

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN**



**“FACTORES FINANCIEROS EN LAS FLUCTUACIONES DE LA
ECONOMÍA PERUANA DURANTE EL PERIODO 1998 - 2013”**

PRESENTADO POR

CARLOS ARMANDO YURI ROJAS QUIROZ

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

ECONOMISTA

Lima - Perú

2018

Dedicatoria

A mis padres, Virginia y Carlos, por apoyarme en cada una de mis aventuras académicas y ser pacientes testigos de las mil versiones de este documento.

Agradecimientos

Este documento no hubiese podido realizarse sin el apoyo constante y la paciencia de un grupo importante de personas. En un inicio deseo agradecer a la profesora Rosario Pérez Liu quien me apoyó en todas las etapas de esta tesis y fue quien me motivó a optar por la macroeconomía durante mis años de estudiante, decisión de la que no me arrepiento. Asimismo, el apoyo de mi familia fue fundamental para el término de este documento, sobre todo porque siempre pude encontrar su compañía y cariño ante las adversidades que surgen en el camino. En ese sentido, no puedo dejar de mencionar a mis hermanos Luis y José, a mis tías María Julia y Rossana, y en especial a Jackie, la compañera ideal en este viaje.

Índice

I. Introducción	1
II. Revisión de literatura	5
2.1. Modelos con fricciones financieras y choques financieros	5
2.2. Otros modelos explicativos	9
2.3. Modelos aplicados a la economía peruana	11
III. Materiales y métodos	16
3.1. Hipótesis	17
3.2. El modelo	18
3.2.1. Hogares	20
3.2.2. Economía externa	24
3.2.3. Firmas	26
3.2.4. Empresarios	32
3.2.5. Política económica	34
3.2.6. Condiciones de equilibrio de mercado	35
3.3. Estimación bayesiana	37
3.4. Identificación de los choques financieros	39
3.5. Base de datos	45
3.6. Calibración y valores <i>a priori</i>	48
IV. Resultados y discusión	54
4.1. Estimación de parámetros	54
4.2. Descomposición de varianza	57
4.3. Descomposición histórica	59
4.4. Funciones Impulso-Respuesta	64

4.4.1.	Choque de riesgo financiero	64
4.4.2.	Choque de riqueza financiera	66
4.4.3.	Choque de eficiencia marginal de la inversión	68
4.5.	Naturaleza de los choques financieros y comparación con otros choques macroeconómicos	70
4.6.	Discusión de resultados	74
4.7.	Análisis de sensibilidad	76
4.7.1.	Resultados del análisis de sensibilidad	79
V.	Conclusiones	86
VI.	Recomendaciones	87
	Anexos	97
A.	Estado estacionario	97
B.	Ecuaciones log-lineales	99
2.1.	Procesos exógenos	103
2.2.	Variables observables	105
C.	Variables observables del modelo	107
D.	El contrato de deuda óptima	108
E.	El choque de riesgo financiero	112
F.	Restricción agregada de recursos de la economía	114
G.	Cuadros y figuras adicionales	118

Índice de cuadros

1.	Modelos con fricciones financieras para la economía peruana	15
2.	Identificación de choques financieros en el modelo	45
3.	Parámetros calibrados del modelo	49
4.	Valores de Estado Estacionario del modelo	51
5.	Valores <i>a priori</i> para la estimación del modelo	53
6.	Valores de la media <i>a posteriori</i> de la estimación del modelo	56
7.	Descomposición de varianza de variables observables del modelo	58
8.	Densidad marginal de diversos modelos	80
9.	Descomposición de varianza: Análisis de Sensibilidad	85
10.	Descomposición de varianza desagregada del modelo base	121
11.	Análisis de sensibilidad, media <i>a posteriori</i> de los parámetros estructurales	127
12.	Análisis de sensibilidad, media <i>a posteriori</i> de los procesos exógenos	128
13.	Descomposición de varianza desagregada de los modelos del Análisis de Sensibilidad	129

