



POLÍTICA MONETARIA ÓPTIMA BAJO INESTABILIDAD FINANCIERA EN ECONOMÍAS EMERGENTES*

Carlos Rojas Q.**

I. INTRODUCCIÓN

¿Cómo debe actuar la política monetaria ante choques financieros? La crisis financiera internacional desafió al conocimiento macroeconómico y lo enfrentó a múltiples dilemas. En el caso de las economías desarrolladas, la respuesta de política provino de inmensos paquetes monetarios que buscaron estabilizar la provisión del crédito a la economía (*Quantitative Easing*) luego de que se llegara rápidamente a tasas de interés históricamente bajas. En el caso de economías emergentes, la respuesta de política fue relativamente homogénea. En relación con el manejo de tasas de interés, las economías de la región latinoamericana con régimen monetario de metas de inflación redujeron sus tasas de política de forma agresiva llegando, en muchos casos, a mínimos históricos. Junto con ello, este contexto se caracterizó por primas de riesgo soberano que aumentaron en gran magnitud, lo que provocó fuertes presiones depreciatorias en el tipo de cambio, intensificando la contracción crediticia en algunas economías debido al efecto de “hoja de balance” sobre la deuda emitida en moneda extranjera, e iniciando brotes inflacionarios que alimentaron el conocido *trade-off* de política monetaria.

En relación con políticas no convencionales, y a diferencia de los países desarrollados, en la región latinoamericana ya se conocía el uso de ciertos instrumentos más allá de la tasa de interés debido a su experiencia previa con las crisis financieras de la década de los noventa. Sin embargo, la magnitud del choque y la creciente globalización financiera exigieron respuestas más ingeniosas, como la creación de nuevos instrumentos de política, la ampliación de colaterales o plazos de deuda, la intervención activa en el mercado cambiario ante la volatilidad creciente y el uso de políticas macroprudenciales, tal como se señala en Castillo y Contreras (2010) y Castillo et al. (2011). Si algo se ha de subrayar en este contexto es la importancia que tuvieron los instrumentos que reducen la volatilidad cambiaria y la inestabilidad financiera, tal como se puede observar en el cuadro 1. En ese sentido, se puede decir que el accionar de política monetaria ante la reciente crisis no se enfocó solamente en el manejo de tasas de interés ni en su papel como prestamista de última instancia, sino que también se utilizaron herramientas como las tasas de encaje o se generaron espacios de coordinación multisectorial.

* Se agradecen los valiosos comentarios de Klaus Schmidt-Hebbel, Luigi Butrón, William Sánchez y de los participantes del XXXIII Encuentro de Economistas del Banco Central de Reserva del Perú. Asimismo se agradece los importantes aportes de dos árbitros anónimos. Cualquier error u omisión es de mi entera responsabilidad.

** Pontificia Universidad Católica de Chile. E-mail: carojas20@uc.cl

Cuadro 1

Política monetaria-macroprudencial implementada desde la crisis financiera, en países de la región con régimen monetario de metas de inflación

Política	Brasil	Chile	Colombia	Perú	México	Uruguay ^a
Política monetaria						
Tasa de interés	√	√	√	√	√	
Política de encajes	√	√	√	√		√
Política cambiaria						
Intervención cambiaria	√			√	√	√
Política macroprudencial						
Provisiones dinámicas		√	√	√	√	√
Req. de capital contracíclico				√		
Límites al ratio P/V ^b o D/I ^c	√	√	√	√		
Coordinación multisectorial						
Comité de Estabilidad Financiera	√	√			√	√

Fuentes: Castillo y Contreras (2010), Castillo et al. (2011), Jácome (2013) y Ruiz et al. (2014).

a. Uruguay tiene como instrumento monetario el agregado M1.

b. Préstamo/Valor.

c. Deuda/Ingreso.

Dadas las múltiples dimensiones a analizar ante un choque de riesgo financiero en una economía emergente, esta investigación se enfoca en evaluar la respuesta óptima de política monetaria en un contexto de inestabilidad financiera, caracterizado por el incremento de la probabilidad de mora o *default* del crédito bancario, y brindar un análisis sobre la necesidad de que la autoridad monetaria responda a fluctuaciones de algún indicador financiero (como el crédito bancario) para hacer frente a un escenario de estrés. Asimismo, el trabajo da respuestas sobre la importancia de incorporar herramientas macroprudenciales en un contexto como el señalado.

Para ello, se construyó un modelo DSGE para una economía pequeña y abierta, al estilo de los trabajos de Castillo et al. (2013) y Caputo et al. (2009), con un mecanismo de acelerador financiero al que se le incorpora un choque de riesgo financiero interno, como en Christiano et al. (2014). En términos operativos, el trabajo evalúa la optimalidad de cuatro reglas de política monetaria que responden tanto a sus componentes tradicionales (componente inercial, inflación y ciclo de producto) como a la depreciación cambiaria y al ciclo del crédito, ante un choque exógeno que incrementa la probabilidad de mora del crédito bancario. La política monetaria es óptima debido a que los parámetros de la regla de Taylor se obtienen a partir de una “búsqueda de malla” (o *grid search*) que minimiza la función de pérdida del banco central. Además, se analiza si los resultados iniciales cambian con la introducción de una regla macroprudencial *ad hoc* que incrementa el costo del crédito en “épocas buenas” y lo reduce en “épocas malas”. En ese sentido, el trabajo se inserta en el debate iniciado con Taylor (2008) sobre los efectos de una



respuesta monetaria a las condiciones financieras, y que aún sigue vigente, tal como lo demuestran Svensson (2016) y Adrian y Liang (2016).

El documento se divide en estas secciones: la sección II hace una breve revisión literaria sobre estudios relacionados; en la sección III se presenta el modelo DSGE cuya calibración se describe en la sección IV. En la sección V se expone los resultados del trabajo y en la sección VI se realiza un análisis de sensibilidad sobre los resultados iniciales. Finalmente, la sección VII concluye.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El estudio de la relación entre los sectores real y financiero de la economía y sus efectos sobre la política monetaria ha despertado cada vez más interés en la comunidad académica. Podemos referenciar el trabajo de Gertler y Karadi (2011), quienes presentan un modelo macroeconómico con un sector bancario explícito cuya característica principal es una restricción endógena en el ratio de apalancamiento bancario. En los ejercicios de simulación realizados por los autores se observa que tanto el PIB como la inflación se reducen ante un choque financiero¹. En tanto, Angelini et al. (2012), evalúan la introducción de reglas macroprudenciales y su interacción con la política monetaria en un modelo de ciclos de créditos. Los autores señalan la existencia de un *trade-off* entre inflación y PIB ante un choque financiero² debido a que incrementa el costo del financiamiento. En ese contexto, la autoridad monetaria podría alejarse de su objetivo inicial de estabilización de precios para “ayudar” en la estabilización macrofinanciera.

También se destaca De Walque et al. (2010), donde se introduce heterogeneidad en los consumidores y el sector bancario y se obtiene probabilidades endógenas de incumplimiento en firmas y bancos. En ese trabajo se menciona que las inyecciones de liquidez reducen la inestabilidad financiera (es decir, reducen la probabilidad de incumplimiento en la economía) pero tienen efectos ambiguos sobre las fluctuaciones del PIB; por otra parte, Curdia y Woodford (2010) utilizan un modelo nekeynesiano simple para economía cerrada, con dos tipos de consumidores y fricciones financieras en la curva IS, evaluando los efectos de introducir, en la regla de Taylor, medidas de la condición financiera de la economía, como *spreads* de tasas de interés o el crédito bancario. El resultado al que llegan los autores es que la inclusión de los *spreads* tiende a tener mejores resultados para la autoridad monetaria que incorporar medidas de cantidad de crédito, aunque el tamaño del ajuste a través del *spread* depende del choque al que se enfrente la economía. En el mismo trabajo, se observa una caída, en la misma dirección, del PIB y la inflación ante un choque financiero. Otro trabajo interesante es el de Benes y Kumhof (2015), donde se presenta un nuevo modelo teórico para bancos en una economía cerrada. Los autores consideran que los

¹ Caracterizado como una reducción en la “calidad” del capital bancario debido al alto grado de apalancamiento de este sector.

² Modelado como un choque por el lado de la oferta de crédito, que incrementa la tasa activa bancaria.

préstamos son riesgosos, en tanto que incluyen medidas regulatorias basadas en Basilea III en forma de penalidades bancarias. En su modelo, el choque de riesgo empresarial no genera disyuntivas entre la estabilización del PIB y la inflación. Las conclusiones a las que llegan es que un requerimiento de capital cíclico lleva a un incremento significativo del bienestar, en tanto que reduce la necesidad de respuestas por el lado monetario.

También se resalta el trabajo realizado por Christiano et al. (2014) sobre choques de riesgo financiero. Los autores extienden el modelo inicial de acelerador financiero que presentaron en Christiano et al. (2010)³, introduciendo riesgo idiosincrático en el retorno de los empresarios. Lo que produce el choque de riesgo financiero es incrementar la percepción de incumplimiento del crédito bancario solicitado por los empresarios, reduciendo el otorgamiento de créditos y disminuyendo la inversión, el producto y la inflación. Junto a este choque “no anticipado” coexiste un choque anticipado, denominado “de señales”, que modela la importancia de las noticias o de la anticipación de sucesos futuros en el retorno de los proyectos de inversión actuales. Los autores estiman el modelo con datos de Estados Unidos para el período 1985.I–2010.II y encuentran un resultado provocativo⁴: cuantitativamente, el choque de riesgo (anticipado y no anticipado) explica alrededor del 60 por ciento de las fluctuaciones del PIB en la economía estadounidense, además de ser importante determinante de las fluctuaciones de otras variables macroeconómicas como el consumo, la tasa de interés y el crédito bancario. Además, se demuestra que el indicador de riesgo idiosincrático tiene una correlación significativa con variables empíricas de inestabilidad financiera (como la utilizada en Bloom, 2009).

Otro trabajo relacionado es el de Benes et al. (2009), donde se construye y estima un modelo macroeconómico para una economía emergente europea con altos índices de dolarización, incorporando un intermediario financiero. En las simulaciones obtenidas, los autores le dan importancia a políticas como la intervención cambiaria y medidas regulatorias (requerimientos de encaje) para enfrentar posibles alzas en el precio de los activos y crédito excesivo, a la vez que demuestran que los choques financieros de su modelo⁵ tienen implicancias reales y significativas en el PIB. Un aporte interesante del trabajo es que los choques que incrementan el costo financiero del crédito generan una dinámica inflacionaria similar a los choques tecnológicos, generando una disyuntiva entre la estabilización del producto y la inflación. Finalmente, se cita a Caputo et al. (2009), que es un trabajo que tiene similitudes con los objetivos aquí propuestos. Los autores analizan la política monetaria óptima en respuesta a choques financieros⁶

³ En este trabajo, los autores evaluaron la importancia de los factores financieros en los ciclos económicos europeo y estadounidense.

⁴ Otros autores también han investigado la importancia de los factores financieros en la economía de Estados Unidos, llegando a conclusiones similares. Véase a Gilchrist et al. (2009), Jermann y Quadrini (2009) y Justiniano et al. (2010).

⁵ Caracterizados por choques a la tasa de interés activa, a la tasa de interés interbancaria y a la prima de riesgo soberano.

⁶ Determinado como el spread entre la tasa de interés de política monetaria y la tasa activa de los bancos comerciales.



en una economía pequeña y abierta. El resultado de las simulaciones, y los efectos sobre el *trade-off* entre producto e inflación, está sujeto al modo de cumplimiento de la paridad de tasas de interés y al grado de correlación del choque financiero con las condiciones externas. Un hecho importante de este trabajo es que se identifica al choque financiero como generador de *trade-offs* de política monetaria en tres de los cuatro casos presentados. La causa principal de este resultado es que, dado el choque financiero, la autoridad monetaria reduce la tasa de interés, lo que provoca una depreciación cambiaria y, por tanto, presiones inflacionarias.

III. EL MODELO

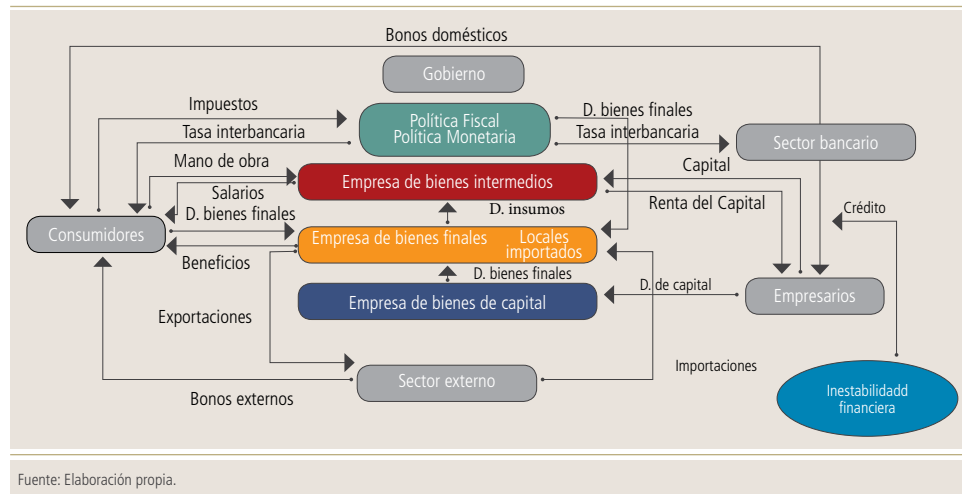
El modelo se basa principalmente en los artículos de Castillo et al. (2013) y Caputo et al. (2009), que incluyen hábitos externos en el consumo, rigideces de precios y salarios al estilo de Calvo, indexación a la inflación pasada de precios y salarios y traspaso indirecto del tipo de cambio a la inflación. Cabe resaltar que el modelo se encuentra especificado en términos trimestrales. Las ecuaciones en su forma log-lineal y el estado estacionario del modelo se describen en los apéndices A y B, respectivamente. La principal extensión respecto del trabajo de Caputo et al. (2009) (que también evalúa choques financieros en economías pequeñas y abiertas), es la introducción de capital y del mecanismo del acelerador financiero con un choque de riesgo financiero como en Christiano et al. (2014). Asimismo, la política monetaria tiende a ser óptima en el sentido de que sus parámetros minimizan su función de pérdida.

Una descripción gráfica de los principales agentes que incluye el modelo, y las interrelaciones entre ellos, se observa en el gráfico 1. En síntesis, el modelo está compuesto de los siguientes agentes: (1) Los hogares, quienes maximizan su utilidad sujeto a una restricción presupuestal intertemporal; (2) las empresas de bienes finales, que son de dos tipos, las que compran bienes intermedios locales y aquellas que importan bienes del extranjero, ambas “etiquetan” los bienes comprados y los venden en un mercado con competencia monopolística, estableciendo precios con un *mark-up* sobre el costo marginal; (3) las empresas de bienes intermedios, que producen en un entorno de competencia perfecta, demandan mano de obra a los hogares y capital a los empresarios; (4) las empresas productoras de bienes de capital, encargadas de producir bienes intermedios en forma de capital que son vendidos a los empresarios; (5) los empresarios, quienes son el nexo entre la producción de bienes de capital y las empresas de bienes intermedios, financian su actividad con su propio capital y con préstamos bancarios; (6) el sector externo, y finalmente, (7) el gobierno representado por la política fiscal y la política monetaria. A continuación se describe a cada uno de los agentes⁷.

⁷ El software utilizado para simular el modelo es MATLAB con la librería gratuita DYNARE.

Gráfico 1

Descripción gráfica del modelo DSGE



Fuente: Elaboración propia.

1. Hogares

Preferencias

Se asume que la economía mundial está poblada por una masa de hogares escalada a 1, donde una fracción n de ellas se localiza en la economía interna y el resto corresponde a la economía externa. El hogar j -ésimo de la economía interna vive infinitamente, maximizando su función de utilidad que tiene como argumentos al consumo $C_t^f(j)$ y a la oferta laboral $L_t(j)$. Siendo β el factor de descuento, donde $\beta \in (0,1)$, η la inversa de la elasticidad de la oferta de trabajo respecto del salario real y h un parámetro que captura los hábitos de consumo externo ($h \in [0,1]$), la forma explícita de la función de utilidad es la siguiente:

$$U_t(j) = E_t \left[\sum_{k=0}^{\infty} \beta^{t+k} \left(\ln \left(C_{t+k}^f(j) - h C_{t+k-1}^f \right) - \frac{L_{t+k}(j)^{1+\eta}}{1+\eta} \right) \right], \tag{1}$$

donde E_t es la expectativa condicional sobre el conjunto de información en t . El hogar obtiene mayor utilidad cuando su nivel de consumo se incrementa por encima de los hábitos externos y cuando trabaja menos. En tanto, la canasta de consumo de bienes finales está compuesta de bienes importados y bienes locales, que se agregan mediante el siguiente índice de consumo:

$$C_t^f \equiv \left[\gamma_H^{1/\varepsilon_H} C_t^H \frac{\varepsilon_H - 1}{\varepsilon_H} + (1 - \gamma_H)^{1/\varepsilon_H} C_t^M \frac{\varepsilon_H - 1}{\varepsilon_H} \right]^{\frac{\varepsilon_H}{\varepsilon_H - 1}} \tag{2}$$

siendo C_t^H un índice de consumo de bienes locales y C_t^M un índice de consumo de bienes importados. Asimismo, ε_H es la elasticidad de sustitución entre ambos tipos de bienes y γ_H es la proporción de bienes nacionales en la canasta de consumo del hogar representativo. Al ser índices, tanto C_t^H y C_t^M son un continuo de bienes finales diferenciados que el consumidor compra ya sea en el mercado local o siendo importados del extranjero, respectivamente. Las formas funcionales son las siguientes:

$$C_t^H \equiv \left[\frac{1}{n} \int_0^n (C_t^H(j))^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dj \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}, \quad (3)$$

$$C_t^M \equiv \left[\frac{1}{1-n} \int_0^n (C_t^M(j))^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dj \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}, \quad (4)$$

donde ε es la elasticidad de sustitución entre las j variedades producidas, tanto internas como importadas. Las demandas óptimas para cada uno de los bienes nacionales e importados se obtienen de minimizar el gasto total en consumo, $P_t C_t^f$, sujeto a las ecuaciones (3) y (4), respectivamente.

$$C_t^H(j) = \frac{1}{n} \gamma_H \left(\frac{P_t^H(j)}{P_t^H} \right)^{-\varepsilon} \left(\frac{P_t^H}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} C_t^f \quad (5)$$

$$C_t^M(j) = \frac{1}{1-n} (1-\gamma_H) \left(\frac{P_t^M(j)}{P_t^M} \right)^{-\varepsilon} \left(\frac{P_t^M}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} C_t^f \quad (6)$$

De aquí se puede notar que el consumo de cada tipo de bien es creciente en el nivel de consumo agregado C_t^f , y decreciente en su precio relativo, siendo P_t^H y P_t^M los índices de precios de bienes nacionales e importados, respectivamente, mientras P_t es el índice de precios al consumidor local, representado por la siguiente ecuación:

$$P_t \equiv \left[\gamma_H P_t^H^{1-\varepsilon_H} + (1-\gamma_H) P_t^M^{1-\varepsilon_H} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_H}} \quad (7)$$

Asimismo, P_t^H y P_t^M son índices definidos por:

$$P_t^H \equiv \left[\frac{1}{n} \int_0^n P_t^H(j)^{1-\varepsilon} dk \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}}, \quad (8)$$

$$P_t^M \equiv \left[\frac{1}{1-n} \int_0^n P_t^M(j)^{1-\varepsilon} dk \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}}, \quad (9)$$

donde $P_t^H(j)$ y $P_t^M(j)$ representan los precios, expresados en moneda local, de la variedad j -ésima de bienes de consumo nacionales e importados, respectivamente.

