

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
ESCUELA DE POSGRADO



**“MEDIDAS MACROPRUDENCIALES Y MANEJO DE POLÍTICA  
MONETARIA EN UNA ECONOMÍA PEQUEÑA Y ABIERTA”**

**Tesis para optar el grado de Magíster en Economía**

**AUTOR**

**Joao Ribeiro**

**ASESOR**

**Paul Castillo**

**JURADO**

**Waldo Mendoza**

**Marco Vega**

**LIMA – PERÚ**

**2014**

# Medidas macroprudenciales y manejo de política monetaria en una economía pequeña y abierta

Joao Ribeiro

Pontificia Universidad Católica del Perú

Setiembre 2014

## Resumen

El trabajo estudia el rol de las medidas macroprudenciales en las fluctuaciones económicas y su interacción con la política monetaria. Con esta finalidad, un sector bancario imperfectamente competitivo es introducido en un modelo de equilibrio general con fricciones financieras. Los bancos otorgan créditos a hogares y empresas obteniendo financiamiento a través de depósitos, capital y adeudos del exterior. Las restricciones del balance bancario establecen un vínculo entre los ciclos económicos y la oferta y el costo de los créditos. El modelo es calibrado para la economía peruana y entre los principales resultados se obtiene que el uso de requerimientos de capital como instrumento macroprudencial incrementa el impacto de la política monetaria sobre la inflación y reduce las fluctuaciones financieras ante choques monetarios, pero no altera los efectos de los choques financieros sobre las principales variables macroeconómicas y financieras como créditos y tasas de interés. Asimismo, se comprueba que el utilizar requerimientos de capital como instrumento macroprudencial genera una mayor estabilidad macroeconómica y financiera, lo cual se refleja en la menor volatilidad de variables créditos, apalancamiento, tipo de cambio, inflación y el producto.

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. El modelo</b>	<b>5</b>
2.1. Hogares y empresarios . . . . .	5
2.1.1. Hogares pacientes . . . . .	5
2.1.2. Hogares impacientes . . . . .	6
2.1.3. Empresarios . . . . .	7
2.1.4. Demanda de préstamos y depósitos . . . . .	9
2.1.5. Mercado laboral . . . . .	11
2.2. Bancos . . . . .	11
2.2.1. Banca mayorista . . . . .	12
2.2.2. Banca minorista . . . . .	14
2.3. Sector externo . . . . .	15
2.4. Productores de bienes finales . . . . .	16
2.4.1. Bienes vendidos domésticamente . . . . .	17
2.4.2. Bienes importados . . . . .	17
2.4.3. Bienes vendidos en el exterior . . . . .	18
2.5. Productores de bienes de capital . . . . .	18
2.6. Política monetaria y macroprudencial . . . . .	19
2.6.1. Política monetaria . . . . .	20
2.6.2. Política macroprudencial . . . . .	20
2.7. Equilibrio del mercado . . . . .	20
<b>3. Calibración</b>	<b>21</b>
<b>4. Propiedades del modelo</b>	<b>22</b>
4.1. Funciones impulso respuesta . . . . .	22
4.1.1. Choque de política monetaria . . . . .	22
4.1.2. Choque al <i>spread</i> de créditos a hogares . . . . .	23
4.1.3. Choque al <i>spread</i> de créditos a empresas . . . . .	24
4.2. Análisis de momentos no condicionados . . . . .	24
<b>5. Conclusiones</b>	<b>24</b>
<b>A. Momentos no condicionados</b>	<b>28</b>
<b>B. Funciones impulso respuesta</b>	<b>29</b>

## 1. Introducción

En los últimos años, un gran número de economías ha adoptado activamente el uso de instrumentos macroprudenciales con la finalidad de moderar el crecimiento del crédito y mantener así la estabilidad del sistema financiero. Estas medidas de política, comunmente denominadas “macroprudenciales”, incluyen medidas a nivel de mercado como provisiones dinámicas por insolvencia y requerimientos de encaje. En algunos casos, se emplean medidas sectoriales específicas como los requerimientos de capital frente al rápido crecimiento del crédito en segmentos específicos del mercado.

De esta manera, el debate respecto del uso de medidas macroprudenciales ha cobrado gran importancia a partir de la última crisis financiera. Esto responde a que por mucho tiempo las autoridades han pasado por alto el riesgo sistémico, o al menos no se ha tomado en cuenta adecuadamente. En el periodo previo a la crisis no se tenía claro que tenía que ser considerado como riesgo sistémico. Mientras que los reguladores financieros solían concentrarse en la supervisión individual de las instituciones, muchas veces descuidando los riesgos fuera de este ámbito, los bancos centrales se concentraban en la estabilidad de precios sin preocuparse tanto por la estabilidad del sistema financiero. En este contexto, la agenda regulatoria en busca de una mayor estabilidad financiera ha cobrado mayor importancia.

Ciertamente, el primer propósito de las medidas macroprudenciales debe ser limitar la acumulación de riesgos financieros, en el sentido de reducir la probabilidad e impacto de una crisis financiera. Este propósito requiere que los instrumentos macroprudenciales se ajusten dinámicamente para contrarrestar la acumulación de riesgos durante las fases expansivas del ciclo y atenuar la contracción del crédito y la excesiva aversión al riesgo durante las recesiones.

Así, Gerali y otros (2010) estudian el rol de la oferta de créditos en las fluctuaciones económicas. Para ello desarrollan un modelo de equilibrio general dinámico estocástico (DSGE por sus siglas en inglés) caracterizado por un sector bancario en competencia imperfecta y acumulación endógena de capital bancario, el cual es estimado para la Eurozona. Los autores encuentran que el requerimiento de capital bancario amplifica los efectos de los choques de demanda. Además, encuentran que la rigidez de la tasa de interés mitiga el impacto de choques monetarios sobre las restricciones de endeudamiento y sobre la actividad real.

Por su parte, Angelini y otros (2012) cuantifican los efectos de los requerimientos de capital bancario sobre el ciclo económico y su interacción con la política monetaria. El bienestar de los hogares es maximizado por la combinación de requerimientos contracíclicos de capital y respuestas de política

monetaria.

Asimismo, Claessens y otros (2013) examinan la interacción de la política monetaria y macroprudencial llegando a la conclusión que cuando ambas políticas no funcionan a la perfección, la interacción entre ellas se vuelve más importante. Cuando la política monetaria se ve limitada, serán mayores las exigencias a la política macroprudencial. Así, cuando la política monetaria es débil el uso de medidas macroprudenciales serán óptimas.

Finalmente, Amado (2014) evalúa la efectividad, en términos de estabilidad macroeconómica, de reglas de política monetaria e instrumentos de supervisión macroprudencial. De forma específica, distingue entre las ganancias de incluir en la regla de política monetaria estándar indicadores de *stress* financiero, como el crecimiento de los créditos; y las ganancias de incluir, en paralelo a esta regla aumentada, un instrumento macroprudencial que le permita a la autoridad supervisora afectar las tasas de interés de los préstamos directamente. Sus resultados sugieren que la efectividad de las reglas depende de la naturaleza del choque que afecte la economía.

En este trabajo se estudia la efectividad y consecuencias del uso de las medidas macroprudenciales y su interacción con la política monetaria. La razón es que el uso de instrumentos macroprudenciales tiene impacto en variables como el precio de activos o el crecimiento del crédito. En particular, la oferta de créditos al sector real se ve limitada por la disponibilidad de capital por parte de los bancos, el cual solo puede ser acumulado gradualmente a través de las utilidades retenidas. Esta fricción hace que la economía sea vulnerable a choques en el capital bancario y le da un papel importante para la política macroprudencial. En el caso de un choque negativo sobre el capital bancario, la reducción de los requerimientos de capital podría evitar el desapalancamiento y sus repercusiones en el crecimiento del crédito. Así, las medidas macroprudenciales pueden mejorar la estabilidad macroeconómica. Por tanto, este trabajo busca presentar un marco teórico que sirva para analizar el impacto de las medidas macroprudenciales y su interacción con la política monetaria en el manejo de la estabilidad macroeconómica. Por ello, se introduce una definición formal de los objetivos de las medidas macroprudenciales y de sus instrumentos dentro de un modelo macroeconómico dinámico de equilibrio general calibrado para la economía peruana. Para ello, se incorpora el sector bancario y su interacción con el sector real de la economía a diferencia de los modelos convencionales de política monetaria.

El resto del trabajo está organizado de la siguiente forma. La siguiente sección describe el modelo y posteriormente se explica la calibración del modelo. La siguiente sección estudia la dinámica del modelo enfocado en choques de política monetaria y aumentos exógenos en los *spreads* bancarios. Finalmente, las conclusiones.

