% y 95%) de la varianza de los grupos de variables externas asociados a choques financieros, choques de precios de exportación y choques de oferta externa. En el caso de las variables asociadas a los choques de demanda externa, el componente principal explica una proporción marcadamente menor (alrededor de 55%). Este hallazgo sugiere que, a diferencia del resto de variables externas, no es adecuado resumir el comportamiento simultáneo del PBI de China y de EE. UU. en un solo indicador.

## Anexo N° A.5 – Restricciones de signos en los ejercicios de sensibilidad

**Tabla A.5.1:** esquema de identificación de ceros y signos, sensibilidad A

		<i>Choque a ...</i>							
		(A) PBI EEUU <i>(demanda externa)</i>	(B) PBI China <i>(demanda externa)</i>	(C) precio de metales <i>(precios de exportación)</i>	(D) precio de energía <i>(oferta externa)</i>	(E) PBI <i>(demanda)</i>	(F) inflación <i>(oferta)</i>	(G) tasa de interés <i>(monetario)</i>	(H) devaluación <i>(cambiario)</i>
<i>Respuesta de ...</i>	PBI EEUU	+	0	0	0	0	0	0	0
	PBI China		+	0	0	0	0	0	0
	precio de metales	+	+	+	0	0	0	0	0
	precio de energía	+	+		+	0	0	0	0
	PBI			+		+	-	0	
	inflación				+	+	+	0	
	tasa de interés							+	0
	devaluación	+				-			+

Elaboración propia. Las columnas (A) - (H) representan los choques identificados y las filas las respuestas asociadas a estos choques. Las celdas en blanco indican que no se realizan supuestos sobre el efecto contemporáneo del choque, por lo que la respuesta asociada no se restringe y se calcula por el modelo.

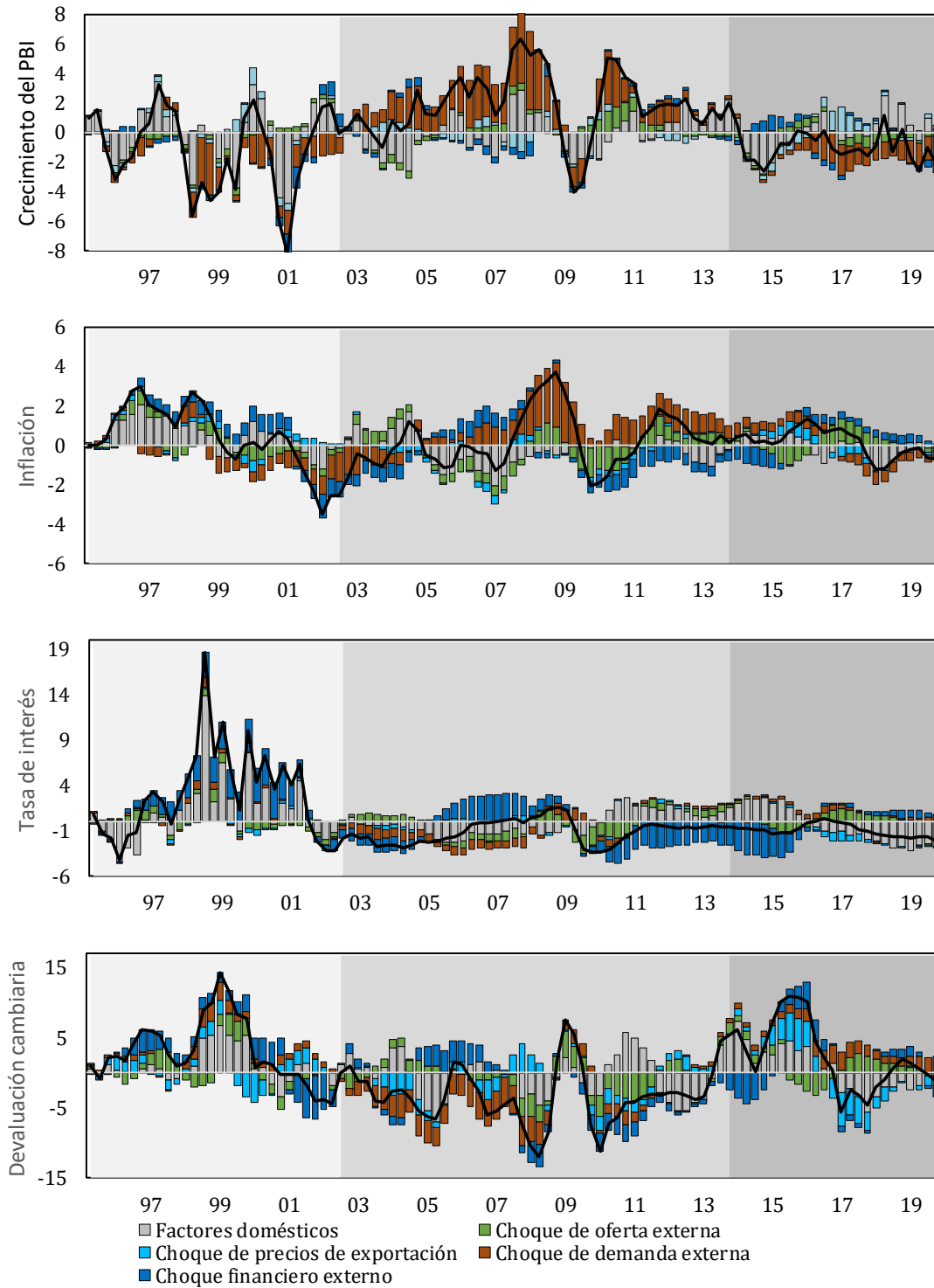
**Tabla A.5.2:** esquema de identificación de ceros y signos, sensibilidad B