Estructura del mercado de activos y oferta laboral

Se modela, por simplicidad, un mercado de activos incompleto con dos bonos nominales de un período, libre de riesgo y valuados en moneda interna y extranjera. Como es común en modelos de economía abierta, se considera que es costoso para los hogares internos transar bonos externos. Bajo esta estructura, la restricción presupuestaria del hogar interno, en unidades de moneda interna, es:

$$B_t(j) + S_t B_t^*(j) + P_t C_t^f(j) = (1 + i_t) B_{t-1}(j) + (1 + i_t^*) \psi_{t-1}^E S_t B_{t-1}^*(j) + W_t L_t(j) + P_t \Gamma_t(j) - T_t(j) \quad (10)$$

donde el lado izquierdo de la igualdad es el gasto del consumidor j -ésimo, distribuido entre el valor del consumo de bienes finales por período $P_t C_t^f$, y la inversión en activos financieros basados en la compra de bonos internos B_t y externos B_t^* valuados al tipo de cambio nominal del período S_t . El lado derecho explica los ingresos del consumidor, obtenidos a partir de su salario por unidad de trabajo $W_t L_t$, y el retorno obtenido de su inversión financiera del período anterior, tanto en bonos nacionales cuyo rendimiento es la tasa de interés nominal local i_t , como en bonos externos que rinden a la tasa internacional nominal i_t^* más una prima de riesgo ψ_t^E que está en función del valor real de B_t^* , tal que $\psi_t^E = f\left(\frac{S_t B_t^*}{P_t}\right)$,

y que se interpreta como el costo transaccional de este activo. Finalmente, los consumidores, al ser dueños de las empresas de la economía, reciben el beneficio, neto de impuestos, obtenido en ellas y representado por $P_t \Gamma_t - T_t$. Las condiciones de primer orden nos permiten obtener la condición intertemporal del consumo (ecuación de Euler) y la paridad descubierta de tasas de interés:

$$U_{C,t} = \beta E_t \left(U_{C,t+1} (1 + i_t) \frac{P_t}{P_{t+1}} \right) \quad (11)$$

$$\frac{1 + i_t}{1 + i_t^*} = \frac{E_t \left(U_{C,t+1} \frac{S_{t+1}}{S_t} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right) \psi_t^E}{E_t \left(U_{C,t+1} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right)} \quad (12)$$

Asimismo, se supone que cada hogar es oferente de trabajo diferenciado, con poder monopólico. En ese sentido, las empresas compiten por el trabajo de los hogares y combinan la mano de obra en un agregado L_t que se usa para producir bienes intermedios:

$$L_t \equiv \left[\int_0^1 (L_t(j))^{\frac{\varepsilon_L - 1}{\varepsilon_L}} dj \right]^{\frac{\varepsilon_L}{\varepsilon_L - 1}}, \quad (13)$$

siendo ε_L la elasticidad de sustitución del trabajo. Se asume que una fracción $(1 - \phi_L)$ de hogares puede ofertar trabajo exigiendo el salario nominal óptimo de ese período. Los hogares que no reoptimizan siguen la siguiente regla de indexación salarial:

$$\frac{W_t(j)}{W_{t-1}(j)} = (\pi_{t-1})^{\lambda_L} \quad (14)$$

donde $\lambda_L \in (0,1)$ es el grado de indexación salarial. Frente a este esquema, la oferta laboral del hogar se determina mediante la maximización del valor presente de sus beneficios:

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\phi^L)^k \Lambda_{t+k} \left[\frac{W_t^o(j)}{P_{t+k}} \left(\frac{P_{t+k}}{P_{t-1}} \right)^{\lambda_L} - MRS_{t+k} \right] L_{t+k|t}(j) \right\}, \quad (15)$$

donde $\Lambda_{t+k} = \beta^k \frac{U_{C,t+k}}{U_{C,t}}$ es el factor de descuento intertemporal y

$MRS_{t+k} = L_{t+k}^n (C_{t+k}^f - hC_{t+k-1}^f)$ es la tasa marginal de sustitución entre trabajo y consumo. Además, $L_{t+k|t}(j)$ es la demanda de mano de obra que enfrenta el hogar j -ésimo en el período $t+k$ condicionado a que el salario ha sido fijado en el período t , definido como:

$$L_{t+k|t}(j) = \left[\frac{W_t^o(j)}{P_{t+k}} \left(\frac{P_{t+k}}{P_{t-1}} \right)^{\lambda_L} \right]^{-\varepsilon_L} L_{t+k} \quad (16)$$

Luego, cada hogar elige el salario nominal óptimo, $W_t^o(j)$, para maximizar la ecuación (15). La condición de primer orden de este problema es:

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\phi^L)^k \Lambda_{t+k} \left[\frac{W_t^o(j)}{P_t} \Upsilon_{t,t+k}^L - \frac{\varepsilon_L}{\varepsilon_L - 1} MRS_{t+k} \right] (\Upsilon_{t,t+k}^L)^{-\varepsilon_L} L_{t+k} \right\} = 0, \quad (17)$$

siendo $\Upsilon_{t,t+k}^L = \left(\frac{P_t}{P_{t+k}} \right)^{1-\lambda_L} \left(\frac{\pi_t}{\pi_{t+k}} \right)^{\lambda_L}$.

A partir de la log-linealización de la ecuación (17) se llega a una Curva de Phillips que determina los salarios ofrecidos por los trabajadores.

2. Economía externa

La economía externa tiene una canasta de consumo similar a la interna:

$$C_t^* \equiv \left[\gamma_F^{1/\varepsilon_F} C_t^{X/\varepsilon_F} + (1 - \gamma_F)^{1/\varepsilon_F} C_t^{F/\varepsilon_F} \right]^{\varepsilon_F}, \quad (18)$$

donde C_t^X es el consumo importado y C_t^F es el consumo de bienes propios de la economía externa. Además, ε_F es la elasticidad de sustitución intratemporal entre bienes nacionales e importados de la economía externa y γ_F es la fracción de bienes importados en la canasta de consumo externa. Los índices de consumo se definen como en el caso de la economía nacional (véanse ecuaciones 3 y 4), por lo que se obtiene las siguientes demandas para cada tipo de bien:

$$C_t^X(j) = \frac{1}{n} \gamma_F \left(\frac{P_t^X(j)}{P_t^X} \right)^{-\varepsilon} \left(\frac{P_t^X}{P_t^*} \right)^{-\varepsilon_F} C_t^* \quad (19)$$

$$C_t^F(j) = \frac{1}{1-n} (1 - \gamma_F) \left(\frac{P_t^F(j)}{P_t^F} \right)^{-\varepsilon} \left(\frac{P_t^F}{P_t^*} \right)^{-\varepsilon_F} C_t^* \quad (20)$$

donde P_t^X , P_t^F y P_t^* son los índices de precios importados de la economía externa (o el índice de precios de exportación de la economía interna), el índice de precios de bienes producidos en el exterior y el índice de precios al consumidor de la economía externa. Este último se define así:

$$P_t^* \equiv \left[\gamma_F P_t^{X1-\varepsilon_F} + (1 - \gamma_F) P_t^{F1-\varepsilon_F} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_F}} \quad (21)$$

Supuesto de economía pequeña y abierta

Siguiendo a Castillo et al. (2009), se asume que el parámetro $(1 - \gamma_H)$, que mide la participación de los bienes importados en la canasta de consumo del país, depende del tamaño relativo de la economía externa y del grado de apertura de la economía nacional, tal que: $(1 - \gamma_H) = (1 - n)(1 - \gamma)$, donde $(1 - \gamma)$ es el grado de apertura. Luego, se extiende este razonamiento para la economía externa, asumiendo que las preferencias de esos consumidores respecto de los bienes domésticos depende del tamaño relativo de la economía nacional y del grado de apertura de la economía mundial, que es $(1 - \gamma^*)$, por tanto: $\gamma_F = n(1 - \gamma^*)$. Esta parametrización permite obtener el caso de una economía pequeña y abierta cuando $n \rightarrow 0$. Cuando sucede ello, entonces $\gamma_H \rightarrow \gamma$ y $\gamma_F \rightarrow 0$. Es decir, en el caso límite la economía externa no utiliza bienes internos en su canasta de consumo, por lo que las condiciones de demanda pueden formularse así:

$$C_t^H = \gamma \left(\frac{P_t^H}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} C_t, \quad (22)$$

$$C_t^M = (1 - \gamma) \left(\frac{P_t^M}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} C_t, \quad (23)$$

$$C_t^X = (1 - \gamma^*) \left(\frac{P_t^X}{P_t^*} \right)^{-\varepsilon_F} C_t^*, \quad (24)$$

En la ecuación (24) se asume que $P_t^X = \frac{P_t^H}{S_t}$, es decir, el índice de precios de exportación es igual al índice de precios al consumidor de bienes nacionales valorado en moneda extranjera. Por consiguiente, la ecuación se transforma a:

$$C_t^X = (1 - \gamma^*) \left(\frac{P_t^H}{P_t} \frac{1}{RER_t} \right)^{-\varepsilon_F} C_t^*, \quad (25)$$

Con $n \rightarrow 0$, los índices de precios al consumidor interno y externo se convierten en:

$$P_t \equiv \left[\gamma (P_t^H)^{1-\varepsilon_H} + (1 - \gamma) (P_t^M)^{1-\varepsilon_H} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_H}}, \quad (26)$$

$$P_t^* = P_t^F. \quad (27)$$

3. Firmas

Productores de bienes intermedios

Cada una de las j empresas que producen bienes intermedios utiliza capital, que es alquilado a los empresarios, y trabajo, que demandan de los hogares, operando en un mercado de competencia perfecta y bajo una tecnología de rendimientos constantes a escala:

$$Y_t(j) = A_t K_t(j)^\alpha L_t(j)^{1-\alpha}, \quad (28)$$

donde α es la participación del capital $K_t(j)$ en la función de producción. Asimismo, A_t representa un choque tecnológico transitorio cuyo proceso estocástico es AR(1) en logaritmos:

$$A_t = (A_{t-1})^{\rho_A} \exp(\varepsilon_t^A), \quad (29)$$

donde $\varepsilon_t^A \sim N(0, \sigma^A)$. Al encontrarse en un contexto de competencia perfecta, las firmas productoras de bienes intermedios consideran como dados los precios de los factores, es decir, el salario real $W_t/P_t = WP_t$ y la tasa real de alquiler del capital R_t^H . Por tanto, el problema de estas firmas se resume en minimizar costos, sujeto a la función de producción de la ecuación (28), lo que permite derivar las demandas por factores de producción:

$$K_t(j) = \alpha \frac{MC_t^H(j) Y_t(j)}{R_t^H}, \quad (30)$$

$$L_t(j) = (1 - \alpha) \frac{MC_t^H(j) Y_t(j)}{WP_t}, \quad (31)$$

donde $MC_t^H(j) = MC_t$ es el costo marginal en moneda local, que es igual para todas las firmas, dado que todas cuentan con la misma tecnología. Además, dado que estas firmas operan en competencia perfecta, el precio que colocan a cada bien es igual al costo marginal, por lo que $P_t(j)/P_t = MC_t$.

Productores de bienes de capital

Existe un continuo de firmas de masa 1 (indexados por j) que producen bienes de capital. Estos productores actúan en competencia perfecta comprando bienes finales en forma de inversión INV_t para generar nuevo capital siguiendo la tecnología:

$$K_t(j) = (1 - \delta) K_{t-1}(j) + \Phi\left(\frac{INV_t(j)}{K_t(j)}\right) K_t(j), \quad (32)$$

siendo $\delta \in [0, 1]$ la tasa de depreciación, y $\Phi(\cdot)$ una función cóncava que define el costo de ajuste de la inversión. El problema del productor de bienes de capital es maximizar su función de beneficios, respecto de su nivel de inversión, sujeto a la ecuación (32):

$$\max_{INV_t} E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} \Lambda_{t+k} Q_{t+k} K_{t+k}(j) - INV_{t+k}(j) \right\}, \quad (33)$$

donde Λ_{t+k} es el factor de descuento estocástico y Q_t es el precio relativo de los bienes de capital respecto de los bienes de consumo final (“Q de Tobin”). La solución de este problema es la siguiente:

$$Q_t \Phi' \left(\frac{INV_t(j)}{K_t(j)} \right) = 1. \quad (34)$$

Cabe mencionar que los bienes de inversión forman un compuesto al estilo de los bienes de consumo—ecuaciones (22) y (23)—, por lo que sus índices de precios son similares. En ese sentido, la inversión genera una demanda de bienes internos y externos que se representan por las siguientes funciones:

$$INV_t^H(j) = \gamma \left(\frac{P_t^H}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} INV_t, \quad (35)$$

$$INV_t^M(j) = (1 - \gamma) \left(\frac{P_t^M}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} INV_t. \quad (36)$$

Vendedores de bienes finales al por menor

Los vendedores de bienes finales al por menor son aquellos que compran bienes intermedios y los transforman en bienes diferenciados para su venta final. Estas firmas (también llamadas minoristas) actúan en un ambiente de competencia monopolística, por lo que tienen poder para establecer precios. Aquí, se utiliza el esquema de fijación de precios de Calvo (1983). Por tanto, se asume que solo una fracción $(1 - \phi^H)$ de los productores puede cambiar sus precios en cada período. Las firmas que no ajustan sus precios siguen la siguiente regla:

$$\frac{P_t^H(j)}{P_{t-1}^H(j)} = (\pi_{t-1}^H)^{\lambda_H}, \quad (37)$$

tomando en cuenta que $\lambda \in [0,1]$ es el grado de indexación de precios. El valor presente descontado del flujo futuro de beneficios de la firma j se describe en la siguiente ecuación:

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\phi^H)^k \Lambda_{t+k} \left[\frac{P_t^{o,H}(j)}{P_{t+k}^H} \left(\frac{P_{t+k}^H}{P_{t-1}^H} \right)^{\lambda_H} - MC_{t+k}^H \right] Y_{t+k|t}^H(j) \right\}, \quad (38)$$

donde MC_{t+k}^H es el coste marginal real. Además, $Y_{t+k|t}^H(j)$ es la demanda por el bien j en el período $t+k$ condicionado a que el precio ha sido fijado en el período t , que se define por:

$$Y_{t+k|t}^H(j) = \left[\frac{P_t^{o,H}(j)}{P_{t+k}^H} \left(\frac{P_{t+k}^H}{P_{t-1}^H} \right)^{\lambda_H} \right]^{-\varepsilon} Y_{t+k}^H. \quad (39)$$

El problema de cada firma consiste en elegir $P_t^{o,H}(j)$ para maximizar la ecuación (38). La condición de primer orden de este problema es:

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\phi^H)^k \Lambda_{t+k} \left[\frac{P_t^{o,H}(j)}{P_t^H} \Upsilon_{t,t+k}^H - \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} MC_{t+k}^H \right] (\Upsilon_{t,t+k}^H)^{-\varepsilon} Y_{t+k}^H \right\} = 0, \quad (40)$$

siendo $\Upsilon_{t,t+k}^H = \left(\frac{P_t^H}{P_{t+k}^H} \right)^{1-\lambda_H} \left(\frac{\pi_t^H}{\pi_{t+k}^H} \right)^{\lambda_H}$. A partir de la log-linealización de la ecuación (40) se llega a una Curva de Phillips de bienes nacionales.

Importadores de bienes finales al por menor

Al igual que los vendedores de bienes finales, los importadores operan en un mercado con competencia monopolística. Ellos compran un bien homogéneo en el mercado mundial y lo diferencian en un bien final importado $Y_t^M(j)$. Estas firmas tienen una probabilidad $(1 - \phi^M)$ de cambiar sus precios. Las firmas que no ajustan sus precios siguen la siguiente regla:

$$\frac{P_t^M(j)}{P_{t-1}^M(j)} = (\pi_{t-1}^M)^{\lambda_M}. \quad (41)$$

El problema de optimización de estas empresas es similar al caso de los vendedores de bienes finales al por menor y, por tanto, para hallar la Curva de Phillips de bienes importados se maximiza el valor presente descontado de los flujos futuros de beneficios:

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\phi^M)^k \Lambda_{t+k} \left[\frac{P_t^{o,M}(j)}{P_{t+k}^M} \left(\frac{P_{t+k}^M}{P_{t-1}^M} \right)^{\lambda_M} - MC_{t+k}^M \right] Y_{t+k}^M(j) \right\}, \quad (42)$$

donde:

$$Y_{t+k}^M(j) = \left[\frac{P_t^{o,M}(j)}{P_{t+k}^M} \left(\frac{P_{t+k}^M}{P_{t-1}^M} \right)^{\lambda_M} \right]^{-\varepsilon} Y_{t+k}^M, \quad (43)$$

y el costo marginal correspondiente está dado por el costo de adquirir los bienes en el exterior dividido por el precio de las importaciones:

$$MC_t^M = \frac{S_t P_t^*}{P_t^M} \equiv RER_t \frac{P_t}{P_t^M}. \quad (44)$$

Luego, la condición de primer orden derivada del proceso de maximización es la siguiente:

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\phi^M)^k \Lambda_{t+k} \left[\frac{P_t^{o,M}(j)}{P_t^M} \Upsilon_{t,t+k}^M - \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} MC_{t+k}^M \right] (\Upsilon_{t,t+k}^M)^{-\varepsilon} Y_{t+k}^M \right\} = 0, \quad (45)$$

$$\text{donde } \Upsilon_{t,t+k}^M = \left(\frac{P_t^M}{P_{t+k}^M} \right)^{1-\lambda_M} \left(\frac{\pi_t^M}{\pi_{t+k}^M} \right)^{\lambda_M}.$$

La log-linealización de la ecuación (45) permite obtener una Curva de Phillips para los vendedores de bienes finales importados.