## 2. El modelo

La economía está conformada por hogares y empresarios. Los hogares consumen, trabajan y acumulan viviendas mientras que los empresarios producen un bien intermedio homogéneo usando capital y trabajo. Los agentes difieren en su grado de impaciencia a través del factor de descuento que aplican a su utilidad futura.

Dos tipos de instrumentos financieros ofertados por los bancos están disponibles: depósitos y préstamos. Cuando toman un crédito bancario, los agentes enfrentan restricciones de endeudamiento, sujetas al valor de la posesión de colaterales: los hogares utilizarán como colateral su *stock* de viviendas mientras que los empresarios, su capital físico.

Por su parte, el sector bancario, al igual que en Gerali y otros (2010), está compuesto por muchos bancos, en vista que se asume que el sector bancario opera en un régimen de competencia monopolística: los bancos fijan las tasas de interés de los depósitos y los préstamos para maximizar sus beneficios. Los créditos colocados por cada intermediario son financiados a través de los depósitos y las utilidades reinvertidas (capital bancario).

Por otro lado, existen dos sectores productivos adicionales: un sector minorista de competencia monopolística y un sector productivo de bienes de capital. Los minoristas adquieren los bienes intermedios de los empresarios en un mercado competitivo y los diferencia sin ningún costo para venderlos en el mercado doméstico y en el mercado externo. En cuanto a los productores de capital físico, se utilizan como un mecanismo para modelar de forma explícita una expresión para el precio del capital, el cual es utilizado en la restricción de endeudamiento de los empresarios.

### 2.1. Hogares y empresarios

Existen dos tipos de hogares, pacientes e impacientes y empresarios. La única diferencia entre estos agentes es el factor de descuento  $\beta$ . La heterogeneidad en el factor de descuento de los agentes determina en equilibrio un flujo financiero positivo: los hogares pacientes adquieren una cantidad positiva de depósitos mientras que los impacientes y empresarios adquieren una cantidad positiva de créditos.

#### 2.1.1. Hogares pacientes

El hogar paciente representativo maximiza la función de utilidad esperada:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_P^t \varepsilon_t^z \left[ (1 - a^P) \log (c_t^P (i) - a^P c_{t-1}^P) + \varepsilon_t^h \log h_t^P (i) - \frac{l_t^P (i)^{1+\phi}}{1 + \phi} \right]$$

la cual depende del consumo corriente  $c_t^P (i)$ , la posesión de viviendas  $h_t^P (i)$  y las horas de trabajo  $l_t^P (i)$ . El parámetro  $a^P$  mide el grado de formación de hábitos de consumo,  $\varepsilon_t^h$  captura los choques exógenos de demanda por viviendas, mientras que  $\varepsilon_t^z$  es un choque intertemporal a las preferencias. Estos choques siguen un proceso AR(1) con innovaciones distribuidas normalmente. Los coeficientes autoregresivos son, respectivamente,  $\rho_z$  y  $\rho_j$  y las desviaciones estándar son  $\sigma_z$  y  $\sigma_j$ .

La decisión de los hogares afronta la siguiente restricción presupuestaria:

$$c_t^P (i) + q_t^h \Delta h_t^P (i) + d_t^P (i) \leq w_t^P l_t^P (i) + \frac{(1 + r_{t-1}^d)}{\pi_t} d_{t-1}^P (i) + J_t^P$$

El flujo de gastos incluye el consumo corriente, la acumulación de viviendas y los depósitos  $d_t^P$  hechos ese periodo. Los ingresos están compuestos por los salarios  $w_t^P$ , la tasa de interés real de los depósitos en el último periodo  $\frac{(1+r_{t-1}^d)}{\pi_t} d_{t-1}^P$  y un número de transferencias, las cuales incluyen los dividendos  $J_t^R$  de las empresas minoristas y los dividendos  $(1 - \omega^b) \frac{J_{t-1}^b}{\pi_t}$  del sector bancario.

Las variables de elección para los hogares pacientes son  $c_t^P$ ,  $h_t^P$  y  $d_t^P$ . Las condiciones de primer orden son:

$$\lambda_t^P = \varepsilon_t^z (1 - a^P) / (c_t^P - a^P c_{t-1}^P)$$

$$\lambda_t^P q_t^h = \varepsilon_t^h \frac{1}{h_t^P} + \beta^P E_t [\lambda_{t+1}^P q_{t+1}^h] \quad (1)$$

$$\lambda_t^P = \beta^P E_t [\lambda_{t+1}^P (1 + r_t^P) / \pi_{t+1}] \quad (2)$$

donde  $\lambda_t^P$  es el multiplicador de la restricción presupuestaria.

### 2.1.2. Hogares impacientes

Los hogares impacientes no mantienen depósitos. El hogar impaciente representativo maximiza la función de utilidad esperada:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_I^t \varepsilon_t^z \left[ (1 - a^I) \log (c_t^I (i) - a^I c_{t-1}^I) + \varepsilon_t^h \log h_t^I (i) - \frac{l_t^I (i)^{1+\phi}}{1 + \phi} \right]$$

la cual depende del consumo  $c_t^I(i)$ , la posesión de viviendas  $h_t^I(i)$  y las horas de trabajo  $l_t^I(i)$ . El parámetro  $a^I$  mide el grado de formación de hábitos de consumo,  $\varepsilon_t^h$  y  $\varepsilon_t^z$  son los mismos choques que afectan la utilidad de los hogares pacientes.

La decisión de los hogares afronta la siguiente restricción presupuestaria:

$$c_t^I(i) + q_t^h \Delta h_t^I(i) + \frac{(1 + r_{t-1}^{bH})}{\pi_t} b_{t-1}^H(i) \leq w_t^I l_t^I(i) + b_t^H(i) + T_t^I$$

en la cual el consumo, la acumulación de viviendas y el pago de la deuda pasada es financiada por el ingreso salarial y nueva deuda.

Adicionalmente, los hogares enfrentan una restricción de endeudamiento: el valor esperado de su colateral (*stock* de viviendas) en el periodo  $t$  debe ser suficiente para garantizar el pago de la deuda. La restricción es:

$$(1 + r_t^{bH}) b_t^H(i) \leq m^I E_t [q_{t+1}^h h_t^I(i) \pi_{t+1}]$$

donde  $m^I$  es el ratio préstamo-valor y el término en corchetes representa el valor del stock de viviendas que puede darse en garantía para el préstamo. (Iacovello, 2005). Las variables de elección de los hogares impacientes son  $c_t^I$ ,  $h_t^I$  y  $d_t^I$ . Las condiciones de primer orden son:

$$\begin{aligned} \lambda_t^I &= \varepsilon_t^z (1 - a^I) / (c_t^I - a^I c_{t-1}^I) \\ \lambda_t^I q_t^h &= \varepsilon_t^h \frac{1}{h_t^I} + E_t [\beta^I \lambda_{t+1}^I q_{t+1}^h + s_t^I m^I q_{t+1}^h \pi_{t+1}] \\ \lambda_t^I &= s_t^I (1 + r_t^{bH}) + \beta^I E_t [\lambda_{t+1}^I (1 + r_t^{bH}) / \pi_{t+1}] \end{aligned}$$

donde  $\lambda_t^I$  es el multiplicador de la restricción presupuestaria y  $s_t^I$  es el multiplicador de la restricción de endeudamiento (resuelta como igualdad).

### 2.1.3. Empresarios

En la economía existe un continuo de empresarios. Cada empresario  $i$  solo se preocupa por su propio consumo  $c_t^E(i)$  y maximiza la siguiente función de utilidad:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_E^t \varepsilon_t^z \log (c_t^E(i) - a^E c_{t-1}^E)$$

donde al igual que los hogares,  $a^E$  mide el grado de hábitos de consumo. Se asume que el factor de descuento  $\beta_E$  de los empresarios es menor que  $\beta_P$ , lo que implica que en equilibrio los empresarios son deudores netos.

Además, con el objetivo de maximizar su consumo a lo largo de su vida, los empresarios eligen el *stock* óptimo de capital físico  $k_t^E(i)$ , el grado de capacidad utilizada  $u_t(i)$ , la cantidad de trabajo  $l^E(i)$  y deuda  $b_t^E(i)$ . El trabajo y el capital efectivo son combinados para producir un bien intermedio  $y_t^E(i)$  utilizando la función de producción:

$$y_t^E(i) = a_t^E [k_{t-1}^E(i) u_t(i)]^\alpha l_t^E(i)^{1-\alpha}$$

donde  $a_t^E$  es un proceso exógeno AR(1) para la productividad total de factores con un coeficiente autorregresivo  $\rho_a$  y una innovación  $\eta_t^a$  distribuida normalmente con desviación estándar igual a  $\sigma_a$ . El trabajo ofrecido por los dos hogares es combinado en una función de producción  $l_t^E = \left(l_t^{E,P}\right)^\mu \left(l_t^{E,I}\right)^{1-\mu}$  donde el parámetro  $\mu$  mide la participación del ingreso laboral de los hogares como Iacovello y Neri (2009).