		<i>Choque a ...</i>							
		(A) tasa sombra FED <i>(financiero externo)</i>	(B) precio de metales <i>(precios de exportación)</i>	(C) precio de energía <i>(oferta externa)</i>	(D) precio de alimentos <i>(oferta externa)</i>	(E) PBI <i>(demanda)</i>	(F) inflación <i>(oferta)</i>	(G) tasa de interés <i>(monetario)</i>	(H) devaluación <i>(cambiario)</i>
<i>Respuesta de ...</i>	tasa sombra FED	+	0	0	0	0	0	0	0
	precio de metales		+	0	0	0	0	0	0
	precio de energía		+	+	0	0	0	0	0
	precio de alimentos		+		+	0	0	0	0
	PBI			+		+	-	0	
	inflación				+	+	+	0	
	tasa de interés							+	0
	devaluación	+				-			+

Elaboración propia. Las columnas (A) - (H) representan los choques identificados y las filas las respuestas asociadas a estos choques. Las celdas en blanco indican que no se realizan supuestos sobre el efecto contemporáneo del choque, por lo que la respuesta asociada no se restringe y se calcula por el modelo.

## Anexo N° A.6 – Descomposición histórica

**Figura A.7.1:** descomposición histórica de las variables domésticas, modelo base 2



Elaboración propia. Los factores domésticos agrupan las contribuciones de choques de demanda, oferta, monetarios y cambiarios.

## Anexo N° A.7 – Funciones impulso respuesta promedio anual

**Tabla A.7.1:** funciones impulso respuesta promedio anual, modelo base 1

Choque financiero externo						Choque de demanda externa				
Tasa sombra	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación		PBI China	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación
1	1.00	0.16	0.16	0.75	1.78	1.00	0.53	-0.26	-0.42	-0.95
2	1.20	-0.31	0.29	1.28	0.54	0.65	0.82	0.12	-0.48	-1.27
3	0.97	-0.06	0.16	1.12	0.16	0.35	0.54	0.32	-0.17	-0.60
4	0.72	-0.05	0.07	0.85	0.15	0.17	0.33	0.32	-0.04	-0.19
5	0.52	-0.04	0.00	0.62	0.14	0.08	0.17	0.25	0.00	-0.02
Choque de precios de exportación						Choque de oferta externa				
Precio de metales	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación		Precio de energía	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación
1	10.00	0.19	-0.19	-0.06	-1.11	10.00	0.05	0.30	0.31	-0.56
2	1.97	-0.10	-0.06	0.09	-0.10	-3.26	-0.34	0.05	0.12	0.48
3	0.07	-0.04	-0.05	0.04	-0.03	-0.65	-0.17	-0.12	0.00	0.24
4	0.07	0.00	-0.03	0.05	-0.05	0.30	-0.10	-0.09	-0.01	0.06
5	-0.05	-0.01	-0.01	0.05	-0.01	0.00	-0.06	-0.08	-0.02	0.02

Elaboración propia. Los choques financiero externo y de demanda externa fueron estandarizados a un choque de 1% durante el primer año de impacto. Los choques de precios de exportación y de oferta externa fueron estandarizados a un choque de 10% debido a la mayor volatilidad inherente a las variables asociadas al precio de *commodities*.

**Tabla A.7.2:** funciones impulso respuesta promedio anual, modelo base 2

Choque financiero externo						Choque de demanda externa				
	Tasa sombra	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación	PBI China	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación
1	1.00	0.11	0.29	0.93	1.85	1.00	0.43	-0.25	-0.33	-0.72
2	1.22	-0.24	0.34	1.36	0.62	0.69	0.85	0.22	-0.26	-1.14
3	0.99	-0.09	0.22	1.18	0.16	0.35	0.52	0.42	0.00	-0.41
4	0.72	-0.10	0.13	0.93	0.29	0.18	0.30	0.37	0.05	-0.09
5	0.52	-0.08	0.04	0.68	0.25	0.10	0.18	0.28	0.06	0.00
Choque de precios de exportación						Choque de oferta externa				
	Precio de metales	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación	Precio de alimentos	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación
1	10.00	0.22	-0.18	-0.09	-1.18	10.00	-0.51	0.92	1.44	-0.09
2	1.16	-0.14	-0.04	0.12	-0.06	-4.58	-0.94	0.50	0.87	2.66
3	-0.39	-0.11	-0.03	0.11	0.12	-1.11	-0.50	-0.10	0.31	0.85
4	-0.07	-0.06	-0.05	0.07	0.03	-0.20	-0.25	-0.18	0.09	0.29
5	-0.06	-0.04	-0.04	0.05	0.01	-0.14	-0.15	-0.12	0.04	0.14

Elaboración propia. Los choques financiero externo y de demanda externa fueron estandarizados a un choque de 1% durante el primer año de impacto. Los choques de precios de exportación y de oferta externa fueron estandarizados a un choque de 10% debido a la mayor volatilidad inherente a las variables asociadas al precio de *commodities*