4. Empresarios

Los empresarios se dedican a comprar la producción de bienes de capital para luego alquilarla a las empresas productoras de bienes intermedios. Para financiarse, utilizan su propio patrimonio y créditos bancarios (deuda), siendo la hoja de balance del *j*-ésimo empresario:

$$Q_t K_t(j) = CB_t(j) + N_t(j), \tag{46}$$

donde $CB_t(j)$ es el crédito, en términos reales, otorgado al empresario, y $N_t(j)$ es su patrimonio neto. El retorno esperado de los empresarios al comprar cada período los bienes de capital y alquilarlo a los productores de bienes intermedios está dado por la siguiente ecuación:

$$E_t(R_{t+1}^K) = E_t\left(\frac{R_{t+1}^H + (1-\delta)Q_{t+1}}{Q_t}\right), \tag{47}$$

que es la suma del pago recibido por el alquiler del capital de los productores de bienes intermedios R_{t+1}^H más las ganancias por aumentos del precio del capital neto de depreciación, $(1-\delta)Q_{t+1}$, todo ello dividido por el precio, a inicios del período, del capital, Q_t . En tanto, el contrato de deuda financiera óptima, entre el empresario y el banco, se construye a partir de Bernanke et al. (1999). Así, el empresario tiene una tasa de retorno esperada igual a $E_t(\omega_{t+1} R_{t+1}^K)$ por el proyecto de inversión, donde ω_t es una variable aleatoria con distribución Log Normal, con media 1 y varianza $\sigma_{\omega,t}^2$ y se interpreta como el riesgo idiosincrático del empresario. Como en Christiano et al. (2014), se permite que la varianza de su distribución sea variante en el tiempo, reflejando con ello cambios en la percepción del retorno de los empresarios y, por tanto, de riesgo de mora del crédito bancario. Este choque sigue un proceso estocástico AR(1) en logaritmos:

$$\sigma_{\omega,t}^2 = (\bar{\sigma}_{\omega}^2)^{(1-\rho_{\sigma_{\omega}})} (\sigma_{\omega,t-1}^2)^{\rho_{\sigma_{\omega}}} \exp(\varepsilon_t^{\sigma_{\omega}}), \tag{48}$$

donde $\varepsilon_t^{\sigma_{\omega}} \sim N(0, \sigma_{\omega\omega}^2)$. Si $\omega_t > \bar{\omega}_t$, el empresario cumple con la deuda y paga al banco $R_t^L CB_t(j)$, que es la tasa de interés del crédito (tasa activa) multiplicada por el valor del crédito en términos reales. De esperarse $E_t(\omega_{t+1}) = \bar{\omega}_{t+1}$, se cumple la siguiente ecuación:

$$E_t(\bar{\omega}_{t+1} R_{t+1}^K) Q_t K_t(j) = E_t(R_{t+1}^L) CB_t(j) = E_t(R_{t+1}^L) (Q_t K_t(j) - N_t(j)). \tag{49}$$

En cambio si $\omega_t < \bar{\omega}_t$, el empresario cae en *default*, por lo que no puede devolver el préstamo. Sólo el empresario puede conocer la realización de ω , por lo que existe un problema de información asimétrica. El banco puede observar dicho valor sólo bajo un costo de monitoreo que es una proporción $\mu \in [0,1]$ de los beneficios esperados del empresario, es decir, $\mu E_t(\omega_{t+1} R_{t+1}^K) Q_t K_t$. En ese sentido, el contrato de deuda financiera óptima, consiste en maximizar los beneficios esperados del empresario, sujeto a la restricción de participación del banco:

$$\max_{k_t, \bar{\omega}_{t+1}} E_t(\Lambda(\bar{\omega}_{t+1}) R_{t+1}^K Q_t K_t(j)), \tag{50}$$



sujeto a:

$$E_t \left(R_{t+1}^K Q_t K_t(j) \Gamma(\bar{\omega}_{t+1}) \right) \geq E_t \left(R_t (Q_t K_t(j) - N_t(j)) \right), \quad (51)$$

donde $E_t(\Lambda(\bar{\omega}_{t+1}))$ es el porcentaje esperado de las ganancias que obtienen los empresarios y $E_t(\Gamma(\bar{\omega}_{t+1}))$ es el porcentaje esperado de las ganancias, netas del costo de monitoreo, que reciben los bancos. Se debe subrayar que el banco decide dónde colocar sus fondos en exceso, y tiene dos opciones: otorgarle el crédito al empresario o desviar sus fondos hacia el mercado interbancario, donde recibirá una tasa de interés real R_t por ello⁸. Esta particularidad se refleja en la ecuación (51), donde se muestra que el banco participará del contrato de deuda financiera si logra, al menos, una ganancia similar al de su costo de oportunidad. Resolviendo el problema de optimización, se llega a la ecuación:

$$\frac{E_t \left(R_{t+1}^K \right)}{R_t} = \chi \left(\frac{Q_t K_t}{N_t} \right), \quad (52)$$

donde se observa que el *spread* de tasas de interés (llamado también prima de financiamiento externo) es igual a una función χ del ratio de apalancamiento del empresario, donde $\chi(\cdot)$ es creciente y cóncava, de tal forma que, a mayor patrimonio, el costo de financiamiento disminuye. En relación con la evolución del patrimonio empresarial, se supone que existe una fracción $1 - \gamma^e$ de empresarios que “mueren” o dejan de comprar bienes finales en cada período y, por tanto, la fracción γ^e representa a aquellos empresarios que sobreviven al siguiente período. Los empresarios que mueren consumen todos sus recursos propios y son reemplazados por nuevos empresarios que reciben una transferencia inicial de recursos W^e ⁹. De esta manera, la evolución de los recursos propios del empresario se describe así:

$$N_{t+1}(j) = \gamma^e \left[R_{t+1}^K Q_t K_t(j) - R_{t+1}^L C B_t(j) \int_{\bar{\omega}}^{\infty} f(\omega) d\omega - R_{t+1}^K Q_t K_t(j) \int_0^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega \right] + W^e \quad (53)$$

donde la dinámica del patrimonio depende del retorno del proyecto del empresario menos el costo total financiero, que es una suma ponderada cuando el empresario cumple con el crédito —para lo cual tendrá que devolver el préstamo más los intereses— y cuando entra en mora, donde pierde todo el retorno de capital. Finalmente, el consumo de los empresarios que “mueren” en cada período es el siguiente:

$$C_t^e(j) = (1 - \gamma^e) \left[R_{t+1}^K Q_t K_t(j) - R_{t+1}^L C B_t(j) \int_{\bar{\omega}}^{\infty} f(\omega) d\omega - R_{t+1}^K Q_t K_t(j) \int_0^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega \right]. \quad (54)$$

⁸ Donde $R_t = (1 + i_t) E_t \{ P_t / P_{t+1} \}$ es la tasa de interés real.

⁹ Por simplicidad se supone que los empresarios que sobreviven también reciben esta transferencia.

5. Política económica

Política fiscal

La política fiscal se modela de forma simple, encontrándose siempre en equilibrio. En ese sentido, la restricción presupuestaria del gobierno es la siguiente:

$$T_t = P_t G_t, \quad (55)$$

donde G_t es el gasto del gobierno en términos reales. Se asume, como en el caso del consumidor y del productor de bienes de capital, que el gasto de gobierno está compuesto de una canasta de bienes nacionales e importados similares a las ecuaciones (22) y (23):

$$G_t^H = \gamma \left(\frac{P_t^H}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} G_t, \quad (56)$$

$$G_t^M = (1 - \gamma) \left(\frac{P_t^M}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} G_t. \quad (57)$$

Luego, el gasto público sigue un proceso AR(1) en logaritmos:

$$G_t = (G_{t-1})^{\rho_G} \exp(\varepsilon_t^G), \quad (58)$$

donde $\varepsilon_t^G \sim N(0, \sigma_G^2)$.

Política monetaria

La política monetaria se guía por una regla de Taylor con un componente inercial, cuyos coeficientes son optimizados de tal forma que minimicen la función de pérdida del banco central:

$$\min_{\phi_i, \phi_\pi, \phi_y, \phi_s, \phi_{cb}} \sum_{k=0}^{\infty} \beta^k \left[\lambda_\pi \pi_{t+k}^2 + \lambda_y Y_{t+k}^2 + \lambda_i \Delta i_{t+k}^2 \right]. \quad (59)$$

En este trabajo se evalúan cuatro tipos de reglas: (I) responde a desviaciones de la inflación y del PIB; (II) incluye una respuesta al crédito; (III) incluye una respuesta a la depreciación cambiaria, y (IV) incluye una respuesta conjunta a la depreciación cambiaria y al crédito. La forma general de la regla monetaria se describe en la ecuación (60):

$$\left(\frac{1+i_t}{1+i} \right) = \left(\frac{1+i_{t-1}}{1+i} \right)^{\phi_i} \left[\left(\frac{\pi_t}{\pi} \right)^{\phi_\pi} \left(\frac{Y_t}{Y} \right)^{\phi_y} \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right)^{\phi_s} \left(\frac{CB_t}{CB} \right)^{\phi_{cb}} \right]^{(1-\phi_i)}, \quad (60)$$

donde Y es el PIB potencial, i es la tasa de interés natural de la economía, π es la meta inflacionaria o inflación de largo plazo y CB es el nivel potencial del crédito bancario. En tanto, los parámetros λ_y y λ_i representan las preferencias relativas de la autoridad monetaria para la estabilización de los ciclos económicos y el suavizamiento de la tasa de interés, respectivamente, mientras $\lambda_\pi=1$, es el parámetro que mide las preferencias por la estabilización de los precios. En ese sentido, un banco central que se enfoque en la inflación tendría un $\lambda_y < \lambda_\pi$.

Es importante mencionar que la idea de una regla de Taylor con respuesta al tipo de cambio parte de los hechos estilizados que Vegh (2014) analiza cuando evalúa la política monetaria en economías emergentes. En tanto, la adición de una variable financiera en la regla monetaria sigue el trabajo de Curdia y Woodford (2010). Estos autores incluyen tanto el crédito como el *spread* de tasas de interés, y encuentran que es más eficiente el uso del *spread*. A pesar de este resultado, consideramos que la introducción de esta variable (o incluso, el precio de los activos) tiene pocas implicancias prácticas para el quehacer de la autoridad monetaria debido a las múltiples implicancias que un diseño de este tipo genera, como la estructura de tasas y plazos relevantes, la elección de los instrumentos a tomar en cuenta, las complicaciones en economías parcialmente dolarizadas, etcétera.

Por otra parte, los coeficientes óptimos se obtienen a partir de una “búsqueda de malla”. Así, el intervalo de búsqueda de cada parámetro es el siguiente:

$$\phi_i \in [0;1], \phi_\pi \in [1;2], \phi_y \in [0;1], \phi_s \in [0;1], \phi_{cb} \in [0;0.1]$$

La elección del intervalo de búsqueda de los parámetros óptimos se basó en la revisión literaria sobre el tema y a resultados preliminares utilizando algoritmos computacionales¹⁰. Sin embargo, para garantizar que los resultados obtenidos sean óptimos globales, se utilizó una “búsqueda de malla” en los intervalos considerados, con una malla de 0,05 para ϕ_i , ϕ_π , ϕ_y , y ϕ_s , mientras que para el caso de ϕ_{cb} la malla fue de 0,01. En ese sentido, se espera que todas las reglas cumplan con $\phi_\pi \geq 1$ de acuerdo con el Principio de Taylor. Para el caso de la regla (I) se restringen los parámetros $\phi_s = \phi_{cb} = 0$. Para el caso de la regla (II) se asume que $\phi_s = 0$. Para la regla (III) se considera que $\phi_{cb} = 0$. Finalmente, la regla (IV) considera $\phi_s, \phi_{cb} > 0$. De esta manera, el análisis se enfoca en reglas simples óptimas e implementables, tal como se define en Schmitt-Grohé y Uribe (2007). Además, es preciso mencionar que el cálculo de la pérdida social se realizó utilizando los momentos teóricos del modelo.

6. Condiciones de equilibrio de mercado

La agregación de los componentes de consumo —ecuaciones (22), (23) y (25)—, inversión —ecuaciones (35) y (36)— y gasto público —ecuaciones (56) y (57)— permite obtener la demanda por bienes nacionales, importados y de exportación:

$$Y_t^H = \gamma \left(\frac{P_t^H}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} ABS_t, \quad (61)$$

$$Y_t^M = (1 - \gamma) \left(\frac{P_t^M}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} ABS_t, \quad (62)$$

¹⁰ Inicialmente, se utilizó el comando *OSR* implementado en el *Dynare* para la obtención de parámetros óptimos en reglas simples de política. Sin embargo, el algoritmo de optimización se mostró muy sensible a los valores iniciales de los parámetros, por lo que no se podía garantizar la existencia de un óptimo global.

$$Y_t^X = (1 - \gamma^*) \left(\frac{P_t^H}{P_t} \frac{1}{RER_t} \right)^{-\varepsilon_F} Y_t^* \tag{63}$$

donde $ABS_t = C_t + INV_t + G_t + \mu \int_0^{\omega} \omega dF(\omega) R_t^K Q_{t-1} K_t$, es la demanda o absorción interna, $C_t = C_t^f + C_t^e$, es la suma del consumo de la familia (hogares) y de los empresarios, y $\mu \int_0^{\omega} \omega dF(\omega) R_t^K Q_{t-1} K_t$ es el costo agregado del monitoreo bancario. Luego, las demandas por bienes nacionales e importados son:

$$Y_t^H = C_t^H + INV_t^H + G_t^H \tag{64}$$

$$Y_t^M = C_t^M + INV_t^M + G_t^M \tag{65}$$

En tanto, la demanda total por bienes de la economía se obtiene agregando la demanda por bienes nacionales y la de aquellos bienes que se exportan:

$$Y_t(j) = Y_t^H(j) + Y_t^X(j) = \left(\frac{P_t^H(j)}{P_t^H} \right)^{-\varepsilon} Y_t^H + \left(\frac{P_t^X(j)}{P_t^X} \right)^{-\varepsilon} Y_t^X \tag{66}$$

$$Y_t = \frac{1}{n} \int_0^n Y_t(j) dj = \Delta_t^H Y_t^H + \Delta_t^X Y_t^X \tag{67}$$

donde $\Delta_t^H = \frac{1}{n} \int_0^n \left(\frac{P_t^H(j)}{P_t^H} \right)^{-\varepsilon} dj$ y $\Delta_t^X = \frac{1}{n} \int_0^n \left(\frac{P_t^X(j)}{P_t^X} \right)^{-\varepsilon} dj$ son medidas de dispersión

relativa de precios que no tienen impacto en la dinámica del modelo cuando se toma una aproximación de primer orden respecto al estado estacionario. En tanto, de la restricción agregada de la economía se obtiene la siguiente ecuación:

$$\frac{S_t B_t^*}{P_t} - \frac{S_{t-1} B_{t-1}^*}{P_{t-1}} = \frac{NX}{Y} NX_t + \left\{ \frac{(1 + i_{t-1}^*) \frac{S_t}{S_{t-1}}}{1 + \pi_t} \psi_t^E - 1 \right\} \frac{S_{t-1} B_{t-1}^*}{P_{t-1}} \tag{68}$$

donde el lado izquierdo representa el cambio en la posición de activos netos y el lado derecho es la suma de la balanza comercial (NX_t) y la renta de factores (suma de los intereses generados por la posición de activos netos, la valuación del tipo de cambio y los costos de intermediación en el exterior). Finalmente, la evolución del PIB externo, la inflación externa y la tasa de interés externa siguen procesos AR(1) en logaritmos:

$$Y_t^* = (Y_{t-1}^*)^{\rho_{Y^*}} \exp(\varepsilon_t^{Y^*}) \tag{69}$$

$$\pi_t^* = (\pi_{t-1}^*)^{\rho_{\pi^*}} \exp(\varepsilon_t^{\pi^*}) \tag{70}$$

$$i_t^* = (i_{t-1}^*)^{\rho_{i^*}} \exp(\varepsilon_t^{i^*}) \tag{71}$$

donde $\varepsilon_t^{Y^*} \sim N(0, \sigma_{Y^*}^2)$, $\varepsilon_t^{\pi^*} \sim N(0, \sigma_{\pi^*}^2)$ y $\varepsilon_t^{i^*} \sim N(0, \sigma_{i^*}^2)$.