El producto intermedio es vendido en un mercado competitivo a un precio mayorista  $P_t^w$ . Los empresarios tienen acceso a contratos ofrecidos por los bancos los cuales son utilizados para implementar sus decisiones de endeudamiento. Los empresarios enfrentan la siguiente restricción presupuestaria:

$$\begin{aligned} & c_t^E(i) + w_t l_t^E(i) + q_t^k k_t^E(i) + \frac{(1 + r_{t-1}^{bE})}{\pi_t} b_{t-1}^E(i) + \psi(u_t(i)) k_{t-1}^E(i) \\ = & \frac{y_t^E(i)}{x_t} + b_t^E(i) + q_t^k (1 - \delta) k_{t-1}^E(i) \end{aligned}$$

En donde  $w_t$  es el salario agregado,  $q_t^k$  es el precio de una unidad de capital físico,  $\psi(u_t(i)) k_{t-1}^E(i)$  es el costo real de establecer un nivel para la tasa de utilización, donde  $\psi(u_t) = \xi_1 (u_t - 1) + \frac{\xi_2}{2} (u_t - 1)^2$  siguiendo a Schmitt-Grohe y Uribe (2005);  $1/x_t$  es el precio en términos de bienes de consumo del bien mayorista producido por cada empresario, donde  $x_t$  es definido como  $P_t/P_t^W$ .

Al igual que los hogares, se asume que la cantidad de recursos que los bancos van a prestar a los empresarios está restringida por el valor de un colateral, el cual está dado por su posesión de capital físico. La restricción de endeudamiento es:

$$(1 + r_t^{bE}) b_t^E(i) \leq m_t^E E_t [q_{t+1}^k \pi_{t+1} (1 - \delta) k_t^E(i)]$$

La presencia de una restricción de endeudamiento implica que la cantidad de capital que los empresarios serán capaces de acumular cada periodo es

un múltiplo de su riqueza neta.<sup>1</sup> En particular, el capital es inversamente proporcional al pago inicial que los bancos requieren para desembolsar un préstamo. Es esta característica la que da lugar al acelerador financiero. Las variables de elección de los empresarios son  $c_t^E$ ,  $k_t^E$ ,  $u_t$ ,  $l_t^{E,P}$ ,  $l_t^{E,I}$  y  $b_t^E$ .

$$\begin{aligned}\lambda_t^E &= \varepsilon_t^z (1 - a^E) / (c_t^E - a^E c_{t-1}^E) \\ \lambda_t^E q_t^E &= E_t \{ s_t^E m^E q_{t+1}^k \pi_{t+1} (1 - \delta) + \beta^E \lambda_{t+1}^E E_t [r_{t+1}^k u_{t+1} + q_{t+1}^k (1 - \delta) - \psi(u_{t+1})] \} \\ \lambda_t^E &= s_t^E (1 + r_t^{bE}) + \beta^E E_t [\lambda_{t+1}^E (1 + r_t^{bE}) / \pi_{t+1}] \\ w_t^P &= (1 - \alpha) \frac{y_t^E}{x_t} \frac{\mu}{l_t^{E,P}} \\ w_t^I &= (1 - \alpha) \frac{y_t^E}{x_t} \frac{1 - \mu}{l_t^{E,I}} \\ r_t^k &= \xi_1 + \xi_2 (u_t - 1)\end{aligned}$$

donde  $r_t^k \equiv \alpha a_t^E [k_{t-1}^E u_t]^{\alpha-1} l_t^E (i)^{1-\alpha} / x_t$ .

#### 2.1.4. Demanda de préstamos y depósitos

Se asume que los contratos de depósitos y préstamos adquiridos por los hogares y los empresarios componen una canasta de productos diferenciados con elasticidades de sustitución iguales a  $\varepsilon_t^d$ ,  $\varepsilon_t^{bH}$  y  $\varepsilon_t^{bE}$  respectivamente. Se asume que la elasticidad de sustitución en la industria bancaria es estocástica. Esta elección surge del interés de estudiar cómo los choques exógenos afectan al sector bancario y se transmiten al sector real de la economía. Los choques afectan el valor de los márgenes que los bancos cargan a sus tasas de interés, por lo tanto, afectan los *spreads* entre la tasa de política y la tasa de los créditos. Las innovaciones a los márgenes pueden entonces ser interpretadas como choques a los *spreads* bancarios generados independientemente de la política monetaria.

La demanda por créditos y depósitos bancarios individuales depende de las tasas de interés de los bancos relativas a la tasa promedio en la economía. La función de demanda por el hogar  $i$  de un préstamo  $b_t^H(i)$  puede ser derivada de minimizar el reembolso total a pagar:

$$\min_{\{b_t^H(i,j)\}} \int_0^1 r_t^{bH}(j) b_t^H(i,j) dj$$

<sup>1</sup>Se aplica un análisis similar a la acumulación de viviendas por parte de los hogares impacientes.

sujeto a

$$\left[ \int_0^1 b_t^H(i, j) \frac{\varepsilon_t^{bH} - 1}{\varepsilon_t^{bH}} dj \right]^{\frac{\varepsilon_t^{bH}}{\varepsilon_t^{bH} - 1}} \geq b_t^H(i)$$

Agregando la condiciones de primer orden através de todos los hogares impacientes, la demanda agregada de créditos del banco  $j$  es obtenida como:

$$b_t^H(j) = \left( \frac{r_t^{bH}(j)}{r_t^{bH}} \right)^{-\varepsilon_t^{bH}} b_t^H$$

donde  $b_t^H \equiv \gamma^H b_t^H(i)$  indica la demanda agregada por préstamos en términos reales y  $r_t^{bH}$  es la tasa de interés promedio de los préstamos a los hogares, definida como:

$$r_t^{bH} = \left[ \int_0^1 r_t^{bH}(j)^{1-\varepsilon_t^{bH}} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_t^{bH}}}$$

La demanda de préstamos para los empresarios se obtiene de forma similar, mientras que la demanda de depósitos al banco  $j$  del hogar paciente  $i$  es obtenida maximizando los ingresos de los ahorros totales

$$\max_{\{d_t^P(i, j)\}} \int_0^1 r_t^d(j) d_t^P(i, j) dj$$

sujeto a la tecnología

$$\left[ \int_0^1 d_t^P(i, j) \frac{\varepsilon_t^d - 1}{\varepsilon_t^d} dj \right]^{\frac{\varepsilon_t^d}{\varepsilon_t^d - 1}} \geq d_t^P(i)$$

y viene dada por la agregación de los hogares:

$$d_t^P(j) = \left( \frac{r_t^d(j)}{r_t^d} \right)^{\varepsilon_t^d} d_t$$

donde  $d_t \equiv \gamma^P d_t^P(i)$  y  $r_t^d$  es la tasa de interés promedio de los depósitos definida como:

$$r_t^d = \left[ \int_0^1 r_t^d(j)^{1-\varepsilon_t^d} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_t^d}}$$

### 2.1.5. Mercado laboral

Se asume que existe un continuo de tipos de trabajo y dos sindicatos por cada tipo  $m \in [0, 1]$ , uno para pacientes y otro para impacientes. Estos sindicatos se agregan como la suma ponderada de sus miembros. El sindicato fija salarios siguiendo un esquema a lo Calvo con probabilidad  $(1 - \theta_w)$  al recibir una señal para reoptimizar y fijar sus salarios que maximicen la utilidad de sus miembros sujeto a la demanda de sus servicios laborales. Con probabilidad  $\theta_w$  no reciben la señal e indexan sus salarios de acuerdo a la siguiente regla:

$$W_{t+1}(h) = W_t(h) ((1 - \varsigma_w) \bar{\pi} + \varsigma_w \pi_{t-1})$$

## 2.2. Bancos

Los bancos juegan un rol central en el modelo como intermediario de las transacciones financieras entre los agentes. El único instrumento de ahorro disponible para los hogares pacientes es el depósito bancario mientras que la única forma de endeudamiento para los hogares impacientes y empresarios es el crédito bancario.

El primer ingrediente clave utilizado para modelar a los bancos es la introducción de competencia monopolística en la banca minorista. Los bancos poseen cierto poder de mercado en el manejo de sus actividades de intermediación, lo cual les permite ajustar las tasas de interés de los préstamos y los depósitos en respuesta de los factores cíclicos de la economía. La competencia monopolística permite además estudiar los diferentes grados de traspaso entre las tasas de interés y los choques de política monetaria.

El segundo factor clave para los bancos es su hoja de balance

$$B_t = D_t + B_t^* + K_t^b$$

indicando que los bancos pueden financiar sus préstamos  $B_t$  usando ya sea depósitos  $D_t$ , adeudos del exterior  $B_t^*$  o capital bancario  $K_t^b$ . Las dos fuentes de financiamiento son sustitutos perfectos desde el punto de vista de la hoja de balance por lo que se necesita introducir alguna no linealidad para precisar la elección de los bancos. Para ello, se asume que existe un ratio de apalancamiento óptimo (determinado exógenamente) para los bancos, que puede ser considerado como el *trade-off*, que en un modelo más estructural, generaría la decisión de cuántos recursos propios mantener. En este caso, sirve como una forma abreviada para estudiar las implicancias y costos de los requerimientos de capital regulatorio. Dado este supuesto, el capital bancario tendrá un rol clave para determinar las condiciones de oferta crediticia. Además, en vista que se asume que el capital bancario se acumula de las

utilidades retenidas, el modelo incorpora un ciclo de retroalimentación entre los sectores real y financiero de la economía. Ante un deterioro de las condiciones macroeconómicas, las ganancias de los bancos se ven afectadas, lo que reduce su capacidad de generar nuevo capital, debilitando su situación financiera (mayor apalancamiento). Ante esta situación, los bancos reducen la cantidad de préstamos lo que amplifica la contracción original (ciclo crediticio). Entonces, la presencia de ambos ingredientes, capital bancario y la capacidad de fijar tasas, permite introducir choques que al afectar la oferta de créditos hace posible el estudio del efecto y su propagación al sector real de la economía.

Como una forma de destacar las características del sector bancario, se asume que cada banco  $j$  del modelo está compuesto por tres “ramas”: dos de banca minorista y una de banca mayorista. La rama minorista es responsable de otorgar préstamos diferenciados a los empresarios y consumidores, y captar depósitos diferenciados de los hogares, respectivamente. Esta rama fija tasas en una competencia monopolística con probabilidad  $(1 - \theta_b)$  de reoptimizar sus precios. La banca mayorista maneja la posición de capital del grupo y concede préstamos y capta depósitos en el mercado interbancario. El asumir estas características del sector bancario permite modelar el mercado interbancario, el cual juega un rol importante en el proceso de transmisión de la política monetaria a la actividad económica al contribuir con la asignación de recursos entre los diferentes bancos. Asimismo, las fricciones financieras (usualmente vinculadas a los créditos) y la regulación (requerimientos de encaje, requerimientos de capital y restricciones de colateral) constituyen características importantes de los mercados interbancarios que tienen impacto de amplificar o amortiguar los efectos reales de la política monetaria.

### 2.2.1. Banca mayorista

La banca mayorista combina el capital bancario ( $K_t^b$ ), los depósitos ( $D_t$ ) y los adeudos del exterior ( $B_t^*$ ) en el lado de los pasivos y la colocación de préstamos ( $B_t$ ) en el lado de los activos. Se impone un costo de operación relacionado a la posición de capital del banco. En particular, los bancos deben pagar un costo cuadrático cuando el ratio de apalancamiento ( $K_t^b/B_t$ ) se encuentra lejos del requerimiento de capital  $\nu_t^b$ .

El capital bancario es acumulado cada periodo a partir de las utilidades retenidas de acuerdo a:

$$K_t^{b,n}(j) = (1 - \delta^b) K_{t-1}^{b,n}(j) + \omega^b J_{t-1}^{b,n}(j)$$

donde  $K_t^{b,n}(j)$  es el capital del banco  $j$  en términos nominales,  $J_t^{b,n}(j)$  son todas las ganancias generadas por las tres ramas del banco  $j$  en términos

nominales,  $(1 - \omega^b)$  resume la política de dividendos del banco y  $\delta^b$  mide los recursos utilizados en el manejo del capital bancario destinado a la actividad de intermediación.

Se asume que la política de dividendos se fija exógenamente, por lo que el capital no es una variable de elección del banco. El problema es entonces determinar los préstamos  $B_t(j)$ , los depósitos  $D_t(j)$  y los adeudos  $B_t^*(j)$  que maximizan los beneficios sujetos a las restricciones generadas por la hoja de balance:

$$\text{máx } E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^p \left[ \begin{aligned} &(1 + R_t^b) B_t(j) - (1 + R_t^d) D_t(j) - (1 + R_t^{b*}) S_{t+1} B_t^*(j) \\ &- K_t^b(j) - \frac{\kappa_{Kb}}{2} \left( \frac{K_t^b(j)}{B_t(j)} - \nu^b \right)^2 K_t^b(j) \end{aligned} \right]$$

sujeto a

$$B_t(j) = D_t(j) + S_t B_t^* + K_t^b(j)$$

donde  $R_t^b$ ,  $R_t^d$  y  $R_t^{b*}$  (tasa de préstamos, depósitos y adeudos respectivamente) son tomadas como dadas. La condición de primer orden del problema genera una relación del *spread* entre las tasas activas y las pasivas y el grado de apalancamiento  $B_t(j)/K_t^b(j)$  del banco  $j$

$$R_t^b = R_t^d - \kappa_{Kb} \left( \frac{K_t^b(j)}{B_t(j)} - \nu^b \right) \left( \frac{K_t^b(j)}{B_t(j)} \right)^2$$

Para cerrar el modelo, se asume que los bancos pueden invertir cualquier exceso de fondeo en depósitos en el Banco Central siendo remunerados a la tasa  $r_t$ . Entonces, se asume que  $R_t^d \equiv r_t$  en el mercado interbancario. Como el mercado interbancario está conformado por muchos bancos idénticos, en un equilibrio simétrico tenemos:

$$R_t^b = r_t - \kappa_{Kb} \left( \frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right) \left( \frac{K_t^b}{B_t} \right)^2$$

Esta ecuación destaca el rol del capital como determinante de las condiciones de la oferta crediticia. Esta ecuación puede ser reordenada para destacar el *spread* entre las tasas de préstamos y depósitos:

$$S_t^W \equiv R_t^b - r_t = -\kappa_{Kb} \left( \frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right) \left( \frac{K_t^b}{B_t} \right)^2$$

El *spread* tiene una relación negativa con el apalancamiento de todo el sistema: en particular, cuando los bancos están poco capitalizados, los márgenes se reducen.

A su vez, de estas condiciones se puede obtener una versión no lineal de la relación de paridad descubierta de tasas de interés. Dicha relación vincula la depreciación esperada del tipo de cambio nominal con el diferencial de tasas de interés. De esta manera, el tipo de cambio se determina endógenamente en el modelo.

$$\frac{(1 + R_t^d)}{(1 + R_t^{b*})} = E_t \left[ \frac{S_{t+1}}{S_t} \right]$$

### 2.2.2. Banca minorista

La actividad de este sector se lleva a cabo bajo un esquema de competencia monopolística. Los bancos obtienen préstamos interbancarios  $B_t(j)$  a la tasa  $R_t^b$ . Con la finalidad de introducir rigideces y estudiar la implicancia de un traspaso bancario imperfecto, se asume que los bancos fijan precios bajo un esquema a lo Calvo. Entonces, si el banco recibe una señal para reoptimizar sus tasas de interés con probabilidad  $(1 - \theta_b)$ , el banco fija sus tasas con la finalidad de maximizar sus beneficios:

$$\max_{\{r_t^{bH}(j), r_t^{bE}(j)\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \left( \beta^P \theta_b^{\frac{t}{i+1}} \right)^{t+1} \lambda_{t,t+1}^P [r_t^{bH}(j) b_t^H(j) + r_t^{bE}(j) b_t^E(j) - R_t^b B_t(j)]$$

sujeto a las curvas de demanda

$$b_t^H(j) = \left( \frac{r_t^{bH}(j)}{r_t^{bH}} \right)^{-\varepsilon_t^{bH}} b_t^H \text{ y } b_t^E(j) = \left( \frac{r_t^{bE}(j)}{r_t^{bE}} \right)^{-\varepsilon_t^{bE}} b_t^E$$

con  $b_t^H(j) + b_t^E(j) = B_t(j)$

con  $s = H, E$ . La versión log-linealizada de la ecuación de determinación de la tasa activa es

$$\frac{\theta_b}{1 - \theta_b} (\hat{r}_t^{bs} - \hat{r}_{t-1}^{bs}) = \frac{\beta^P \theta_b}{1 - \theta_b} E_t (\hat{r}_{t+1}^{bs} - \hat{r}_t^{bs}) + (1 - \beta^P \theta_b) (\hat{R}_t^b - \varepsilon_t^{bs} - \hat{r}_t^{bs})$$

La tasa activa es fijada por los bancos tomando en cuenta la dinámica esperada de la tasa interbancaria, la cual es el costo marginal relevante para este tipo de bancos. Además, esta depende de la tasa de política y la posición de capital del banco.