IV. CALIBRACIÓN

La calibración del modelo se describe en el cuadro 2, junto con un rango de valores observados de estudios similares para economías emergentes¹¹. Así, el factor de descuento β es de 0,99, lo que implica una tasa de interés nominal en estado estacionario de 4% anual. En tanto, la depreciación del capital es $\delta=0,025$, es decir, del 10% anual. Se asume una participación del capital (α) de 35% en la función de producción, en tanto que se considera un valor de apertura comercial (γ) del orden del 40%. En relación al consumo de los hogares, el parámetro que rige los hábitos de consumo externos (h) es de 0,75 y la elasticidad de la oferta de trabajo respecto a los salarios (η) es de 1; ambos valores se obtienen de Medina y Soto (2005) y Caputo et al. (2009). En el caso de la elasticidad de sustitución intratemporal entre bienes nacionales e importados (ε_H), se calibra en un valor de 1, cercano al promedio del rango obtenido de estudios similares. Lo mismo sucede con la elasticidad precio de las exportaciones (ε_F). Asimismo, es importante mencionar que se asume una inflación de largo plazo igual a cero ($\pi = 0$). Para la curva de Phillips salarial, los valores de la probabilidad exógena de actualizar salarios (ϕ_L) y de la rigidez salarial (λ_L) son de 0,75 y 0,50, respectivamente, mientras que los márgenes salariales son del orden del 12,5%, por lo que $\varepsilon_L=9$. Para el caso de los costos de ajuste del capital, se considera un valor de $\psi=0,65$, cercano al promedio del rango observado en la literatura. En relación con la curva de Phillips local e importada, se considera que ambas tienen los mismos valores de la probabilidad de Calvo y del grado de indexación a la inflación pasada. Se consideró este supuesto siguiendo a Gertler et al. (2007) que asumen lo mismo aunque en ausencia de indexación. Así, $\phi_H = \phi_M=0,75$, lo que implica que los productores nacionales e importados cambian sus precios cada cuatro trimestres. En tanto, $\lambda_H = \lambda_M=0,50$, mientras que los márgenes de precios son del 20%, lo que implica que $\varepsilon=6$. Para los parámetros financieros, el nivel de apalancamiento empresarial es de 2,05, como en García-Cicco et al. (2014), y la tasa de supervivencia empresarial es de 0,975, en tanto que el premio financiero externo es de 300 puntos base (pb). Es importante recalcar que el valor de la elasticidad de la prima por financiamiento externo de los empresarios ($\chi=0,0546$) es mayor que la considerada en estudios que incluyen el mecanismo de acelerador financiero, aunque se encuentra en el rango de valores calibrados para economías emergentes¹². Por otro lado, la elasticidad del tipo de cambio a la prima de riesgo soberano (ρ) se supone pequeña, en el orden de 0,001. Finalmente, los valores de las preferencias del banco central son de $\lambda_\pi=1$, $\lambda_y=0,5$ y $\lambda_i=0,1$. En el apéndice, específicamente en el cuadro B1, se presenta los valores de estado estacionario derivados de la calibración inicial. Es importante mencionar que se buscó obtener valores de los agregados macroeconómicos que calcen con las regularidades empíricas de economías emergentes. Así, la economía que modelamos tiene, aproximadamente, el 60% del PIB en consumo (familiar y empresarial), el 25% en inversión privada y el 15% en gasto público. Además se asume que es una economía con balanza comercial ligeramente superavitaria en 0,4% del PIB.

11 Rangos obtenidos de la revisión de Medina y Soto (2005), Caputo et al. (2006), López et al. (2008), Castillo et al. (2009), Christiano et al. (2010), Curdia y Woodford (2010), Castillo et al. (2013), Amado (2014), Christiano et al. (2014) y García-Cicco et al. (2014).

12 Elekdag et al. (2006) calibra este valor en 0,048 para el caso coreano; en tanto, Castillo et al. (2009) lo calibran en 0,1 para el caso del Perú.

Cuadro 2

Calibración del modelo DSGE

Parámetro	Símbolo	Valor	Rango (otros estudios)
Factor de descuento	β	0,990	[0,9900; 0,9975]
Tasa de depreciación	δ	0,025	[0,0150; 0,0250]
Participación del capital en la producción	α	0,350	[0,2600; 0,6540]
Apertura comercial	γ	0,400	[0,2500; 0,6000]
Hábitos de consumo externos	h	0,750	[0,7000; 0,9520]
Elasticidad de Frisch	η	1,000	[0,0000; 2,9400]
Margen de precios	ε	6,000	[6,0000; 11,000]
Margen de salarios	ε_L	9,000	[9,0000; 11,000]
Elasticidad de sustitución bienes H/M	ε_H	1,000	[0,5160; 1,7100]
Elasticidad precio de las exportaciones	ε_F	1,000	[0,2500; 1,7100]
Costo de ajuste del capital	ψ	0,650	[0,2340; 0,8800]
Elasticidad prima de riesgo soberano	ρ	0,001	[0,0010; 0,0100]
Probabilidad de Calvo - Salarios	ϕ_L	0,750	[0,6700; 0,9500]
Rigidez salarial	λ_L	0,500	[0,3300; 0,7200]
Probabilidad de Calvo - Bienes internos	ϕ_H	0,750	[0,0750; 0,9800]
Rigidez de precios internos	λ_H	0,500	[0,0230; 0,9900]
Probabilidad de Calvo - Bienes importados	ϕ_M	0,750	[0,4300; 0,9500]
Rigidez de precios importados	λ_M	0,500	[0,0300; 0,7500]
Premio financiero externo	R^K/R	300pb	[300pb; 500pb]
Apalancamiento empresarial	K/N	2,050	[2,0000; 3,8400]
Tasa de supervivencia empresarial	γ^e	0,975	[0,9700; 0,9900]
Preferencia del BC por inflación	λ_π	1,000	--
Preferencia del BC por PIB	λ_y	0,500	--
Preferencia del BC por suavizamiento de tasas	λ_i	0,100	--
Inercia tasa de interés*	ρ_i	0,700	[0,0100; 0,9500]
Respuesta a la inflación*	ρ_π	1,500	[1,3500; 9,3310]
Respuesta al crecimiento*	ρ_y	0,150	[0,0900; 0,3080]
Respuesta al tipo de cambio*	ρ_s	0,250	[0,1300; 0,9500]
Persistencia choque de riesgo	ρ_{so}	0,950	[0,8400; 0,9700]
D.E. choque de riesgo	σ_{so}	0,010	[0,0190; 0,0700]

Fuente: Medina y Soto (2005), Caputo et al. (2006), López et al. (2008), Castillo et al. (2009), Christiano et al. (2010), Curdia y Woodford (2010), Castillo et al. (2013), Amado (2014), Christiano et al. (2014) y García-Cicco et al. (2014). Elaboración propia.

*Calibración base de la regla de política monetaria.



V. RESULTADOS

1. Parámetros óptimos

Los parámetros óptimos obtenidos a partir de la “búsqueda de malla”, así como el resultado cuantitativo de la función de pérdida del banco central se presentan en el cuadro 3. Adicionalmente, se muestran los resultados obtenidos con reglas calibradas con valores estándares en la literatura, además de mostrar las varianzas del producto y la inflación para cada caso. Los resultados se dividen en dos escenarios, dependiendo de si la regla monetaria responde a la depreciación cambiaria o no. El primer hecho a destacar es que, en todas las simulaciones, el parámetro de inercia monetaria es cercano a su límite superior. Ello indica la alta persistencia que la autoridad monetaria impone en el uso de su instrumento con el fin de afectar en mayor medida la demanda agregada y manejar de forma más eficiente las expectativas en un contexto de estrés financiero como el descrito. Asimismo, se destaca que cuando la regla monetaria no responde a las condiciones financieras (reglas I y III), los valores de ϕ_π y ϕ_y son cercanos o iguales al límite superior de su intervalo de búsqueda.

Por otro lado, cuando se introduce una respuesta a las condiciones financieras de la economía (reglas II y IV), los valores de ϕ_π y ϕ_y se reducen y caen cerca del límite inferior del intervalo de búsqueda. En términos de la función de pérdida del banco central, se subrayan dos resultados importantes: (i) no hay una diferencia macroeconómica importante entre la elección de una regla óptima con o sin respuesta cambiaria, y (ii) las reglas óptimas con respuesta financiera son más eficientes en términos macroeconómicos que las reglas óptimas sin respuesta financiera, aunque la diferencia es mínima (una reducción de la pérdida social en torno al 6–8%, impulsada principalmente por una reducción de la volatilidad inflacionaria). El primer resultado se explica por la correlación positiva entre inflación y tipo de cambio generado por el choque de riesgo. Al ir ambas en la misma dirección, la inclusión de la depreciación cambiaria en la regla de Taylor no genera conflictos con el objetivo de estabilización de precios de la autoridad monetaria, lo que sí puede suceder con otra clase de choques (por ejemplo, choques de costo o de productividad)¹³. En ese sentido, la combinación lineal óptima entre ϕ_π y ϕ_s no inhibe el *trade-off* entre inflación y producto, por lo que la elección de parámetros óptimos con presencia de depreciación cambiaria no varía significativamente respecto al caso en que está ausente.

13 Asimismo, se debe tener en cuenta que lo que se incluye en la regla monetaria es la primera diferencia del tipo de cambio, cuya magnitud es mucho menor que la de alguna variable tipo brecha, por lo que en términos cuantitativos su inclusión no genera diferencias considerables.

En cuanto al segundo resultado, se debe tener en cuenta que, si bien el valor óptimo de ϕ_{cb} es pequeño, ello se explica por la fuerte reducción del crédito bancario dado el choque de riesgo financiero (véase las funciones impulso respuesta). Por otra parte, se subraya que la adición de una respuesta financiera en la regla de Taylor reduce la volatilidad macroeconómica a través de dos canales. El primero de ellos se explica por la correlación positiva entre PIB y crédito ante un choque de riesgo financiero, por lo que la inclusión de una respuesta al crédito bancario implica un mayor interés hacia el propósito de estabilización del producto, lo que ayuda a reducir su volatilidad. El segundo canal es el de expectativas. La inclusión de una respuesta financiera implica que —ante un choque de riesgo— los agentes esperan una mayor reducción de la tasa de interés, lo que se traduce en mayores presiones depreciatorias y, por tanto, inflacionarias. En consecuencia, las expectativas inflacionarias aumentan, por lo que el banco central actúa óptimamente reduciendo la importancia relativa de la estabilización del producto en su regla (por tanto, el valor óptimo de ϕ_y se encuentra cercano al límite inferior del intervalo de búsqueda), logrando con ello reducir la volatilidad de la inflación al “convencer” a los agentes sobre su mayor interés en la estabilización de precios.

Cuadro 3

Regla de Taylor óptima

Parámetro	Calibrada	(I)	(II)	Calibrada	(III)	(IV)
ϕ_i	0,75	0,95	0,95	0,75	0,95	–
ϕ_π	1,50	2,00	1,10	1,50	2,00	1,00
ϕ_y	0,25	0,75	0,05	0,25	1,00	0,05
ϕ_s	--	--	--	0,25	0,45	0,10
ϕ_{cb}	–	–	0,01	–	–	0,01
Pérdida social	0,6681	0,4426	0,4072	0,7238	0,4339	0,4068
σ_π^2	0,0761	0,1429	0,1124	0,0498	0,1419	0,1128
σ_y^2	1,1827	0,5993	0,5897	1,3479	0,5839	0,5878
Relativo a Ramsey (%)	123,5	48,1	36,2	142,2	45,2	36,1

Fuente: Elaboración propia.

(I): Tradicional, (II) Crédito, (III) Respuesta cambiaria, (IV) II + III.

Pérdida social de política a la Ramsey: 0,2989.

La función de pérdida social se cuantifica a partir de momentos teóricos del modelo.



Finalmente, el cuadro 3 presenta la diferencia porcentual en pérdida social de cada regla simple óptima respecto de una regla monetaria óptima a la Ramsey (sin restricciones). En ese sentido, se observa que las reglas calibradas son más que el doble de ineficientes respecto de la política a la Ramsey. En tanto, las reglas simples óptimas reducen esta distancia: cuando no responden a las condiciones financieras son entre 45 y 48% más ineficientes en términos de volatilidad macroeconómica; cuando sí responden a las condiciones financieras, la diferencia entre una regla simple óptima y una a la Ramsey es alrededor de 36% en términos de pérdida social.

2. Funciones impulso-respuesta

Los gráficos 2 y 3 presentan las funciones impulso-respuesta (IR) de las principales variables del modelo ante un choque de riesgo financiero. Las gráficas se separan de acuerdo con la regla monetaria si contiene a la depreciación cambiaria, aunque como se vio en la sección anterior, las diferencias cuantitativas entre ambos escenarios son pequeñas. Así, en el gráfico 2, la regla monetaria responde a la inflación y al producto, en tanto en el gráfico 3 la regla contiene, además, una respuesta a la depreciación cambiaria. En ambas gráficas se presentan las reglas calibradas, las reglas tradicionales optimizadas (reglas I y III) y las reglas optimizadas con respuesta financiera (reglas II y IV). La dinámica macroeconómica es similar en ambos gráficos: un choque de riesgo financiero incrementa la percepción de incumplimiento de la economía, por lo que los bancos restringen la oferta de crédito, aumentando su costo (la tasa activa). Se destaca la fuerte caída del crédito bancario que genera una reducción de alrededor del 25% respecto a su tendencia hacia el trimestre 15. Al tener menos recursos a disposición, los empresarios demandan menos capital, lo que reduce la inversión y la producción de bienes intermedios, disminuyendo con ello el PIB. La respuesta de política monetaria es el recorte de la tasa de interés; sin embargo, dado que nos encontramos en una economía pequeña y abierta, el accionar monetario provoca una depreciación cambiaria que contrarresta la caída del costo marginal de producción, generando presiones inflacionarias. De cómo reaccione la autoridad monetaria ante la disyuntiva de estabilizar inflación y producto dependerá la respuesta del consumo.

En general, la tasa de interés real cae inicialmente debido al aumento inicial de las expectativas de inflación; sin embargo, conforme la autoridad monetaria sea más restrictiva al responder a la inflación (incremento de la tasa nominal), la tasa real volverá a su nivel inicial. La respuesta del consumo, en ese sentido, es de un incremento inicial que se compensa con una posterior caída respecto de su estado estacionario. Las diferencias entre reglas con y sin respuesta a factores financieros se observan principalmente en la dinámica de la tasa de interés, de la inflación, del PIB y del consumo. Diferencias leves se muestran también en la respuesta del tipo de cambio y de la inversión. En síntesis, cuando el banco central responde al crédito bancario, tiende a actuar de forma más restrictiva para combatir las expectativas inflacionarias. En un contexto económico con expectativas racionales, los agentes incorporan la respuesta del banco central al crédito, esperando que ante un choque de riesgo financiero se genere una reducción de la tasa de interés más agresiva de la autoridad monetaria, lo que provocaría una mayor depreciación cambiaria y, por tanto, mayores presiones inflacionarias.

Las mayores expectativas de inflación “obligan” al banco central a elevar su tasa de interés para hacerle frente y mantener la credibilidad de su meta de inflación. Esto no sucede cuando la regla monetaria optimizada responde sólo al PIB y a la inflación (o eventualmente al tipo de cambio). En ese escenario, los agentes consideran *ex ante* que el banco central priorizará la estabilización de precios, lo que brinda cierto espacio a la autoridad monetaria para que, ante el choque financiero, reduzca su tasa e incentive con ello la demanda. Como conclusión del ejercicio, se destaca que un choque de riesgo financiero implica una disyuntiva para la autoridad monetaria de una economía pequeña y abierta: ante la caída repentina del PIB, el banco central buscará estabilizar la actividad económica reduciendo su tasa a costa de una mayor depreciación cambiaria que genera presiones inflacionarias. En relación con la pérdida social generada por el choque financiero, se observa que responder a las condiciones financieras reduce ligeramente la volatilidad macroeconómica entre 6 y 8% respecto al escenario donde existen reglas “tradicionales” optimizadas.

Gráfico 2

Respuesta a un choque de una desviación estándar de riesgo financiero con una regla de Taylor que incluye una respuesta al crédito

$$\text{Regla de Taylor: } \left(\frac{1+i_t}{1+i} \right) = \left(\frac{1+i_{t-1}}{1+i} \right)^{\phi_i} \left[\left(\frac{\pi_t}{\pi} \right)^{\phi_\pi} \left(\frac{Y_t}{Y} \right)^{\phi_y} \left(\frac{CB_t}{CB} \right)^{\phi_{cb}} \right]^{(1-\phi_i)}$$

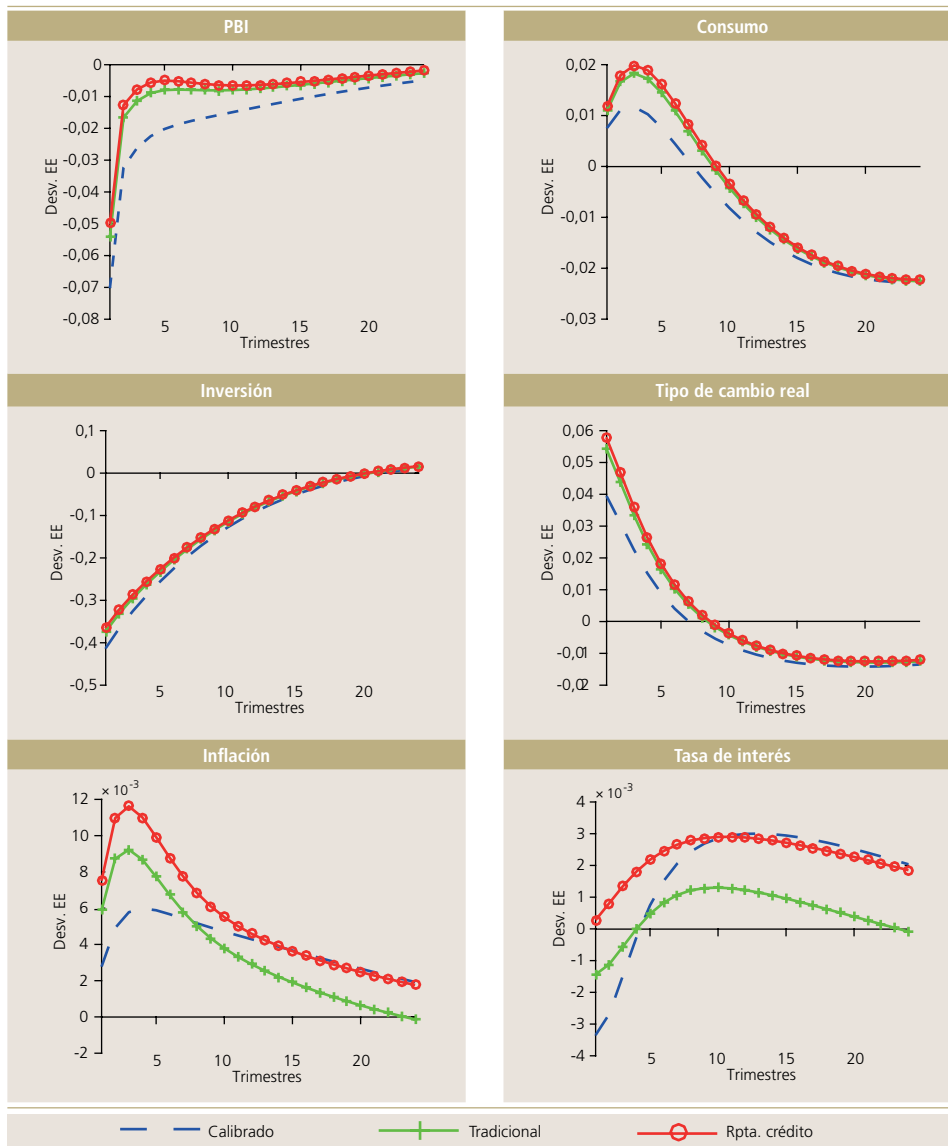


Gráfico 2 (continuación)

Respuesta a un choque de una desviación estándar de riesgo financiero con una regla de Taylor que incluye una respuesta al crédito

$$\text{Regla de Taylor: } \left(\frac{1+i_t}{1+i} \right) = \left(\frac{1+i_{t-1}}{1+i} \right)^{\phi_i} \left[\left(\frac{\pi_t}{\pi} \right)^{\phi_\pi} \left(\frac{Y_t}{Y} \right)^{\phi_y} \left(\frac{CB_t}{CB} \right)^{\phi_{cb}} \right]^{(1-\phi_i)}$$

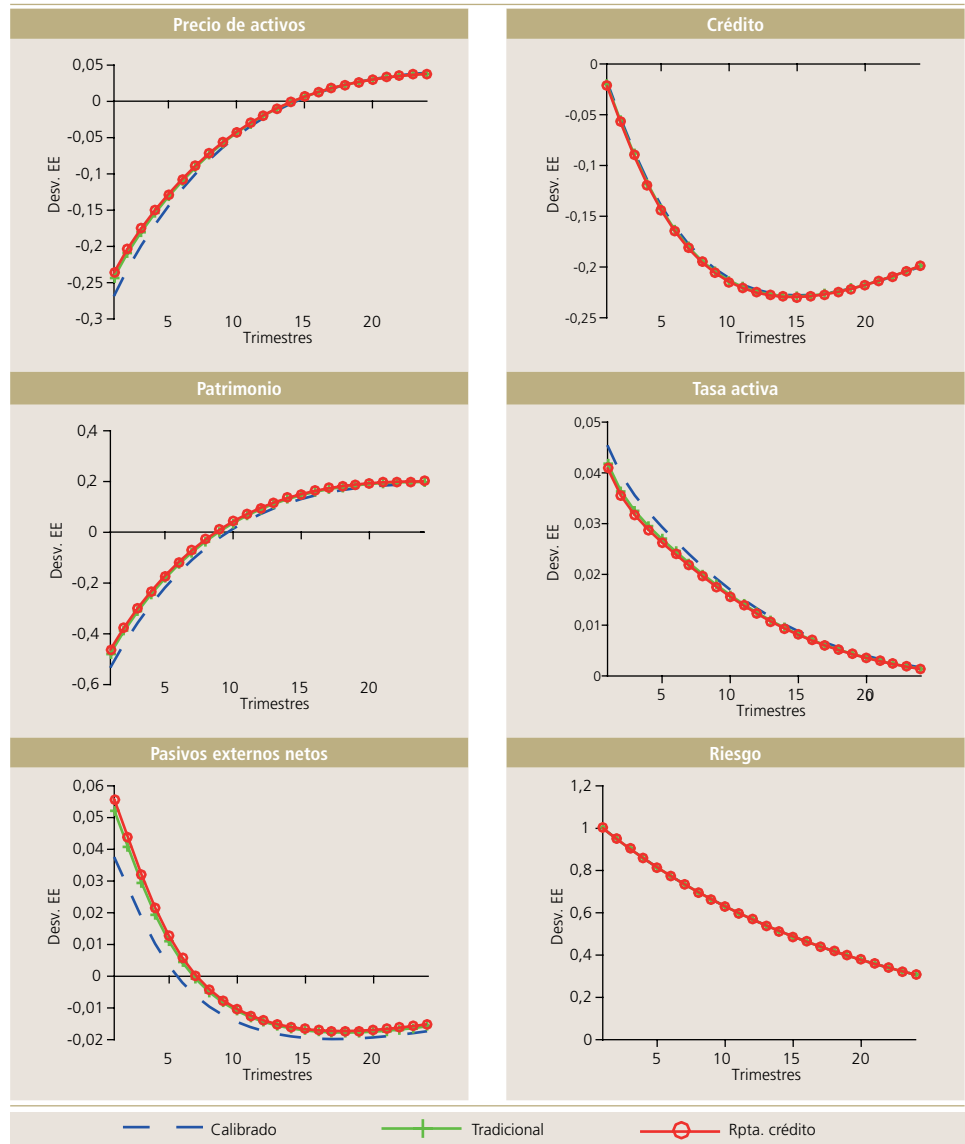


Gráfico 3

Respuesta a un choque de una desviación estándar de riesgo financiero con una regla de Taylor que incluye una respuesta a la depreciación cambiaria y al crédito

$$\text{Regla de Taylor: } \left(\frac{1+i_t}{1+i} \right) = \left(\frac{1+i_{t-1}}{1+i} \right)^{\phi_i} \left[\left(\frac{\pi_t}{\pi} \right)^{\phi_\pi} \left(\frac{Y_t}{Y} \right)^{\phi_y} \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right)^{\phi_s} \left(\frac{CB_t}{CB} \right)^{\phi_{cb}} \right]^{(1-\phi_i)}$$

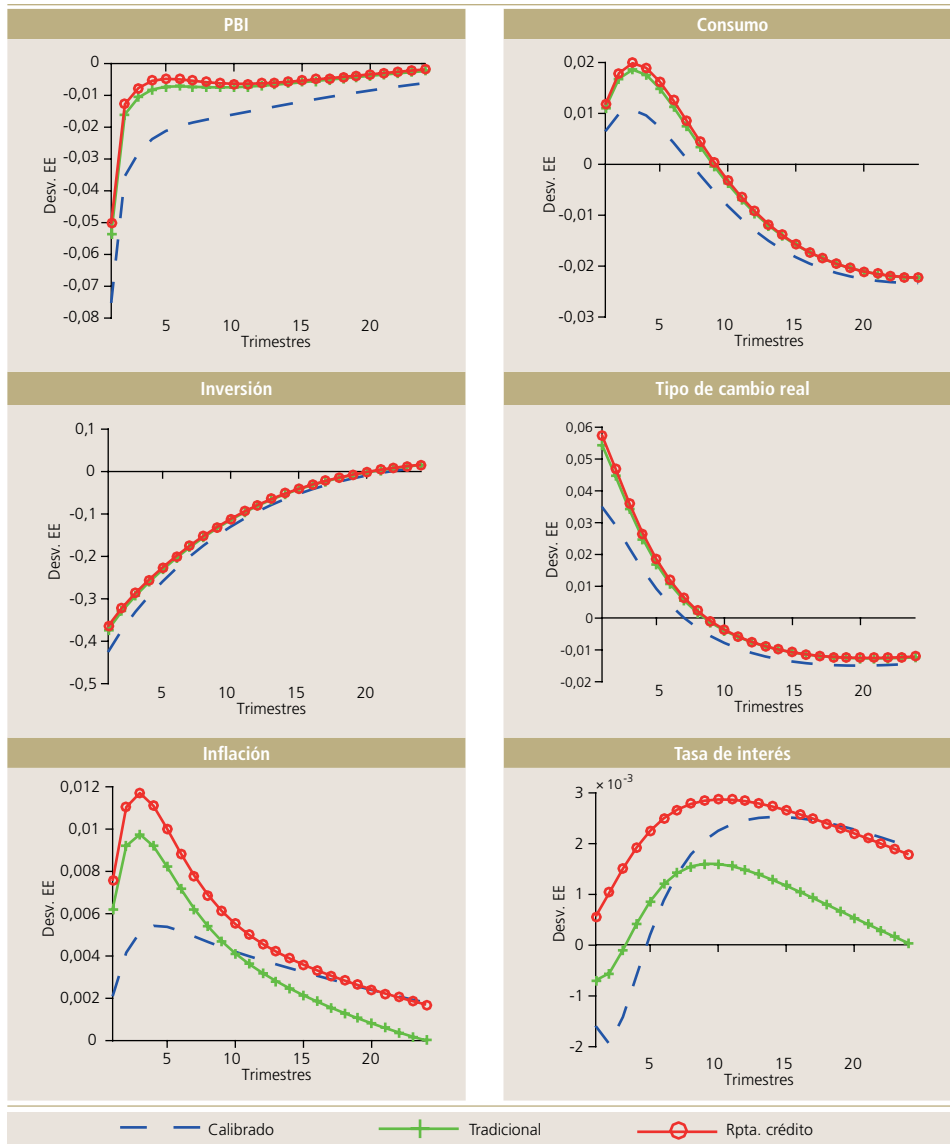
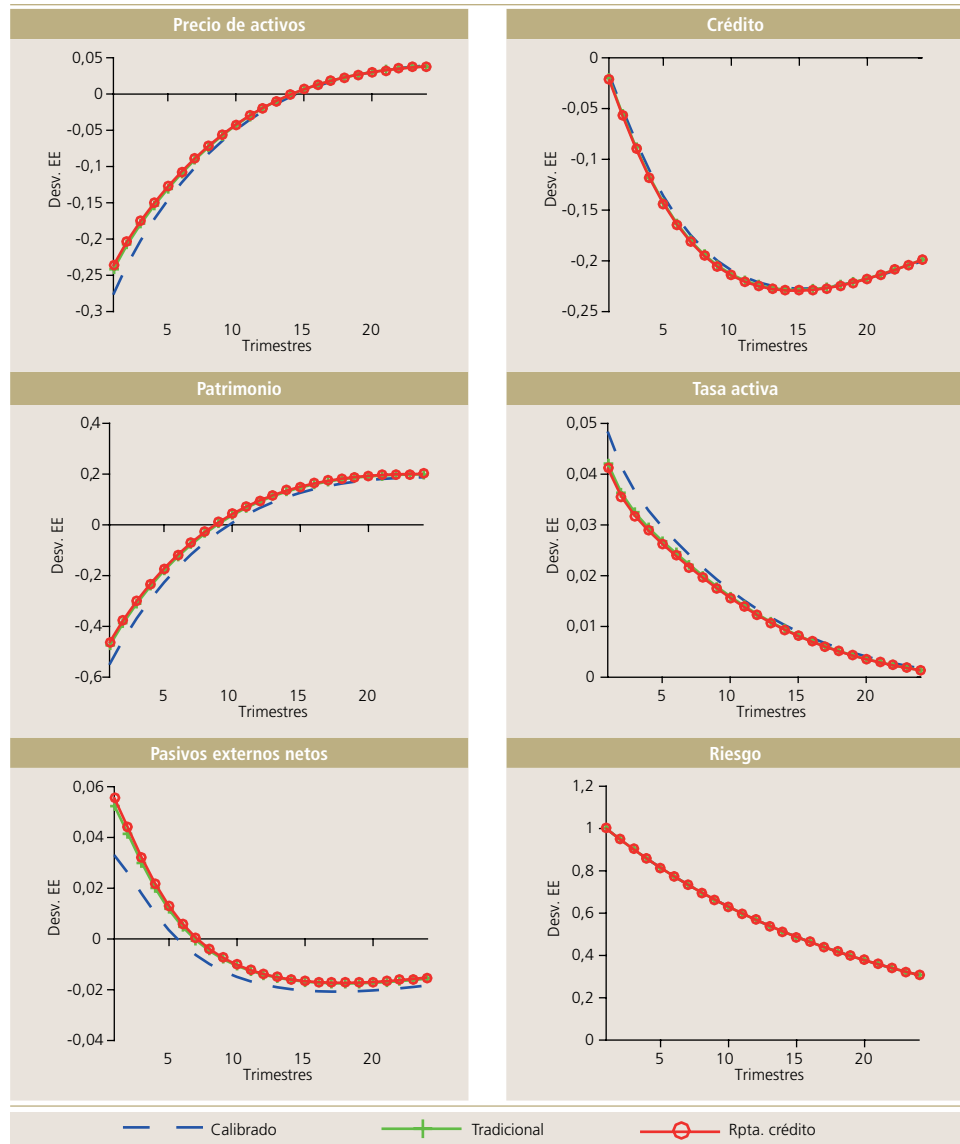


Gráfico 3 (continuación)

Respuesta a un choque de una desviación estándar de riesgo financiero con una regla de Taylor que incluye una respuesta a la depreciación cambiaria y al crédito

$$\text{Regla de Taylor: } \left(\frac{1+i_t}{1+i} \right) = \left(\frac{1+i_{t-1}}{1+i} \right)^{\phi_i} \left[\left(\frac{\pi_t}{\pi} \right)^{\phi_\pi} \left(\frac{Y_t}{Y} \right)^{\phi_y} \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right)^{\phi_s} \left(\frac{CB_t}{CB} \right)^{\phi_{cb}} \right]^{(1-\phi_i)}$$



3. Herramientas más allá de la tasa de interés

¿Cómo reducir el costo macroeconómico frente a un choque de riesgo? La respuesta de la sección anterior sería aplicando una regla de Taylor con respuesta a las condiciones financieras. Sin embargo, el *trade-off* entre inflación y producto no es reducido significativamente. Una respuesta, asociada al análisis de política de la reciente crisis financiera internacional, es la introducción de una regla macroprudencial¹⁴, al estilo de lo que se plantea en Basilea III. Se define la política macroprudencial como el conjunto de herramientas que buscan disminuir el riesgo sistémico y el carácter procíclico de las variables financieras de forma tal que suavicen los efectos de choques financieros sobre el comportamiento macroeconómico¹⁵. Si bien la necesidad de aplicar estas políticas a nivel global surgió a partir de la crisis financiera internacional de los años 2007–2009, países como España¹⁶ y Perú, o el continente asiático, ya han venido aplicándolas. Algunas de las herramientas utilizadas son los límites a la exposición de moneda extranjera en instituciones financieras así como herramientas cíclicas que están relacionadas con el crecimiento del crédito bancario (como las provisiones dinámicas). Lo que se propone en Basilea III, por ejemplo, es la introducción de *buffers* de capital en los sistemas bancarios. Es decir, por encima del rango mínimo de requerimientos de capital, los bancos estarían obligados a mantener ciertos niveles de patrimonio bancario, cuya magnitud dependería de un indicador macroeconómico (por lo general el ciclo del PIB o una medida similar, como el crédito como porcentaje del PIB). La naturaleza de la regla implica un carácter procíclico en el patrimonio bancario; así, cuando la economía se encuentre en auge, los bancos acumularían más capital y cuando la economía entre en recesión los bancos desacumularían capital. De esta forma se espera que las instituciones financieras internalicen las condiciones del entorno macroeconómico en sus operaciones¹⁷. Siguiendo a Kannan et al. (2012) y Amado (2014), una forma de introducir una regla macroprudencial es añadiendo un componente a la ecuación (52):

$$\frac{E_t(R_{t+1}^K)}{R_t} = \chi \left(\frac{Q_t K_t}{N_t} \right) MP_t \quad (72)$$

donde MP_t es el componente macroprudencial. En términos log-lineales, la regla macroprudencial es la siguiente:

$$\hat{m}p_t = \rho_{mp} \hat{m}p_{t-1} + (1 - \rho_{mp}) \rho_y \hat{y}_t \quad (73)$$

La regla contiene un elemento inercial y un componente de respuesta al ciclo del PIB con coeficiente positivo¹⁸. Así, se espera que en épocas de auge económico ($\hat{y}_t > 0$), se encarezca el costo del crédito, dado un aumento de mp_t . En tanto,

14 No solo puede pensarse en reglas macroprudenciales, sino también en el manejo de tasas de encaje. Lo importante aquí, es el carácter procíclico que la regla —cualquiera sea— impone en el spread de tasas de interés y, en consecuencia, en el crédito.

15 Tomado de Brockmeijer et al. (2011).

16 Véase Saurina (2009).

17 Véase Contreras (2011).

18 A diferencia de los trabajos referenciados, que tienen una regla macroprudencial con respuesta al crédito o a su variación, se sigue la práctica impuesta por las reglas de provisiones dinámicas y requerimientos de capital del Perú.

con recesión ($\hat{y}_t < 0$) el componente macroprudencial se reducirá, reduciendo el costo del crédito, lo que incentivará la inversión. Es importante subrayar que, en la simulación base, se considera un valor de $\rho_{mp} = 0$, ello con el fin de reducir la dimensionalidad del espacio de parámetros y el costo computacional de la obtención de parámetros óptimos, aunque en la sección VI se relaja parcialmente este supuesto. En tanto, a diferencia de los trabajos ya referenciados, el valor de ρ_y también es óptimo en la medida en que minimiza la función de pérdida establecida en la ecuación (59) de forma conjunta con la optimización de la regla monetaria. Esta estrategia puede interpretarse como el accionar de una autoridad monetaria con dos instrumentos —monetario y macroprudencial— bajo su responsabilidad y en el que las decisiones de política macroprudencial son tomadas de forma contemporánea a las de política monetaria. El intervalo de búsqueda de este parámetro es $\rho_y \in [0, 1]$, con una malla de 0,05. Los resultados se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4

Regla de Taylor óptima + regla macroprudencial óptima

Parámetro	Calibrada	(I)	(II)	Calibrada	(III)	(IV)
ϕ_i	0,75	0,95	0,95	0,75	0,95	0,95
ϕ_π	1,50	1,95	1,95	1,50	2,00	2,00
ϕ_y	0,25	0,35	0,35	0,25	0,40	0,40
ϕ_s	--	--	--	0,25	0,10	0,10
ϕ_{cb}	--	--	0,00	--	--	0,00
ρ_y	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
Pérdida social	0,6681	0,2788	0,2788	0,7832	0,2786	0,2786
σ_π^2	0,0761	0,0408	0,0408	0,0498	0,0415	0,0415
σ_y^2	1,187	0,4761	0,4761	1,3479	0,4743	0,4743
Relativo a Ramsey (%)	123,5	-6,7	-6,7	142,2	-6,8	-6,8

Fuente: Elaboración propia.