El grado de competencia monopolística juega un rol. Un incremento en el poder de mercado (una reducción de la elasticidad de sustitución  $\varepsilon_t^{bs}$ ) determina un *spread* más amplio. Esta relación entre la elasticidad y el *spread*

permite interpretar los choques a  $\varepsilon_t^{bs}$  como innovaciones exógenas a los márgenes bancarios.

Las operaciones con depósitos funcionan de forma similar, pero en el sentido inverso. Los bancos captan depósitos  $d_t(j)$  de los hogares para transferirlos al mercado interbancario, el cual les paga una tasa  $r_t$ . En este caso el problema consiste en determinar la tasa de depósitos  $r_t^d(j)$  que maximice:

$$\max_{\{r_t^d(j)\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \left( \beta^P \theta_D^{t+1} \right)^{t+1} \lambda_{0,t}^P [r_t D_t(j) - r_t^d(j) d_t(j) - R_t^b B_t(j)]$$

sujeto a la demanda de depósitos

$$d_t(j) = \left( \frac{r_t^d(j)}{r_t^d} \right)^{\varepsilon_t^d} D_t$$

con  $d_t(j) = D_t(j)$ .

La versión linealizada de la ecuación de la tasa pasiva es

$$\frac{\theta_D}{1 - \theta_D} (\hat{r}_t^d - \hat{r}_{t-1}^d) = \frac{\beta^P \theta_D}{1 - \theta_D} E_t (\hat{r}_{t+1}^d - \hat{r}_t^d) + (1 - \beta^P \theta_D) (\hat{R}_t^b + \varepsilon_t^{bs} - \hat{r}_t^d)$$

Entonces, todos los beneficios del banco  $j$  son la suma de las utilidades de la banca mayorista y la rama minorista. Su expresión es:

$$J_t^b(j) = r_t^{bH}(j) b_t^H(j) + r_t^{bE}(j) b_t^E(j) - r_t^d(j) d_t(j) - \frac{\kappa_{Kb}}{2} \left( \frac{K_t^b(j)}{B_t(j)} - \nu^b \right)^2 K_t^b(j)$$

### 2.3. Sector externo

El sector externo provee de recursos a la economía doméstica. Con la finalidad de simplificar el modelo, se asume que existe un único prestamista en la economía externa: el mercado financiero internacional. Esto permite introducir los adeudos del exterior.

La tasa de interés  $R_t^{b*}$  de los adeudos incluye una prima por riesgo  $\rho_t$  que es función del ratio deuda externa/PBI como en Schmitt-Grohé y Uribe (2003). Entonces

$$R_t^{b*} = r_t^* + \psi^b \left[ \exp \left( \frac{S_t B_t^*}{P_t \tilde{Y}_t} - \bar{B}^* \right) - 1 \right]$$

donde  $r_t^*$  es la tasa externa libre de riesgo y  $\psi^b > 0$ .

La tasa de interés  $r_t^*$  sigue un proceso autoregresivo

$$r_t^* = (1 - \rho_s)r^* + \rho_s r_{t-1}^* + \varepsilon_t^*$$

donde  $r^*$  es la tasa libre de riesgo de estado estacionario.

## 2.4. Productores de bienes finales

A nivel minorista, se asume competencia monopolística y que en cada periodo  $t$  los productores de bienes finales enfrentan una probabilidad exógena de volver a fijar precios, lo cual genera rigidez de precios. Por otro lado, se asume que la economía contiene tres sectores que producen bienes: (i) un sector que produce bienes no-transables (solo son consumidos internamente), (ii) un sector que vende bienes importados, y (iii) un sector que produce bienes exportables. Este supuesto responde a la necesidad de recoger los impactos de la dinámica del tipo de cambio real y de los términos de intercambio. Así, la demanda interna total está compuesta por una canasta de bienes finales domésticos e importados.

$$Y(j)_t = \left[ (1 - \gamma)^{\frac{1}{\varepsilon^{yd}}} \left( Y(j)_t^d \right)^{\frac{\varepsilon^{yd}-1}{\varepsilon^{yd}}} + \gamma^{\frac{1}{\varepsilon^{yd}}} \left( Y(j)_t^m \right)^{\frac{\varepsilon^{yd}-1}{\varepsilon^{yd}}} \right]^{\frac{\varepsilon^{yd}}{\varepsilon^{yd}-1}}$$

donde

$$Y_t^d = \left[ \int_0^1 Y_t^d(j)^{\frac{\varepsilon^y-1}{\varepsilon^y}} di \right]^{\frac{\varepsilon^y}{\varepsilon^y-1}}$$

$$Y_t^m = \left[ \int_0^1 Y_t^m(j)^{\frac{\varepsilon^y-1}{\varepsilon^y}} di \right]^{\frac{\varepsilon^y}{\varepsilon^y-1}}$$

Del problema de agregación se obtienen las siguientes demandas para los bienes diferenciados

$$Y_t^d(j) = \left( \frac{P_t^d(i)}{P_t^d} \right)^{-\varepsilon^y} Y_t^d$$

$$Y_t^m(i) = \left( \frac{P_t^m(i)}{P_t^m} \right)^{-\varepsilon^y} Y_t^m$$

donde

$$Y_t^d = (1 - \gamma) \left( \frac{P_t^d}{P_t} \right)^{-\varepsilon^{yd}} Y_t$$

$$Y_t^m = \gamma \left( \frac{P_t^m}{P_t} \right)^{-\varepsilon^{yd}} Y_t$$

y la tasa de inflación es

$$(1 + \pi_t) = \left[ (1 - \gamma) (\pi_t^d)^{1-\varepsilon^{yd}} \left( \frac{P_{t-1}^d}{P_{t-1}} \right)^{1-\varepsilon^{yd}} + \gamma (\pi_t^m)^{1-\varepsilon^{yd}} \left( \frac{P_{t-1}^m}{P_{t-1}} \right)^{1-\varepsilon^{yd}} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon^{yd}}}$$

#### 2.4.1. Bienes vendidos domésticamente

Existe un continuo de vendedores domésticos que compran bienes intermedios de los empresarios y los transforman en bienes diferenciados y los venden en el mercado doméstico. Ellos operan en competencia monopolística y fijan sus precios siguiendo un esquema a lo Calvo. En cada periodo cada vendedor doméstico recibe con probabilidad  $(1 - \theta_d)$  una señal para reoptimizar y poder fijar su precio para maximizar sus beneficios esperados. En caso no reciba la señal, indexará sus precios de acuerdo a la siguiente regla:

$$P_{t+1}^d(j) = P_t^d(j) ((1 - \varsigma_d) \bar{\pi} + \varsigma_d \pi_{t-1})$$

#### 2.4.2. Bienes importados

Existe un continuo de empresas importadoras quienes compran bienes intermedios del exterior y fijan sus precios de acuerdo a un esquema a lo Calvo. Se asume que los precios son rígidos en moneda doméstica, lo cual es consistente con un traspaso incompleto. Los precios son reoptimizados con probabilidad  $(1 - \theta_m)$  y con probabilidad  $\theta_m$  los precios son indexados bajo la siguiente regla:

$$P_{t+1}^m(j) = P_t^m(j) ((1 - \varsigma_m) \bar{\pi} + \varsigma_m \pi_{t-1})$$

### 2.4.3. Bienes vendidos en el exterior

Existe un continuo de exportadores que compra bienes domésticos y los vende en el exterior al precio  $P_t^x$  el cual es expresado en moneda extranjera. Se asume que los exportadores reoptimizan sus precios con probabilidad  $(1 - \theta_x)$  o indexan sus precios de la siguiente forma:

$$P_{t+1}^x(j) = P_t^x(j) ((1 - \varsigma_x) \bar{\pi}^x + \varsigma_x \pi_{t-1}^x)$$

Además, la demanda por bienes exportados viene dada por:

$$Y_t^x(j) = \left( \frac{P_t^x(j)}{P_t^x} \right)^{-\varepsilon^{yx}} Y_t^x$$

donde  $Y_t^x(j)$  denota el producto del exportador  $j$ ,  $Y_t^x$  se define como

$$Y_t^x = \left( \int_0^1 Y_t^x(j)^{\frac{\varepsilon^{yx}-1}{\varepsilon^{yx}}} dj \right)^{\frac{\varepsilon^{yx}}{\varepsilon^{yx}-1}}$$

y  $P_t^x$  se define

$$P_t^x = \left[ \int_0^1 P_t^x(j)^{1-\varepsilon^{yx}} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon^{yx}}}$$

Así, se asume que la demanda del exterior está dada por

$$Y_t^x = (1 - \gamma^*) \left( \frac{P_t^x}{P_t^*} \right)^{-\varepsilon^{yx}} Y_t^*$$

Se asume que la demanda externa  $Y_t^*$  y la inflación externa siguen un proceso AR(1) con choques distribuidos normalmente.

## 2.5. Productores de bienes de capital

Introducir productores de bienes de capital es un recurso para derivar un precio de mercado para el capital, el cual es necesario para determinar el valor del colateral de los empresarios. Se asume que al principio de cada periodo, cada productor de bienes de capital compra una cantidad  $i_t(j)$  de un bien final de los minoristas y del stock de capital usado no depreciado  $(1 - \delta) k_{t-1}$  de los empresarios. El capital usado puede ser transformado directamente en nuevo capital, mientras que la transformación del bien final está sujeta a costos de ajuste cuadráticos. Así, los productores de bienes de capital resuelven el siguiente problema:

$$\max_{\{\bar{x}_t, i_t\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^E (q_t^k \Delta \bar{x}_t - i_t)$$

sujeto a

$$\bar{x}_t = \bar{x}_{t-1} + \left[ 1 - \frac{\kappa_i}{2} \left( \frac{i_t \varepsilon_t^{qk}}{i_{t-1}} - 1 \right)^2 \right] i_t$$

donde  $\Delta \bar{x}_t = k_t - (1 - \delta) k_{t-1}$  es el flujo del nuevo capital.

De las condiciones de primer orden, la cantidad de nuevo capital que se puede producir está dada por:

$$k_t = (1 - \delta) k_{t-1} + \left[ 1 - \frac{\kappa_i}{2} \left( \frac{\varepsilon_t^{qk} i_t}{i_{t-1}} - 1 \right)^2 \right] i_t$$

donde  $\kappa_i$  es el parámetro que mide el tamaño del costo de ajustar la inversión y  $\varepsilon_t^{qk}$  es un choque a la productividad de los bienes de inversión. Este choque sigue un proceso AR(1) con un coeficiente autorregresivo  $\rho_{qk}$  y con innovaciones normales con desviación estándar  $\sigma_{qk}$ .

El nuevo capital es vendido a los empresarios al final del periodo al precio nominal  $P_t^k$ . El mercado para el nuevo capital es asumido como perfectamente competitivo, por lo que la maximización de beneficios de los productores de capital proporciona una ecuación dinámica para el precio real del capital  $q_t^k = P_t^k / P_t$  al igual que Christiano y otros (2005) y Smets y Wouters (2003). Entonces, el precio real del capital  $q_t^k$  es determinado por

$$1 = q_t^k \left[ 1 - \frac{\kappa_i}{2} \left( \frac{\varepsilon_t^{qk} i_t}{i_{t-1}} - 1 \right)^2 - \kappa_i \left( \frac{\varepsilon_t^{qk} i_t}{i_{t-1}} - 1 \right) \frac{\varepsilon_t^{qk} i_t}{i_{t-1}} \right] + \beta_E E_t \left[ \frac{\lambda_{t+1}^E}{\lambda_t^E} q_{t+1}^k \varepsilon_{t+1}^{qk} \kappa_i \left( \frac{\varepsilon_{t+1}^{qk} i_{t+1}}{i_t} - 1 \right) \left( \frac{i_{t+1}}{i_t} \right)^2 \right]$$

## 2.6. Política monetaria y macroprudencial

En el modelo, la política monetaria y macroprudencial tienen roles independientes. Por una lado, la tasa de política monetaria  $r_t$  tiene un impacto inmediato tanto en las tasas activas como en las pasivas, mientras que los requerimientos de capital  $\nu_t$  tienen un impacto inmediato solo en las tasas activas.

### 2.6.1. Política monetaria

El banco central fija la tasa de interés  $r_t$  vigente en el mercado interbancario. Para fijar la tasa, la autoridad monetaria sigue una regla de Taylor del tipo:

$$(1 + r_t) = (1 + r)^{(1-\phi_R)} (1 + r_{t-1})^{\phi_R} \left( \frac{\pi_t}{\pi} \right)^{\phi_\pi(1-\phi_R)} \left( \frac{\tilde{Y}_t}{\tilde{Y}_{t-1}} \right)^{\phi_y(1-\phi_R)} \varepsilon_t^R$$

donde  $\phi_\pi$  y  $\phi_y$  son los pesos asignados a la estabilización de la inflación y el producto, respectivamente. Por su parte,  $r$  es la tasa de interés nominal de estado estacionario y  $\varepsilon_t^R$  es un choque exógeno de política monetaria con distribución normal y desviación estándar  $\sigma_r$ .

### 2.6.2. Política macroprudencial

Los requerimientos de capital, el instrumento macroprudencial, son fijados por la autoridad financiera de acuerdo a la siguiente regla:

$$\nu_t = (1 - \rho_\nu) \bar{\nu} + (1 - \rho_\nu) \varkappa_\nu \left( \frac{\tilde{Y}_t}{\tilde{Y}_{t-1}} \right) + \rho_\nu \nu_{t-1}$$

donde  $\bar{\nu}$  mide el nivel de estado estacionario de  $\nu_t$ . Los requerimientos de capital son ajustados de acuerdo a la dinámica del crecimiento del PBI. En este caso, un valor positivo de  $\varkappa_\nu$  determina una política contracíclica: los requerimientos de capital aumentan en los “buenos tiempos” y disminuyen en las recesiones.

## 2.7. Equilibrio del mercado

El equilibrio en el mercado de bienes está determinado por la restricción de recursos

$$Y_t = C_t + q_t^k [K_t - (1 - \delta) K_{t-1}] + K_t \psi(u_t)$$

donde  $C_t$  representa el consumo agregado y está dado por

$$C_t = c_t^P + c_t^I + c_t^E$$

La condición de equilibrio en el mercado de bienes intermedios es  $Y_t^d + Y_t^x = y_t^E$  y  $K_t = \gamma^E k_t^E(i)$  es el stock agregado de capital físico.

Por otro lado, el equilibrio en el mercado de viviendas está dado por

$$\bar{h} = \gamma^P h_t^P(i) + \gamma^I h_t^I(i)$$

donde  $\bar{h}$  es el stock fijo de oferta de viviendas.

La balanza de pagos en moneda doméstica está expresada por

$$P_t^m Y_t^m + S_t R_{t-1}^{b*} B_{t-1}^* = S_t P_t^x Y_t^x + S_t B_t^*$$

y el PBI está definido por

$$P_t \tilde{Y}_t = P_t Y_t + S_t P_t^x Y_t^x - P_t^m Y_t^m$$

donde  $\tilde{Y}_t$  denota al PBI.

### 3. Calibración

Los parámetros calibrados son en su mayoría ratios de largo plazo, por lo que pueden ser obtenidos de forma relativamente sencilla de los datos, mientras que el resto de parámetros han sido determinados en base a la literatura previa. Donde ha sido necesario, los parámetros son presentados como tasas trimestrales.

La tasa de descuento intertemporal para los consumidores pacientes está calibrada como  $\beta^P = 0,995$  para tener una tasa real anual de depósitos de 2% en el largo plazo. Por otro lado, la tasa de descuento intertemporal de los consumidores impacientes y los empresarios está fijada en  $\beta^I = \beta^E = 0,975$  para asegurar que la restricción de endeudamiento limita en el estado estacionario. Siguiendo estudios previos se asume un coeficiente para la formación de hábitos de  $a = 0,75$ . Se fija la inversa de la elasticidad de la oferta de trabajo en  $\phi = 2$ , valor que está dentro del rango de parámetros utilizados en la literatura. El parámetro  $\gamma = 0,4$  implica una participación de bienes domésticos en el índice de precios al consumidor,  $1 - \gamma$ , de 60%. Para la elasticidad de sustitución entre bienes transables se asume un valor de  $\epsilon^{yd} = 2$  siguiendo a Ruhl (2005).

La participación del capital en el total de la producción es fijada en  $\alpha = 0,3$ , consistente con el ratio de inversión sobre PBI en estado estacionario. A su vez, se fija la tasa de depreciación del capital en  $\delta = 0,025$ , lo cual implica una depreciación anual de 10%.

El estado estacionario de los ratios préstamo-valor son calibrados utilizando los máximos impuestos regulatoriamente para los créditos hipotecarios ( $m^I = 0,7$ ) y comerciales ( $m^E = 0,6$ ). En línea con Gerali y otros (2010), se asume proporciones iguales de  $\gamma^P$ ,  $\gamma^I$  y  $\gamma^E$  para los hogares pacientes, impacientes y empresarios. El ratio de capital bancario de estado estacionario es fijado en

$\nu = 0,1$ , igual al requerimiento de capital impuesto por el regulador financiero en Perú.