(I): Tradicional, (II) Crédito, (III) Respuesta cambiaria, (IV) II + III.

Pérdida social de política a la Ramsey: 0,2989.

La función de pérdida social se cuantifica a partir de momentos teóricos del modelo.



Parámetros óptimos

El primer hecho a destacar en los resultados es que el valor de ρ_y , que puede interpretarse como la respuesta del instrumento macroprudencial a las condiciones macroeconómicas, es el máximo posible dado su intervalo de búsqueda, lo que permite inferir la necesidad de respuestas de política de gran magnitud orientadas hacia el sector financiero de la economía ante un choque de riesgo financiero. Por el lado de la regla monetaria, se destacan dos resultados: (i) el valor del parámetro de respuesta al producto (ϕ_y) se reduce a la mitad respecto a lo mostrado en el cuadro 3, que se explica porque la presencia de la regla macroprudencial ayuda sustancialmente en la estabilización del producto al “atacar” directamente la raíz del problema, que es el sector crediticio, evitando con ello un menor financiamiento a los empresarios y, por consiguiente, una menor inversión, y (ii) en presencia de una regla macroprudencial, no es óptimo responder a las condiciones financieras a través de la regla de Taylor. El parámetro ϕ_{cb} en las simulaciones toma el valor de cero, por lo que una respuesta financiera del banco central mediante la tasa de interés no genera ganancias macroeconómicas.

Asimismo, si se observa los valores de la función de pérdida monetaria, se destaca la importante reducción de la volatilidad macroeconómica cuando hay una regla macroprudencial en la economía. Si comparamos las reglas optimizadas del cuadro 4 con las del cuadro 3, la pérdida social se reduce entre 31 y 37% cuando hay una regla macroprudencial, explicada principalmente por la caída de la volatilidad inflacionaria. De aquí se infiere que la introducción de una regla macroprudencial es aproximadamente cinco veces más eficiente que el uso de la tasa de interés para hacer frente a un choque de riesgo financiero. Otro punto a destacar es que la presencia de la depreciación cambiaria en la regla monetaria no genera ganancias significativas en términos de estabilización macroeconómica, dada la presencia de una regla macroprudencial. Finalmente, se presenta la distancia relativa de cada una de las reglas simples óptimas respecto de la regla monetaria a la Ramsey. Un hecho a subrayar es que, con la presencia de la regla macroprudencial en la economía, la pérdida social es menor que la asociada a la de una regla sin restricciones. En el escenario propuesto en este ejercicio (regla simple óptima más componente macroprudencial), la volatilidad macroeconómica es menor entre 6,7 y 6,8% respecto al caso en que la economía cuenta con una regla monetaria óptima a la Ramsey.

Funciones impulso-respuesta

Con el fin de observar la dinámica de las variables macroeconómicas en presencia de la regla macroprudencial, se presenta el gráfico 4, que muestra las funciones impulso-respuesta cuando la regla de Taylor ofrece respuestas óptimas a la inflación y al PIB. Ante un choque de riesgo financiero, la regla macroprudencial reduce su efecto sobre el costo del crédito, que aumenta en menor medida respecto al caso de ausencia de la regla macroprudencial, reduciendo su impacto en el crédito —que se reduce hasta en 15% respecto a su tendencia hacia el trimestre 15°— y la inversión. Ello permite que la política monetaria responda con un ajuste de tasas de interés menor, que la depreciación cambiaria sea más leve y, por tanto, que la inflación y las expectativas inflacionarias sean menores que en el modelo base. Como conclusión se destaca que el *mix* de política que es más eficiente para combatir la inestabilidad financiera es una regla monetaria tradicional, es decir, sin respuesta al crédito bancario, más una regla macroprudencial. En ese sentido, el instrumento macroprudencial ayuda a la política monetaria a enfrentar de forma más eficiente su *trade-off* de política o, en otras palabras, a enfocarse en su objetivo más importante —dadas sus preferencias— que es la estabilidad de precios. Así, para economías pequeñas y abiertas, es preferible utilizar otras herramientas para lidiar con la inestabilidad financiera antes que usar sólo el instrumento monetario.

Gráfico 4

Respuesta a un choque de una desviación estándar de riesgo financiero cuando la economía cuenta con una regla macroprudencial.

Regla de Taylor:
$$\left(\frac{1+i_t}{1+i}\right) = \left(\frac{1+i_{t-1}}{1+i}\right)^{\phi_i} \left[\left(\frac{\pi_t}{\pi}\right)^{\phi_\pi} \left(\frac{Y_t}{Y}\right)^{\phi_y} \right]^{(1-\phi_i)}$$

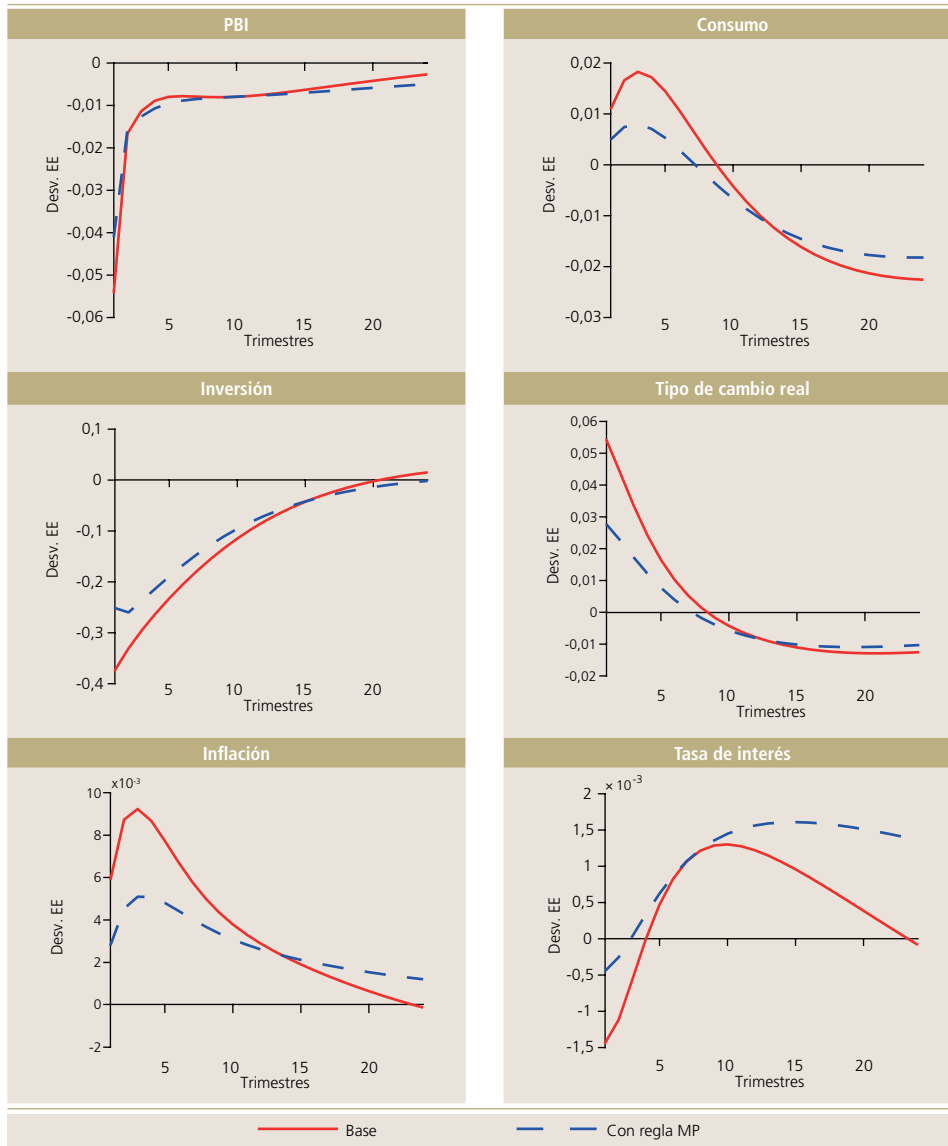
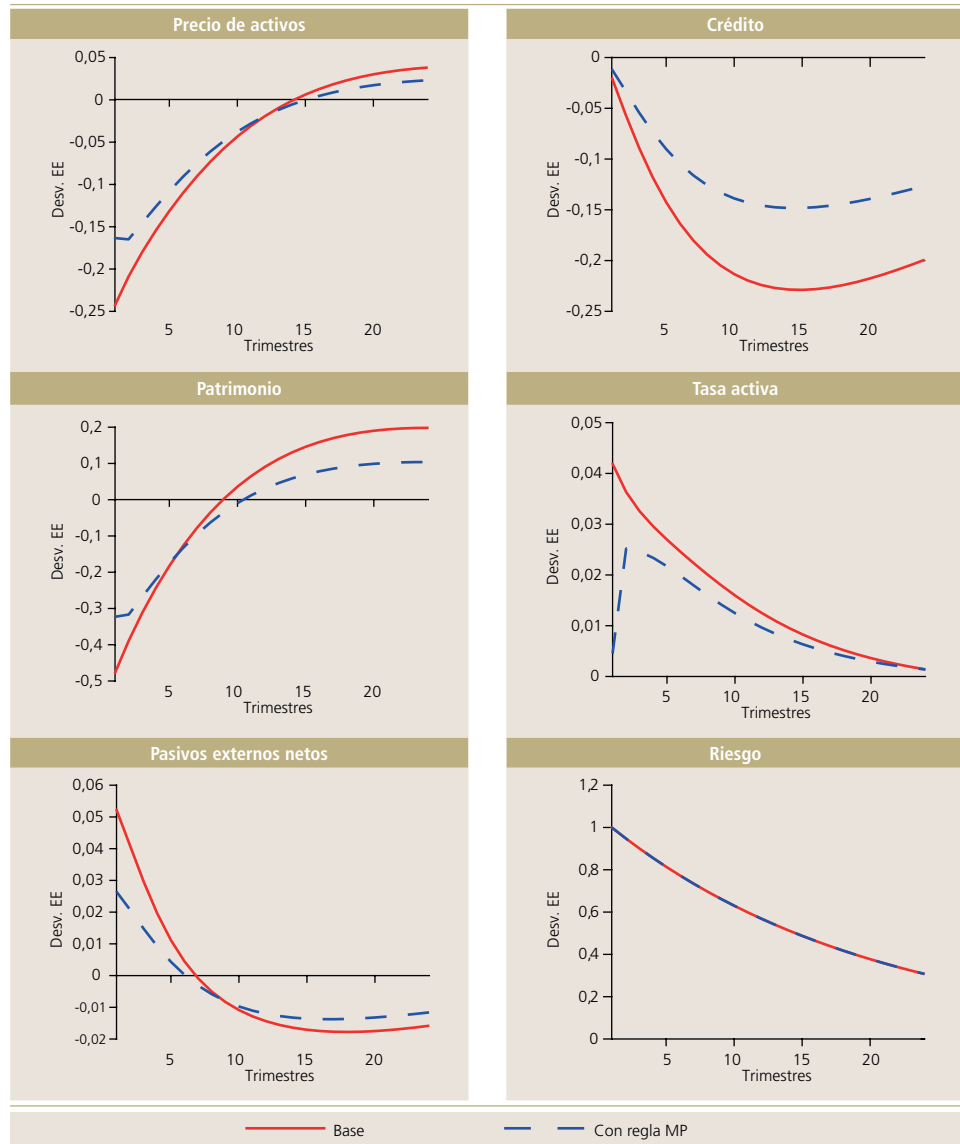


Gráfico 4 (continuación)

Respuesta a un choque de una desviación estándar de riesgo financiero cuando la economía cuenta con una regla macroprudencial.

$$\text{Regla de Taylor: } \left(\frac{1+i_t}{1+i} \right) = \left(\frac{1+i_{t-1}}{1+i} \right)^{\phi_i} \left[\left(\frac{\pi_t}{\pi} \right)^{\phi_\pi} \left(\frac{Y_t}{Y} \right)^{\phi_y} \right]^{(1-\phi_i)}$$





VI. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En esta sección planteamos cuatro tipos de análisis de robustez de los resultados, modificando parámetros o ecuaciones de equilibrio del modelo. El primero de ellos evalúa si los resultados varían cuando cambia el parámetro de persistencia de la regla macroprudencial (ρ_{mp}); el segundo ejercicio modifica el parámetro de preferencia del banco central por la estabilización del PIB (λ_y), mientras el tercer análisis considera cambios en la naturaleza del choque de riesgo, principalmente variando su parámetro de persistencia ($\rho_{\sigma\omega}$). En el último ejercicio, se evalúa la robustez de los resultados bajo distintos grados de rigidez salarial y de indexación del salario a la inflación.

1. Naturaleza de la regla macroprudencial

En el cuadro 5 se presentan los parámetros óptimos y la magnitud de la pérdida social cuando nos alejamos del supuesto de $\rho_{mp} = 0$. El objetivo es evaluar si sigue siendo óptimo para la autoridad monetaria no responder a las condiciones financieras en presencia de una regla macroprudencial. No se consideran reglas con respuesta a la depreciación cambiaria debido a que, como se mostró en la sección V, no generan diferencias significativas en términos de reducción de volatilidad macroeconómica. En relación con los parámetros óptimos, no existen diferencias importantes con lo obtenido en el cuadro 4. Lo destacable es que aún cuando la persistencia de la regla macroprudencial aumenta, sigue siendo óptimo no responder a las condiciones financieras en tres de los cuatro casos presentados. Solamente cuando la regla macroprudencial es muy persistente ($\rho_{mp} = 0,99$), se hace necesaria una respuesta de la regla monetaria a las condiciones financieras, y aún con ello, la pérdida social es mucho mayor que en los otros casos. En ese sentido, se puede argumentar que para hacer frente al choque de riesgo financiero se hace necesario diseñar una regla macroprudencial flexible que permita adecuarse con mayor capacidad a las condiciones macroeconómicas de corto plazo.

Cuadro 5

Análisis de sensibilidad, con diversos valores de ρ_{mp}

ρ_{mp}		ρ_i	ϕ_π	ϕ_y	ϕ_{cb}	ρ_y	Pérdida social
*0,25	Regla I	0,95	1,95	0,35	--	1,00	0,2802
	Regla II	0,95	1,95	0,35	0,00	1,00	0,2802
*0,50	Regla I	0,95	2,00	0,40	--	1,00	0,2839
	Regla II	0,95	2,00	0,40		1,00	0,2839
*0,75	Regla I	0,95	2,00	0,40	--	1,00	0,2958
	Regla II	0,95	2,00		0,00	1,00	0,2958
*0,99	Regla I	0,95	2,00	0,70	--	0,60	0,4285
	Regla II	0,95			0,02	0,50	0,4023

Fuente: Elaboración propia.

(I): Tradicional y (II) Respuesta al crédito.

La función de pérdida social se cuantifica a partir de momentos teóricos del modelo.

2. Naturaleza del choque financiero

En este ejercicio se modifica el parámetro de persistencia del choque de riesgo, reduciéndolo casi a la mitad ($\rho_{\sigma\omega} = 0,50$) y se evalúa la robustez de los resultados presentados en la sección anterior. Los resultados se presentan en el cuadro 6. En relación con los parámetros óptimos, los valores de ϕ_{π} y ϕ_y no varían respecto al caso en que $\rho_{\sigma\omega} = 0,95$, sin embargo llama la atención el valor pequeño que toma el parámetro de inercia de la regla monetaria, lo que indica que, ante un choque de menor persistencia, el banco central requiere actuar con mayor fuerza en el corto plazo. Por otra parte, se subrayan dos hechos importantes: (i) la inclusión de una respuesta a la depreciación cambiaria en la regla de Taylor sí reduce la volatilidad macroeconómica cuando el choque de riesgo es menos persistente, aunque el monto de reducción es pequeño (entre 6 y 7%), y (ii) en este escenario sí es óptima una respuesta monetaria a las condiciones financieras, aunque la reducción de la pérdida social cuando se actúa de esta forma es muy pequeña y poco significativa en términos macroeconómicos (una reducción de entre 0,2 y 0,7% respecto a las reglas “tradicionales”).

Cuando se incluye una regla macroprudencial en la economía, los resultados —en relación con los parámetros óptimos— no cambian significativamente. Sin embargo, en términos de pérdida social, la inclusión del término macroprudencial ayuda a reducir la volatilidad macroeconómica en alrededor de 23% respecto al escenario en el que está ausente. Si bien se puede considerar óptima una respuesta monetaria a las condiciones financieras cuando el choque de riesgo es menos persistente, aún se mantiene la conclusión de la sección anterior: es más eficiente en términos macroeconómicos la inclusión de una regla macroprudencial sin respuesta monetaria a las condiciones financieras para hacer frente a la inestabilidad financiera.

Cuadro 6

Análisis de sensibilidad, con $\rho_{\sigma\omega} = 0,50$

$\rho_{\sigma\omega}$		ρ_i	ϕ_{π}	ϕ_y	ϕ_s	ϕ_{cb}	ρ_y	Pérdida social
*0,50	Regla I	0,25	2,00	1,00	--	--	--	0,0294
	Regla II	0,25	2,00	1,00	--	--	--	0,0292
	Regla III	0,00	2,00	1,00	0,65	--	--	0,0275
	Regla IV	0,00	2,00	1,00	0,65	--	--	0,0274
con regla macroprudencial								
	Regla I	0,30	2,00	1,00	--	--	1,00	0,0226
	Regla II	0,30	2,00	1,00	--	--	1,00	0,0223
	Regla III		2,00	1,00	0,70	--	1,00	0,0213
	Regla IV		2,00	1,00	0,65	0,02	1,00	0,0212

Fuente: Elaboración propia.

(I): Tradicional, (II) Crédito, (III) Respuesta cambiaria, (IV) II + III.

La función de pérdida social se cuantifica a partir de momentos teóricos del modelo.



3. Preferencias de la autoridad monetaria

En esta sección se varía el parámetro de preferencias del banco central. Se presentan tres escenarios: (i) cuando $\lambda_y = 0$, lo que implica que el banco central tiene como objetivo principal la estabilización de precios; (ii) cuando $\lambda_y = 1$, por lo que la autoridad monetaria considera ambos objetivos —estabilización de precios y de producto— al mismo nivel de importancia, y (iii) cuando $\lambda_y = 1,5$, lo que implica que la autoridad monetaria tiene mayores preferencias por la estabilización del PIB. En el cuadro 7 se presentan los resultados de los parámetros óptimos y la pérdida social asociada a cada escenario y a cada una de las reglas monetarias propuestas. Cuando el banco central se interesa sólo por la estabilización de precios ($\lambda_y = 0$), el parámetro de respuesta al PIB es pequeño en magnitud y toma mayor importancia la respuesta a la depreciación cambiaria. Así, cuando $\phi_s > 0$, la volatilidad macroeconómica¹⁹ se reduce en 68% respecto a los casos en que no hay una respuesta cambiaria. En este escenario no es óptimo que la autoridad monetaria responda a las condiciones financieras en su regla. Cuando la estabilización de precios tiene igual importancia que la del producto ($\lambda_y = \lambda_p = 1$) los resultados, en términos de parámetros óptimos, son similares a los obtenidos en la sección V para ϕ_y y ϕ_π . En este caso, ϕ_{cb} sí toma un valor positivo (0,02) y, al hacerlo, reduce la pérdida social en alrededor de 6% respecto al caso en que no hay una respuesta a las condiciones financieras; además, la respuesta a la depreciación cambiaria es mínima o nula. Cuando la estabilización del producto es más importante ($\lambda_y = 1,5$) también se observa que es óptimo responder a las condiciones financieras en la regla de Taylor. Al hacerlo, se reduce la volatilidad macroeconómica en 6 a 7% respecto a las reglas que no tienen respuesta al crédito bancario. En este escenario, no es óptima una respuesta a la depreciación cambiaria.

Cuadro 7

Análisis de sensibilidad, preferencias del banco central

λ_y		ρ_i	ϕ_π	ϕ_y	ϕ_s	ϕ_{cb}	Pérdida social
*0	Regla I	0,70	2,00	0,05	--	--	0,0056
	Regla II	0,70	2,00	0,05	--	0,00	0,0056
	Regla III	0,10	2,00	0,05	0,70	--	0,0018
	Regla IV	0,10	2,00	0,05	0,70	0,00	0,0018
*1	Regla I	0,95	2,00	1,00	--	--	0,7068
	Regla II	0,95	1,40		--	0,02	0,6596
	Regla III	0,95	2,00		0,10	--	0,7050
	Regla IV	0,95	1,40		0,00	0,02	0,6596
*1,5	Regla I	0,95	1,95	1,00	--	--	0,9537
	Regla II	0,95	2,00	1,00	--	0,02	0,8903
	Regla III	0,95	1,95	1,00	0,00	--	0,9537
	Regla IV	0,95	2,00	1,00	0,00	0,02	0,8903

Fuente: Elaboración propia.

(I): Tradicional, (II) Crédito, (III) Respuesta cambiaria, (IV) II + III.

La función de pérdida social se cuantifica a partir de momentos teóricos del modelo.

¹⁹ Es importante subrayar que en este caso la volatilidad macroeconómica está generada por la volatilidad inflacionaria y la de las tasas de interés.

En el cuadro 8 se añade una regla macroprudencial a la economía y se replica el ejercicio anterior. Cuando el banco central se enfoca sólo en la estabilización de precios, la presencia de la regla macroprudencial genera una reducción significativa de la volatilidad macroeconómica. En este escenario ($\lambda_y = 0$) el banco central no responde al ciclo del PIB pero sí responde a la depreciación cambiaria (máximo valor de ϕ_s en las reglas III y IV), y no es óptimo responder a las condiciones financieras. Aquí se observa que la presencia de la regla macroprudencial reduce entre 63 y 77% la volatilidad macroeconómica respecto al caso en que está ausente. Cuando los objetivos de estabilización de precios y PIB son igual de importantes ($\lambda_y = \lambda_\pi = 1$) no es óptima una respuesta a las condiciones financieras ni a la depreciación cambiaria. En este escenario, la regla macroprudencial también genera reducciones importantes de la pérdida social (entre 24 y 29% respecto al escenario de ausencia de regla macroprudencial). Finalmente, cuando el banco central tiene mayores preferencias por la estabilización del producto ($\lambda_y = 1,5$), tampoco es óptima una respuesta a las condiciones financieras en la regla de Taylor en presencia de una regla macroprudencial, por lo que $\phi_{cb}=0$. En ese sentido, la regla macroprudencial logra reducir la volatilidad macroeconómica entre 20 y 26%.

Como conclusión del ejercicio, se observa que, mientras mayores son las preferencias del banco central por la estabilización del PIB, mayor es la posibilidad de una respuesta óptima a las condiciones financieras en la regla de Taylor. Sin embargo, esta respuesta tiende a generar reducciones pequeñas en la volatilidad macroeconómica (del orden de 6%). Sigue siendo más eficiente la inclusión de una regla macroprudencial combinada con una regla monetaria “tradicional” para hacer frente al choque de riesgo financiero, sin la necesidad de incluir una respuesta al crédito en la tasa de interés. El ejercicio también da señales sobre la importancia de un banco central enfocado sólo en la estabilización de precios en un contexto de inestabilidad financiera. En este escenario, un banco central “halcón” equipado con un instrumento macroprudencial genera reducciones importantes en la volatilidad macroeconómica (la mayor reducción de la pérdida social en todos los escenarios simulados).



Cuadro 8

Análisis de sensibilidad, preferencias del banco central con regla macroprudencial

λ_y		ρ_i	ϕ_π	ϕ_y	ϕ_s	ϕ_{cb}	ρ_y	Pérdida social
*0	Regla I	0,85	2,00	0,00	--	--	1,00	0,0021
	Regla II	0,85	2,00	0,00	--	0,00	1,00	0,0021
	Regla III	0,10	2,00	0,00	1,00	--	1,00	0,0004
	Regla IV		2,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,0004
*1	Regla I	0,95	1,95	0,50	--	--	1,00	0,5030
	Regla II	0,95	1,95	0,50	--	0,00	1,00	0,5030
	Regla III	0,95	1,95	0,50	0,00	--	1,00	0,5030
	Regla IV	0,95	1,95	0,50	0,00	0,00	1,00	0,5030
*1,5	Regla I	0,95	1,55	0,40	--	--	1,00	0,7104
	Regla II	0,95	1,55	0,40	--	0,00	1,00	0,7104
	Regla III	0,95	1,55	0,40	0,00	--	1,00	0,7104
	Regla IV	0,95	1,55	0,40	0,00	0,00	1,00	0,7104

Fuente: Elaboración propia.

(I): Tradicional, (II) Crédito, (III) Respuesta cambiaria, (IV) II + III.

La función de pérdida social se cuantifica a partir de momentos teóricos del modelo.

4. Rigideces salariales

Ante un choque de riesgo, se genera una disyuntiva monetaria entre la estabilización de la inflación y del producto, debido al efecto que la depreciación del tipo de cambio ejerce sobre la inflación. Al ahondar más en la dinámica del modelo, el resultado puede explicarse porque la caída en los costos marginales no sopesa el efecto depreciatorio sobre la inflación. En el modelo, los costos marginales son una combinación de salarios reales, tasa de alquiler del capital y productividad agregada. Combinando las ecuaciones (30) y (31) en la función de producción de bienes intermedios, se obtiene:

$$MC_t^H = \frac{1}{A_t} \left(\frac{R_t^H}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{WP_t}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha} \quad (74)$$

que en términos log-lineales implica lo siguiente:

$$\hat{mcr}_t^H = \alpha \hat{r}_t^H + (1-\alpha) \hat{w}_t - \hat{a}_t \quad (75)$$

Teniendo en cuenta que $\alpha = 0,35$, entonces la mayor parte de la dinámica de los costos marginales está explicada por los salarios reales. En el modelo, los salarios reales están sujetos a rigideces al estilo de Calvo (1983) y Erceg et al. (2000), donde la probabilidad de optimizar salarios es $\phi_L = 0,75$ (lo que implica que el salario real cambia cada cuatro trimestres en promedio), mientras que el grado de indexación a la inflación pasada de aquellos hogares que no lograron optimizar sus salarios es $\lambda_L = 0,50$. En esta sección, se presentan dos resultados: (i) cuando no hay indexación a la inflación pasada pero sí rigideces salariales

($\lambda_L = 0$) y (ii) cuando se eliminan las rigideces salariales, por lo que el salario real se determina por la vía de la tasa marginal de sustitución entre trabajo y consumo. El objetivo es evaluar si es óptimo responder a las condiciones financieras mediante la regla de Taylor en un contexto de mayor flexibilidad salarial. Los resultados del primer ejercicio se muestran en el cuadro 9. Como se observa, cuando no hay inercia en la curva de Phillips salarial, los resultados respecto a la no optimalidad de una respuesta financiera en la regla de Taylor se mantienen para todos los casos simulados. En este ejercicio continúa siendo más eficiente la introducción de una regla macroprudencial que el uso de la tasa de interés para lidiar con la inestabilidad financiera. En ese sentido, la presencia de la herramienta macroprudencial logra reducir la volatilidad macroeconómica en alrededor de 27% respecto a los escenarios sin reglas macroprudenciales.

En el cuadro 10 se describen los resultados cuando el modelo se modifica de tal forma que ahora el salario real se determina mediante la tasa marginal de sustitución entre consumo y trabajo:

$$\frac{W_t}{P_t} = MRS_t = L_t^n (C_t^f - hC_{t-1}^f) \tag{76}$$

Se observa que, en un contexto de flexibilidad salarial total, es óptimo incorporar una respuesta al crédito bancario en la Regla de Taylor. Ello puede explicarse porque, ante un choque de riesgo financiero, la mayor flexibilidad salarial genera menores presiones inflacionarias. Sin embargo, la reducción de la volatilidad macroeconómica, si bien es mayor que en los casos anteriores, sigue siendo macroeconómicamente pequeña (en el orden de 8% respecto a las reglas que no poseen una respuesta financiera).

Cuadro 9

Análisis de sensibilidad

($\lambda_L = 0,00$)

λ_L		ρ_i	ϕ_π	ϕ_y	ϕ_s	ϕ_{cb}	ρ_y	Pérdida social	
*0,00	Regla I	0,65	2,00	1,00	--	--	--	0,3465	
	Regla II	0,65	2,00	1,00	--	0,00	--	0,3465	
	Regla III			2,00	1,00	0,20	--	--	0,3417
	Regla IV			2,00	1,00	0,20	0,00	--	0,3417
	con regla macroprudencial								
	Regla I	0,95	2,00	0,50	--	--	1,00	1,00	0,2514
	Regla II	0,95	2,00	0,50	--	0,00	1,00	1,00	0,2514
	Regla III	0,95	2,00	0,50	0,05	--	1,00	1,00	0,2512
	Regla IV	0,95	2,00	0,50	0,05	0,00	1,00	1,00	0,2512

Fuente: Elaboración propia.(I): Tradicional, (II) Crédito, (III) Respuesta cambiaria, (IV) II + III.
La función de pérdida social se cuantifica a partir de momentos teóricos del modelo.



Cuadro 10

Análisis de sensibilidad, flexibilidad salarial

	ρ_i	ϕ_π	ϕ_y	ϕ_s	ϕ_{cb}	ρ_y	Pérdida social
Regla I	0,95	2,00	1,00	--	--	--	0,5711
Regla II	0,95		0,05	--	0,01	--	0,5236
Regla III	0,95	2,00			--	--	0,5706
Regla IV	0,95		0,05		0,01	--	0,5236
con regla macroprudencial							
Regla I	0,95	2,00	0,20	--	--	1,00	0,2738
Regla II	0,95	2,00	0,20	--	0,00	1,00	0,2738
Regla III	0,95	2,00	0,25	0,20	--	1,00	0,2723
Regla IV	0,95	2,00		0,20	0,00	1,00	0,2723

Fuente: Elaboración propia.

(I): Tradicional, (II) Crédito, (III) Respuesta cambiaria, (IV) II + III.

La función de pérdida social se cuantifica a partir de momentos teóricos del modelo.

Cuando se incorpora una regla macroprudencial a la economía con flexibilidad salarial, ya no es óptima una respuesta a las condiciones financieras mediante la regla de Taylor. En ese sentido, en un escenario de flexibilidad salarial, la regla macroprudencial logra reducir entre 48 y 52% la volatilidad macroeconómica respecto al caso en que no está presente. En otras palabras, la inclusión de un instrumento macroprudencial es aproximadamente seis veces más eficiente que una respuesta monetaria en un contexto de flexibilidad salarial. Finalmente, en este escenario la respuesta a la depreciación cambiaria reduce la pérdida social, aunque en una magnitud macroeconómicamente poco significativa.

VII. CONCLUSIONES

En este documento se presenta un análisis cuantitativo sobre la respuesta óptima de política monetaria ante un choque de riesgo financiero en una economía pequeña y abierta. Para ello, se construye un modelo DSGE que sigue de cerca a aquellos que utilizan los bancos centrales para sus análisis de política. Luego, se obtiene los parámetros óptimos de diversas reglas monetarias que minimizan una función de pérdida *ad hoc* mediante una búsqueda de malla (o *grid search*) y se evalúa cuál de ellas genera los menores costos macroeconómicos al momento de aplicar las políticas de estabilización. La presencia del tipo de cambio y su efecto sobre la inflación es un punto importante para explicar los resultados obtenidos: en una economía pequeña y abierta, un choque de riesgo genera un *trade-off* entre inflación y producto. Si la autoridad monetaria reduce la tasa de interés para estabilizar el producto, tenderá a generar una depreciación cambiaria que, a su vez, provocará presiones inflacionarias.

Las simulaciones iniciales muestran que las reglas monetarias que responden a las condiciones financieras (ciclo del crédito) son relativamente eficientes al momento de reducir la volatilidad macroeconómica, aunque las diferencias, en términos de

pérdida social, son mínimas (una reducción de 6 a 8% respecto a las reglas que no responden al ciclo del crédito). Además, incorporar una respuesta a la depreciación cambiaria no genera efectos significativos en vista de la correlación positiva entre inflación y tipo de cambio generado en un escenario de inestabilidad financiera. Sin embargo, cuando se incluye una regla macroprudencial en la economía, la volatilidad macroeconómica se reduce fuertemente (entre 31 y 37% respecto al escenario en ausencia de la regla macroprudencial), inclusive sin la necesidad de incorporar una respuesta financiera en la regla de Taylor. La regla macroprudencial ayuda en la estabilización del crédito, lo que permite que la inversión disminuya en menor cuantía y que el PIB se reduzca menos. En consecuencia, se puede considerar que la inclusión de una regla macroprudencial es cinco veces más eficiente, en términos de estabilización macroeconómica, que una respuesta monetaria a las condiciones financieras. Estos resultados son robustos a cambios en la persistencia de la regla macroprudencial y del choque de riesgo financiero, a variaciones de las preferencias del banco central y a cambios en la flexibilidad del salario real, aunque con diversos matices. Así, los resultados cuantitativos muestran que la inclusión de una respuesta financiera en la regla monetaria reduce la volatilidad macroeconómica si: (i) la regla macroprudencial es muy persistente, (ii) si el choque financiero es menos persistente, o (iii) si hay flexibilidad salarial, aunque la ganancia macroeconómica en todos estos casos es mínima (entre 6 y 8%).

Por el lado de las preferencias del banco central, los resultados señalan que la mayor reducción de volatilidad macroeconómica se logra con un banco central enfocado sólo en su objetivo inflacionario, dejando que la regla macroprudencial se ocupe de la estabilización financiera. Este resultado se da en un contexto en que ambos instrumentos son manejados por una sola autoridad (banco central) y en el que las decisiones de política son tomadas de forma contemporánea. Ello es coherente con el accionar de varios bancos centrales de la región durante la crisis financiera internacional de los años 2007–2009, que además de reducir su tasa de interés a niveles mínimos —como en Chile— también aplicaron algún tipo de medida macroprudencial (el preferido por los bancos centrales fue la tasa de encaje).

Algunas extensiones sugeridas para el análisis propuesto en esta investigación son: la introducción de consumidores no ricardianos, es decir, aquellos que no tienen acceso al mercado financiero y, por tanto, no pueden suavizar su consumo intertemporalmente. En ese sentido, Céspedes et al. (2012) encuentran que incorporar esta clase de agentes es importante para modelar la dinámica de los choques fiscales en economías emergentes. Sería interesante evaluar su importancia ante choques financieros. Otra extensión implica la modelación de dolarización parcial que, ante la depreciación cambiaria, genere efectos de “hoja de balance” que profundicen aún más la recesión ante un choque de riesgo financiero. También se podrían analizar reglas monetarias óptimas cuando el choque de riesgo es anticipado, tal como se introduce en Christiano et al. (2014). Otra extensión implica modelar explícitamente la intervención cambiaria, tal como se hace en Castillo et al. (2009), a partir de la ecuación de paridad descubierta de tasas de interés. Finalmente, es importante recalcar que se ha evitado cualquier análisis sobre la institucionalidad de la política macroprudencial, debido a que dicho tópico se encuentra todavía en debate y requiere de un desarrollo teórico mucho más elaborado que el considerado aquí.



REFERENCIAS

Adrian, T. y N. Liang (2016). “Monetary Policy, Financial Conditions, and Financial Stability”. CEPR Discussion Paper DP11394.

Amado, M. (2014). “Macroprudential Rules in Small Open Economies”. Documentos de Trabajo N°09, Banco Central de Reserva del Perú.

Angelini, P., S. Neri y F. Panetta (2012). “Monetary and Macroprudential Policies”. ECB Working Paper N°1449, Banco Central Europeo.

Benes, J. y M. Kumhof (2015). “Risky Bank Lending and Countercyclical Capital Buffers”. *Journal of Economic Dynamics and Control* 58: 58–80.

Benes, J., I. Otker-Robe y D. Vávra, D. (2009). “Modeling with Macro-Financial Linkages: Credit and Policy Shocks in Emerging Markets”. IMF Working Paper N° 09/123, Fondo Monetario Internacional.