La elasticidad de la prima por riesgo por concepto de deuda se fija en  $\psi^b = 0,001$  para no distorsionar las propiedades de los ciclos que genera el modelo. Para el grado de rigidez real en el mercado laboral, se considera  $\theta_w = 0,99$ , lo cual implica fricciones importantes en el mercado de trabajo tales que los salarios varían poco.

Para los bienes producidos domésticamente, se asume un grado de rigidez  $\theta_d = 0,75$  y de indexación  $\varsigma_d = 0,85$ . Estos parámetros de rigidez nominal e indexación implican que las empresas mantienen sus precios fijos en promedio cuatro trimestres y que el grado de indexación es de 85%. Se asume que los bienes importados son mucho más rígidos con  $\theta_m = 0,95$  con un grado de indexación  $\varsigma_m = 0,75$ , lo que es consistente con el pequeño grado de traspaso que se observa en los bienes importados en la economía peruana. Por el lado de los exportadores, se asume bastante flexibilidad en los precios. Los valores calibrados son  $\theta_x = 0,1$  y  $\varsigma_x = 0,5$  para la rigidez nominal e indexación respectivamente.

Para los coeficientes de la regla de política monetaria se toman los siguientes valores:  $\phi_R = 0,7$ ,  $\phi_\pi = 1,5$  y  $\phi_y = 0,5$ .

## 4. Propiedades del modelo

### 4.1. Funciones impulso respuesta

En esta sección se estudia la dinámica del modelo utilizando funciones impulso respuesta, enfocadas en choques de política monetaria contractiva y en choques que generan aumentos en los *spreads*. El objetivo es identificar cómo son afectados los mecanismos de transmisión de los choques monetarios y financieros por la presencia de una mayor regulación ante la presencia de fricciones e intermediación financiera.

#### 4.1.1. Choque de política monetaria

La transmisión de un choque de política monetaria es estudiada analizando el impulso respuesta de un choque no anticipado de 100pbs a la tasa de política. En el sentido de evaluar cómo se ve afectada la transmisión de la política monetaria por la presencia de los requerimientos de capital, se compara el modelo base (descrito en las secciones anteriores) con un modelo similar que no incluye requerimientos de capital.

En el modelo base, la presencia de la intermediación financiera y los requerimientos de capital no alteran cualitativamente la respuesta de las princi-

pales variables macroeconómicas al compararlo con los resultados del modelo Neo Keynesiano estándar. Entonces el modelo tiene la ventaja de incluir nuevos elementos que vinculan variables macroeconómicas y financieras mientras que es capaz de replicar los hechos estilizados de la teoría de ciclos económicos. Ante el ajuste de política, el producto y la inflación se contraen y los créditos a hogares y empresas caen reflejando el deterioro en los precios de los activos (precio de las viviendas y el valor del capital) y el incremento en la tasa de interés real. Las tasas de créditos bancarios se incrementan menos que la tasa de política reflejando el traspaso imperfecto hacia las tasas activas. La respuesta del capital bancario es negativa, reflejando la reducción en los requerimientos de capital.

Cuando se compara con el modelo sin requerimientos de capital, la figura no cambia significativamente, excepto por el mayor aumento de las tasas de interés y por tanto, la mayor caída de los créditos, del consumo y la inversión. La ausencia de requerimientos de capital tiene un impacto relevante en la inversión debido al mayor encarecimiento de los costos de financiamiento para las empresas.

No obstante, al comparar ambos modelos se puede apreciar una mayor potencia de la política monetaria. Esto se debe a que ante un incremento de la tasa de política en similar magnitud en ambos escenarios, el impacto sobre la inflación es mayor cuando al sistema bancario se le aplican requerimientos de capital. El menor apalancamiento de la economía debido al mayor capital con el que cuentan los bancos genera una prima por riesgo menor para la economía, lo que ocasiona que la apreciación cambiaria impulsada por las mayores tasas de interés en el mercado local sea mayor. Así, la autoridad monetaria sin necesidad de generar una mayor contracción de la actividad económica, puede generar una menor inflación a través del traspaso de la apreciación cambiaria sobre el componente de la inflación importada.

#### 4.1.2. Choque al *spread* de créditos a hogares

Se analiza el ajuste de la economía después de un aumento exógeno en el *spread* para los hogares. Este choque genera el aumento en la tasa de interés de créditos a hogares y en consecuencia, una contracción en el crédito a este segmento lo cual genera una caída del consumo. Esto ocasiona que la inflación se contraiga, lo que genera la expectativa de una reducción de las tasas de interés en el mercado, lo que impulsa a una expansión de la inversión. El aumento de la inversión contrarresta la caída del consumo, por lo que se produce un aumento del producto y por tanto, un aumento de la tasa de política monetaria. En el modelo base, esta dinámica de la economía incrementa los requerimientos de capital, por lo que los bancos deben aumentar

su capital, lo que genera un mayor costo de intermediación el cual motiva un mayor incremento de las tasas de interés bancarias. Sin embargo, ante este choque financiero, los requerimientos de capital no alteran la respuesta de las principales variables macroeconómicas, a excepción del tipo de cambio debido a la menor prima por riesgo de la economía como consecuencia del menor apalancamiento.

#### 4.1.3. Choque al *spread* de créditos a empresas

De forma similar se evalúa la respuesta de la economía a un aumento exógeno del *spread* de los créditos a empresas. Se produce una caída de los préstamos a empresas y por tanto, de la inversión. Por su parte, ocurre un ligero aumento de los créditos a los hogares lo cual resulta en un aumento del consumo, el cual cuantitativamente no es lo suficientemente significativo como para mitigar la caída de la inversión. Entonces, el producto disminuye. El incremento del *spread* para los préstamos para las firmas eleva los costos de financiamiento para los productores y los costos de producción lo cual se traslada a una mayor inflación. Ante este choque, los requerimientos de capital no sufren una variación significativa, por lo que los resultados son cuantitativamente similares en ambos modelos. Así, al igual que en el choque financiero anterior, los requerimientos de capital no alteran la respuesta de las principales variables macroeconómicas ante un aumento exógeno del *spread* de los créditos a empresas.

### 4.2. Análisis de momentos no condicionados

En esta sección, se realiza una comparación de la volatilidad que predice el modelo para el producto, la inflación, el tipo de cambio, los créditos y el apalancamiento. Los resultados se reportan en el cuadro 1. Se puede apreciar que las volatilidades absolutas son mayores cuando no hay requerimientos de capital para el sistema bancario. Esto reflejaría el efecto positivo que tiene sobre la economía el implementar medidas macroprudenciales como los requerimientos de capital. El uso de medidas macroprudenciales no solo tendría un efecto estabilizador en el sistema financiero, sino que también en forma complementaria a la política monetaria contribuiría a una mayor estabilidad macroeconómica.

## 5. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado un modelo en el cual empresarios y hogares impacientes enfrentan restricciones de endeudamiento y los créditos son

ofertados por bancos imperfectamente competitivos que captan depósitos de los hogares pacientes. Los depósitos y el capital bancario son utilizados para generar créditos. En este contexto, se realizó el análisis del impacto de medidas macroprudenciales, como los requerimientos de capital, en los canales de transmisión de la política monetaria. Para ello, el modelo se calibró para la economía peruana y se encontró como resultado que utilizar una regla procíclica para los requerimientos de capital bancario como instrumento macroprudencial incrementa el impacto de la política monetaria sobre la inflación ante choques monetarios y reduce las fluctuaciones financieras, pero no altera los efectos de los choques financieros sobre las principales variables macroeconómicas y financieras. Asimismo, se comprueba que el utilizar requerimientos de capital como instrumento macroprudencial genera una mayor estabilidad macroeconómica y financiera, lo cual se refleja en la menor volatilidad de variables créditos, apalancamiento, tipo de cambio, inflación y el producto.

Cabe resaltar que el instrumento macroprudencial utilizado en esta investigación es bastante simple y referencial. Futuras investigaciones podrían enfocarse en analizar la forma apropiada en que este instrumento debe utilizarse al interactuar no solo con el instrumento de política monetaria, sino también con otros instrumentos macroprudenciales.