Bernanke, B.S., M. Gertler y S. Gilchrist (1999). “The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework”. En *Handbook of Macroeconomics* vol 1, editado por J.B. Taylor y M. Woodford. Elsevier.

Bloom, N. (2009). “The Impact of Uncertainty Shocks”. *Econometrica* 77(3): 623–85.

Brockmeijer, J., M. Moretti, J. Osinski, N. Blancher, J. Gobat, N. Jassaud, C. Lim, E. Loukoianova, S. Mitra y E. Nier (2011). “Macroprudential Policy: An Organizing Framework”. IMF Background Paper, Fondo Monetario Internacional.

Calvo, G.A. (1983). “Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework”. *Journal of Monetary Economics* 12(3): 383–98.

Caputo, R., F. Liendo y J.P. Medina (2006). “Modelos Nekeynesianos para Chile durante el período de Metas de Inflación: Un Enfoque Estructural”. *Economía Chilena* 9(3): 73–95.

Caputo, R., J.P. Medina y C. Soto (2009). “Financial Shocks and Optimal Monetary Policy in Small Open Economies”. Documento de Trabajo N° 590, Banco Central de Chile.

Castillo, P. y A. Contreras (2010). “Instrumentos No Convencionales de Política Monetaria, ¿Cuándo y Por Qué?” *Moneda* (144): 4–8.

Castillo, P., C. Montoro y V. Tuesta (2009). “Un Modelo de Equilibrio General con Dolarización para la Economía Peruana”. *Estudios Económicos* (17): 9–50.

Castillo, P., C. Montoro y V. Tuesta (2013). “An Estimated Stochastic General Equilibrium Model with Partial Dollarization: a Bayesian Approach”. *Open Economic Review* (24): 217–65.

Castillo, P., Z. Quispe, A. Contreras y Y. Rojas (2011). “Política Macro-Prudencial en los Países de la Región”. *Moneda*, (149): 4–7.

Céspedes, L.F., J. Fornero y J. Galí (2012). “Non-Ricardian Aspects of Fiscal Policy in Chile. Documentos de Trabajo - Banco Central de Chile, (663).

Christiano, L.J., R. Motto y M. Rostagno (2010). “Financial Factors in Economic Fluctuations”. ECB Working Paper N°1192, Banco Central Europeo.

Christiano, L.J., R. Motto y M. Rostagno (2014). “Risk Shocks”. *American Economic Review* 104(1): 27–65.

Contreras, A. (2011). “Buffers de Capital y Provisiones Proclíticas”. *Moneda* (148): 17–20.

Curdia, V. y M. Woodford (2010). “Credit Spreads and Monetary Policy”. *Journal of Money, Credit and Banking* 42(s1): 3–35.

De Walque, G., Pierrard, O., y Rouabah, A. (2010). “Financial (In) stability, Supervision and Liquidity Injections: A Dynamic General Equilibrium Approach”. *Economic Journal* 120(549): 1234–61.

Elekdag, S., A. Justiniano e I. Tchakarov (2006). “An Estimated Small Open Economy Model of the Financial Accelerator”. IMF Staff Papers 53(2): 219–41.

Erceg, C.J., D.W. Henderson y A.T. Levin (2000). “Optimal Monetary Policy with Staggered Wage and Price Contracts”. *Journal of Monetary Economics*, 46(2): 281–313.

García-Cicco, J., M. Kirchner y S. Justel (2014). “Financial Frictions and the Transmission of Foreign Shocks in Chile”. Documento de Trabajo N° 722, Banco Central de Chile.

Gertler, M., S. Gilchrist y F.M. Natalucci (2007). “External Constraints on Monetary Policy and the Financial Accelerator”. *Journal of Money, Credit and Banking* 39(2-3): 295–330.

Gertler, M. y P. Karadi (2011). “A Model of Unconventional Monetary Policy”. *Journal of Monetary Economics* 58(1): 17–34.



Gilchrist, S., A. Ortiz y E. Zakrajsek (2009). “Credit Risk and the Macroeconomy: Evidence from an Estimated DSGE Model. Mimeo, Boston University.

Jácome, L. (2013). “Política Macroprudencial: ¿En Qué Consiste y Cómo Ponerla en Práctica? *Boletín* 59(2): 93–120.

Jermann, U. y V. Quadrini (2009). “Macroeconomic Effects of Financial Shocks. NBER Working Paper N° 15338.

Justiniano, A., G.E. Primiceri y A. Tambalotti (2010). “Investment Shocks and Business Cycles”. *Journal of Monetary Economics* 57(2): 132–45.

Kannan, P., P. Rabanal y A.M. Scott (2012). “Monetary and Macroprudential Policy Rules in a Model with House Price Booms”. *The BE Journal of Macroeconomics* 12(1).

López, M., J.D. Prada y N. Rodríguez (2008). “Financial Accelerator Mechanism in a Small Open Economy”. Borradores de Economía N° 525.

Medina, J.P. y C. Soto (2005). “Model for Analysis and Simulations: A New DSGE for the Chilean Economy. Mimeo, Banco Central de Chile.

Ruiz, J., M. Viola, A. Gurza y E. Dos Santos (2014). “El Uso de Políticas Macroprudenciales en América Latina: ¿Qué, Cómo y Por Qué? Observatorio Económico América Latina, BBVA Research.

Saurina, J. (2009). “Loan Loss Provisions in Spain. A Working Macroprudential Tool. *Revista de Estabilidad Financiera*, 17: 11–26.

Schmitt-Grohé, S. y M. Uribe (2007). “Optimal Simple and Implementable Monetary and Fiscal Rules. *Journal of Monetary Economics* 54(6): 1702–25.

Svensson, L.E.O. (2016). “Cost-Benefit Analysis of Leaning Against the Wind: Are Costs Larger Also with Less Effective Macroprudential Policy? NBER Working Paper 21902.

Taylor, J.B. (2008). “Monetary Policy and the State of the Economy”. Testimony before the Committee on Financial Services - US House of Representatives.

Vegh, C.A. (2014). “Política Monetaria, Cambiaria y Macroprudencial a través del Ciclo Económico. *Revista de Economía* 21(2): 7–37.

APÉNDICE

A. ECUACIONES LOG-LINEALES

- Ecuación de Euler:

$$\hat{c}_t = \frac{1}{1+h} E_t \hat{c}_{t+1} + \frac{h}{1+h} \hat{c}_{t-1} - \frac{1-h}{1+h} (\hat{i}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1})$$

- Paridad descubierta de tasas de interés

$$E_t \Delta \hat{s}_{t+1} = \hat{i}_t - \hat{i}_t^* - \rho \hat{b}_t$$

- Oferta laboral

$$\hat{\pi}_t^w = \lambda_w \hat{\pi}_{t-1} + \kappa_L \left(\eta \hat{l}_t + \frac{1}{1-h} \hat{c}_t - \frac{h}{1-h} \hat{c}_{t-1} - \hat{w} r_t \right) + \beta E_t \hat{\pi}_{t+1}^w - \lambda_w \hat{\pi}_t$$

$$\text{donde } \hat{\pi}_t^w = \hat{w} r_t - \hat{w} r_{t-1} + \hat{\pi}_t \text{ y } \kappa_L = \frac{(1-\phi_w)(1-\phi_w\beta)}{\phi_w(1+\varepsilon_L\eta)}$$

- Tipo de cambio real

$$\hat{r}er_t = \hat{r}er_{t-1} + \Delta \hat{s}_t + \hat{\pi}_t^* - \hat{\pi}_t$$

- Función de producción

$$\hat{y}_t = \hat{a}_t + \alpha \hat{k}_{t-1} + (1-\alpha) \hat{l}_t$$

- Tasa de alquiler del capital

$$\hat{r}_t^h = \hat{m}cr_t^H + \hat{l}_t^H + \hat{y}_t - \hat{k}_{t-1}$$

- Productividad marginal del trabajo

$$\hat{w} r_t = \hat{m}cr_t^H + \hat{l}_t^H + \hat{y}_t - \hat{l}_t$$

- Acumulación de capital físico

$$\hat{k}_t = \delta \hat{inv}_t + (1-\delta) \hat{k}_{t-1}$$

- “Q” de Tobin

$$\hat{q}r_t = \psi (\hat{inv}_t - \hat{k}_{t-1})$$

- Inflación total

$$\hat{\pi}_t = \gamma \hat{\pi}_t^H + (1-\gamma) \hat{\pi}_t^M$$

-
- **Inflación interna**

$$\hat{\pi}^H = \frac{\beta}{1 + \beta\lambda_H} E_t \hat{\pi}_{t+1}^H + \frac{\lambda_H}{1 + \beta\lambda_H} \hat{\pi}_{t-1}^H + \frac{(1 - \phi_H)(1 - \phi_H\beta)}{\phi_H(1 + \beta\lambda_H)} (\hat{m}cr_t^H - \hat{i}_t^H)$$

 - **Inflación importada**

$$\hat{\pi}^M = \frac{\beta}{1 + \beta\lambda_M} E_t \hat{\pi}_{t+1}^M + \frac{\lambda_M}{1 + \beta\lambda_M} \hat{\pi}_{t-1}^M + \frac{(1 - \phi_M)(1 - \phi_M\beta)}{\phi_M(1 + \beta\lambda_M)} (\hat{r}er_t - \hat{i}_t^M)$$

 - **Hoja de balance empresarial**

$$\hat{n}_t = \frac{K}{N} (\hat{q}_t + \hat{k}_{t-1}) - \left(\frac{K}{N} - 1 \right) \hat{c}b_t$$

 - **Retorno real del capital**

$$\hat{r}_t^k = \frac{R^H}{R^K} \hat{r}_t^h + \left(\frac{R^H}{R^K} - 1 \right) \hat{q}r_t - \hat{q}r_{t-1}$$

 - **Restricción de participación de intermediarios financieros**

$$R^K \Gamma(\bar{\omega}) \left(\hat{r}_t^k + \hat{q}r_{t-1} + \hat{k}_{t-1} + \frac{\Gamma_{\omega}(\bar{\omega})\bar{\omega}}{\Gamma(\bar{\omega})} \bar{\omega}_t + \frac{\Gamma_{\sigma_{\omega}}(\bar{\omega})\bar{\sigma}_{\omega}}{\Gamma(\bar{\omega})} \hat{\sigma}_{\omega,t} \right) =$$

$$R \left(\left(1 - \frac{N}{K} \right) \hat{r}_t + (\hat{q}r_{t-1} + \hat{k}_{t-1}) - \frac{K}{N} \hat{n}_t \right)$$

 - **Spread de tasas de interés**

$$E_t \hat{r}_{t+1}^k - \hat{r}_t = E_t \left(\frac{\rho_{\omega}(\bar{\omega})\bar{\omega}}{\rho(\bar{\omega})} \bar{\omega}_{t+1} + \frac{\rho_{\sigma_{\omega}}(\bar{\omega})\bar{\sigma}_{\omega}}{\rho(\bar{\omega})} \hat{\sigma}_{\omega,t} \right)$$

 - **Patrimonio empresarial**

$$\hat{n}_t = \gamma^e R^K \frac{K}{N} \left(\hat{r}_t^k + \hat{q}_{t-1} + \hat{k}_{t-1} \frac{\Lambda_{\omega}(\bar{\omega})\bar{\omega}}{\Lambda(\bar{\omega})} \hat{\omega}_t + \frac{\Lambda_{\sigma_{\omega}}(\bar{\omega})\bar{\sigma}_{\omega}}{\Lambda(\bar{\omega})} \hat{\sigma}_{\omega,t-1} \right)$$

 - **Consumo empresarial**

$$\hat{c}_t^e = (1 - \gamma^e) R^K \frac{K}{CE} \left(\hat{r}_t^k + \hat{q}_{t-1} + \hat{k}_{t-1} \frac{\Lambda_{\omega}(\bar{\omega})\bar{\omega}}{\Lambda(\bar{\omega})} \hat{\omega}_t + \frac{\Lambda_{\sigma_{\omega}}(\bar{\omega})\bar{\sigma}_{\omega}}{\Lambda(\bar{\omega})} \hat{\sigma}_{\omega,t-1} \right)$$

 - **Regla de Taylor (forma general)**

$$\hat{i}_t = \phi_i \hat{i}_{t-1} + (1 - \phi_i) (\phi_y \hat{y}_t + \phi_{\pi} \hat{\pi}_t + \phi_s \Delta \hat{s}_t + \phi_{cb} \hat{c}b_t)$$

-
- Absorción interna (demanda interna)

$$\frac{ABS}{Y} \hat{a}bs_t =$$

$$\frac{C}{Y} \hat{c}_t + \frac{C^e}{Y} \hat{c}_t^e + \frac{G}{Y} \hat{g}_t + \frac{INV}{Y} \hat{inv}_t + \mu R^K \Omega(\bar{\omega}) \frac{K}{Y} (\hat{r}_t^k + \hat{q}r_{t-1} + \hat{k}_{t-1} + \hat{x}_t)$$

$$\text{donde } \hat{x}_t = \frac{\Omega_{\bar{\omega}}(\bar{\omega})\bar{\omega}}{\Omega(\bar{\omega})} \hat{\omega}_t + \frac{\Omega_{\sigma_{\omega}}(\bar{\omega})\bar{\sigma}_{\omega}}{\Omega(\bar{\omega})} \hat{\sigma}_{\omega,t-1}.$$

- Demanda por bienes nacionales

$$\hat{d}_t^H = -\varepsilon_H \hat{t}_t^H + \hat{a}bs_t$$

- Demanda por bienes importados (importaciones)

$$\hat{d}_t^M = -\varepsilon_H \hat{t}_t^M + \hat{a}bs_t$$

- Demanda por bienes externos (exportaciones)

$$\hat{d}_t^X = -\varepsilon_F (\hat{t}_t^H - \hat{r}er_t) + \hat{y}_t^*$$

- Precio relativo de bienes nacionales

$$(1 - \gamma) \hat{t}_t^M + \gamma \hat{t}_t^H = 0$$

- Precio relativo de bienes importados

$$\hat{t}_t^M = \hat{t}_{t-1}^M + \hat{\pi}_t^M - \hat{\pi}_t$$

- Activos externos netos

$$\frac{B^*}{Y} (\hat{b}_t^* - \beta^{-1} \hat{b}_{t-1}^*) =$$

$$\frac{NX}{Y} \hat{n}x_t - \frac{ABS}{Y} \hat{a}bs_t + \frac{B^*}{Y} \beta^{-1} (\hat{t}_{t-1}^* - \hat{\pi}_t + \Delta \hat{s}_t + \rho \hat{b}_t^*)$$

- Demanda total por bienes nacionales

$$\hat{y}_t = (1 - \gamma) \hat{d}_t^H + \gamma \hat{d}_t^X$$

- Exportaciones netas

$$\frac{NX}{Y} \hat{n}x_t = \frac{X}{Y} \hat{d}_t^X - \frac{M}{Y} \hat{d}_t^M$$

Procesos exógenos

- Gasto público

$$\hat{g}_t = \rho_g \hat{g}_{t-1} + \varepsilon_t^g$$



- Productividad

$$\hat{a}_t = \rho_a \hat{a}_{t-1} + \varepsilon_t^a$$

- Demanda externa

$$\hat{y}_t^* = \rho_y \hat{y}_{t-1}^* + \varepsilon_t^{y^*}$$

- Inflación externa

$$\hat{\pi}_t^* = \rho_\pi \hat{\pi}_{t-1}^* + \varepsilon_t^{\pi^*}$$

- Tasa de interés externa

$$\hat{l}_t^* = \rho_l \hat{l}_{t-1}^* + \varepsilon_t^{l^*}$$

- Riesgo

$$\hat{\sigma}_{\omega,t} = \rho_{\sigma_\omega} \hat{\sigma}_{\omega,t-1} + \varepsilon_t^{\sigma_\omega}$$

B. ESTADO ESTACIONARIO

- Tasa de interés (ecuación de Euler)

$$R = (1 + i) = \frac{1}{\beta}$$

- Costos marginales (curva de Phillips para bienes internos)

$$MC = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}$$

- Retorno real del capital (*spread* de tasas de interés)

$$R^K = (R^A + Spread)^{\frac{1}{\alpha}}$$

- Productividad marginal del capital

$$R^H = R^K - (1 - \delta)$$

- Inversión sobre capital (acumulación de capital físico)

$$\frac{INV}{K} = \delta$$

- Capital (como % del PIB) (demanda de capital)

$$\frac{K}{Y} = \alpha \frac{MC}{R^H}$$

- Activos externos netos (% del PIB) (restricción agregada de recursos)

$$\frac{B^*}{Y} = -\frac{NX}{Y} \frac{1}{1 - \beta}$$

- Absorción interna (% del PIB)

$$\frac{ABS}{Y} = 1 - \frac{NX}{Y}$$

- Consumo de hogares (% del PIB)

$$\frac{C}{Y} = \frac{ABS}{Y} - \frac{INV}{Y} - \frac{G}{Y} - \frac{X}{Y} + \frac{M}{Y} - \mu R^K \Omega(\bar{\omega}) \frac{K}{Y}$$

- Consumo empresarial (% del PIB)

$$\frac{C^e}{Y} = \frac{1 - \gamma^e}{\gamma^e} \frac{K}{N}$$

- Inversión (% del PIB)

$$\frac{INV}{Y} = \alpha \delta \frac{MC}{R^H}$$

- Importaciones (% del PIB)

$$\frac{M}{Y} = (1 - \gamma) \frac{ABS}{Y}$$

- Exportaciones (% del PIB)

$$\frac{X}{Y} = \frac{M}{Y} + \frac{NX}{Y}$$

Cuadro B1

Valores de estado estacionario del modelo DSGE

Parámetro	Símbolo	Valor
Consumo (como % del PIB)	$\frac{C}{Y}$	0,5918
Inversión privada (como % del PIB)	$\frac{INV}{Y}$	0,2482
Gasto público (como % del PIB)	$\frac{G}{Y}$	0,15
Exportaciones netas (como % del PIB)	$\frac{NX}{Y}$	0,004
Absorción interna (como % del PIB)	$\frac{ABS}{Y}$	0,996
Costo de monitoreo	μ	0,1679
Elasticidad premio financiero	χ	0,0546