## Referencias

- [1] Amado, M. (2014), “Macroprudential Rules in Small Open Economies”, Banco Central de Reserva del Perú, Documento de Trabajo N°2014, 009.
- [2] Angelini, P. S. Neri y F. Panetta (2012), “Monetary and Macroprudential Policies” ECB Working Paper, July.
- [3] Bernanke, B., M. Gertler y S. Gilchrist (1999), “The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework”, Handbook of Macroeconomics 1(C), 1341-1393.
- [4] Bianchi, J. y E. Mendoza (2011), “Overborrowing, financial crises and macro-prudential policy”, IMF Working Paper, WP/11/24.
- [5] Brzoza-Brzezina, M. y K. Makarski (2009), “Credit Crunch in a Small Open Economy”, National Bank of Poland, Warsaw School of Economics.
- [6] Carrera, C. y H. Vega (2012), “Interbank market and macroprudential tools in a DSGE model”, Banco Central de Reserva del Perú, Documento de Trabajo N°2012, 014.
- [7] Castillo, P., Carrera, C., Ortiz, M. y H. Vega (2014), “Spillovers, capital flows and prudential regulation in small open economies”, Banco Central de Reserva del Perú, Documento de Trabajo N°2014 – 006.
- [8] Castillo, P., Montoro, C. y V. Tuesta (2009), “Un modelo de equilibrio general con dolarización para la economía peruana”, Banco Central de Reserva del Perú, Revista Estudios Económicos N°17.
- [9] Christensen, I., Corrigan, P., Mendicino, C. y S. Nishiyama (2007), “An Estimated Open-Economy General Equilibrium Model with Housing Investment and Financial Frictions”, Bank of Canada, Department of Monetary and Financial Analysis.
- [10] Christiano, L., M. Eichenbaum y C. Evans (2005), “Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy” *Journal of Political Economy*, Vol. 113(1), pp. 1-46.
- [11] Claessens, S. y K. Habermeier (2013), “The Interaction of Monetary and Macroprudential Policies”, International Monetary Fund.

- [12] Gerali, A. S. Neri L. Sessa y F. M. Signoretti (2009), “Credit and Banking in a DSGE Model of the Euro Area”, *Journal of Money, Credit and Banking*.
- [13] Iacovello, M. (2005), “House Prices, Borrowing Constraints and Monetary Policy in the Business Cycle”, *American Economic Review*, Vol. 95(3), pp. 739-764.
- [14] Jeanne, O. y A. Korinek (2010), “Managing Credit Booms and Busts: A Pigouvian Taxation Approach”, NBER Working Paper 16377.
- [15] Kiyotaki, N. y J. Moore (1997), “Credit Cycles”, *Journal of Political Economy*, Vol. 105(2), pp. 211-248.
- [16] Schmitt-Grohé, S. y M. Uribe (2003), “Closing Small Open Economy Models”, *Journal of International Economics*, 61(1), 163-185.
- [17] Schmitt-Grohé, S. y M. Uribe (2005), “Optimal Fiscal and Monetary Policy in a Medium-Scale Macroeconomic Model” en Gertler, M. y K. Rogoff, eds. *NBER Macroeconomics Annual 2005*, MIT Press: Cambridge MA, 2006, pp. 383-425.
- [18] Smets, F. y R. Wouters (2003), “An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model Of The Euro Area”, *Journal Of The European Economic Association*, Vol. 1(5), pp. 1123-1175.

## A. Momentos no condicionados

Cuadro 1A: Parámetros calibrados

Parámetro	Descripción	Valor
$\beta^P$	Factor de descuento de hogares pacientes	0,995
$\beta^I$	Factor de descuento de hogares impacientes	0,975
$\beta^E$	Factor de descuento de empresarios	0,975
$\phi$	Inversa elasticidad de oferta de trabajo	2
$a$	Formación de hábitos	0,75
$\alpha$	Participación de capital en la producción	0,3
$\delta$	Depreciación del capital	0,025
$m^I$	Ratio préstamo-valor de hogares	0,7
$m^E$	Ratio préstamo-valor de empresarios	0,6
$\psi^b$	Elasticidad de prima por riesgo por concepto de deuda	0,001
$\theta_w$	Grado de rigidez en el mercado laboral	0,99
$\theta_d$	Grado de rigidez de bienes domésticos	0,75
$\theta_m$	Grado de rigidez de bienes importados	0,95
$\varsigma_d$	Indexación de bienes domésticos	0,85
$\varsigma_m$	Indexación de bienes importados	0,75
$\varsigma_x$	Indexación de bienes exportados	0,5

Cuadro 1B: Ratios de estado estacionario

Parámetro	Descripción	Valor
$C/Y$	Consumo sobre PBI	0,6
$I/Y$	Inversión sobre PBI	0,2
$K/Y$	Capital sobre PBI	4,4
$B/Y$	Créditos sobre PBI	0,32
$B^H/B$	Créditos a hogares sobre créditos totales	0,34
$B^E/B$	Créditos a empresas sobre créditos totales	0,66
$K^b/B$	Capital bancario sobre créditos	0,1

Cuadro 2: Varianzas simuladas

	Modelo base	Modelo sin requerimientos de capital
$\tilde{Y}_t$	3,1	5,3
$\pi$	3,2	5,4
$S_t$	7,1	10,9
$B_t$	2,3	3,9
$B_t/K_t^b$	1,3	3,2

## B. Funciones impulso respuesta

Figura 1: Impulso respuesta a un choque monetario contractivo

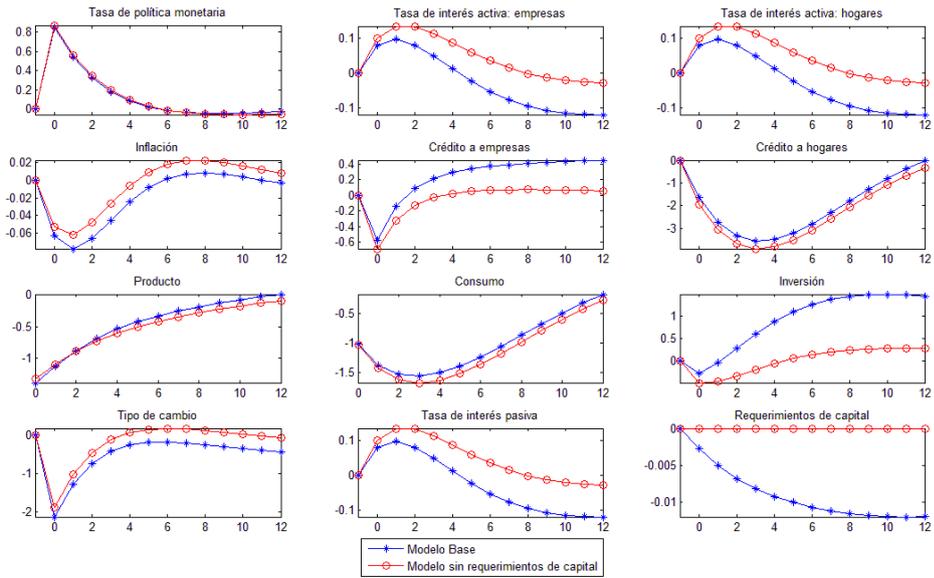


Figura 2: Impulso respuesta en un choque en el spread para los hogares

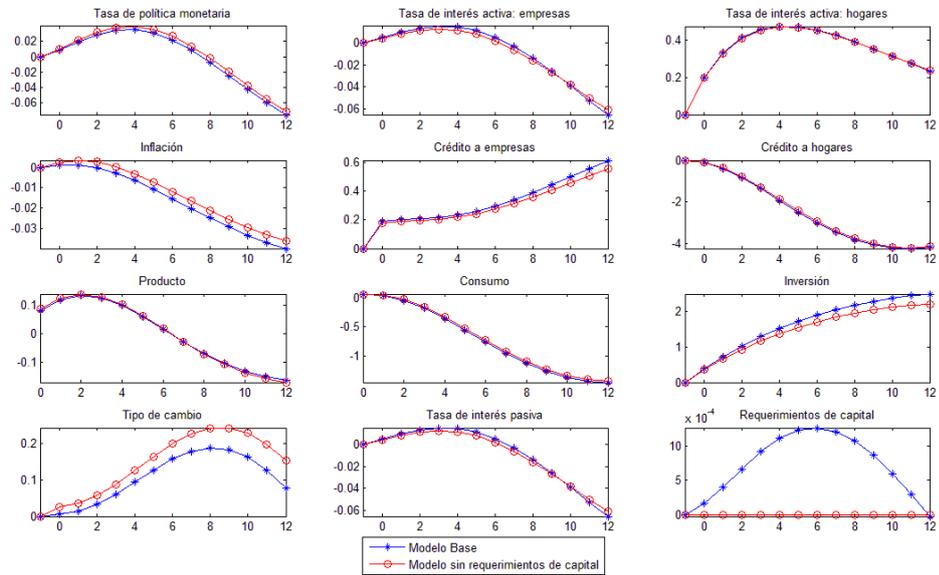


Figura 3: Impulso respuesta a un choque al spread para las empresas