Índice de figuras

1.	Incertidumbre financiera externa sobre variables reales de la economía peruana	2
2.	Volatilidad del mercado peruano y eventos macroeconómicos	3
3.	Descripción gráfica del modelo DSGE	19
4.	Mercado de capital, del crédito, hoja de balance empresarial y relación de precios financieros ante un choque de riesgo financiero	41
5.	Mercado de capital, del crédito, hoja de balance empresarial y relación de precios financieros ante un choque de riqueza financiera	42
6.	Choque negativo de eficiencia marginal de la inversión	43
7.	Mercado de capital, del crédito, hoja de balance empresarial y relación de precios financieros ante un choque de eficiencia marginal de la inversión	44
8.	Descomposición histórica, período 1998-2013	62
9.	Descomposición histórica, otras variables, período 1998-2013	63
10.	Función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de riesgo financiero	65
11.	Función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de riqueza financiera	67
12.	Función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de eficiencia marginal de la inversión	69
13.	Función Impulso-Respuesta Relativa del PBI (1 por ciento) para una serie de choques macroeconómicos y financieros	70
14.	Función Impulso-Respuesta Relativa de la Inversión (1 por ciento) para una serie de choques macroeconómicos y financieros	71

15.	Función Impulso-Respuesta del PBI (1 D. E.) para una serie de choques macroeconómicos y financieros	72
16.	Función Impulso-Respuesta de la inversión (1 D. E.) para una serie de choques macroeconómicos y financieros.	73
17.	Representación gráfica de las variables incluidas en la estimación del modelo	107
18.	PDF Log Normal con distintas varianzas	112
19.	Distribuciones <i>a priori</i> y <i>a posteriori</i> del modelo base	118
20.	Distribuciones <i>a priori</i> y <i>a posteriori</i> del modelo base (continuación)	119
21.	Distribuciones <i>a priori</i> y <i>a posteriori</i> del modelo base (continuación)	120
22.	Descomposición histórica del PBI por factores	122
23.	Descomposición histórica de la Inversión por factores	123
24.	Descomposición histórica del Crédito Bancario por factores	124
25.	Descomposición histórica del <i>Spread</i> Bancario por factores	125
26.	Descomposición histórica del Patrimonio Empresarial por factores	126
27.	Variaciones al modelo, función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de riesgo financiero	130
28.	Variaciones al modelo, función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de riqueza empresarial	131
29.	Variaciones al modelo, función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de eficiencia marginal de la inversión	132
30.	Cambio en el choque financiero, función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de oferta del crédito	133
31.	Dolarización parcial, función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de riesgo financiero	134
32.	Dolarización parcial, función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de riqueza empresarial	135

33. Dolarización parcial, función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de eficiencia marginal de la inversión	136
---	-----

“...si nos fijamos en todas las crisis financieras que sucedieron en América Latina, el fenómeno sudden stop y la crisis asiática; si usted, si alguna persona pudiera hallar la forma de evitar aunque sea una crisis como esas, eso sería una contribución inmensamente importante al mundo. Así que yo diría que la macroeconomía es muy importante. Puedes sentir que si estás trabajando en ella, estás trabajando en algo... nadie va a ser un John Maynard Keynes o un Bob Lucas –sólo hay dos de esos–, pero si usted se hace parte de esta cosa, se estaría haciendo parte de algo que es realmente importante. Eso es lo que yo le diría al joven economista peruano...”

Lawrence Christiano

Revista Moneda 154, Año 2013

Factores financieros en las fluctuaciones de la economía peruana durante el período 1998-2013

Carlos Rojas Quiroz

Resumen

Se evaluó la importancia cuantitativa de los factores financieros en las fluctuaciones del PBI y de la Inversión para el período 1998-2013 en el Perú. Para ello, se construyó un modelo neokeynesiano de mediana escala ampliado para incorporar choques financieros y estimado mediante métodos bayesianos. Los resultados mostraron que los factores financieros fueron los segundos en importancia, después de los choques externos, en explicar la dinámica de ambas variables, representando el 17 por ciento de la volatilidad del PBI y el 44 por ciento de las fluctuaciones de la Inversión. Además, se evidenció que los choques financieros tuvieron una elasticidad sobre el PBI menor a uno y mayor a uno para el caso de la Inversión; asimismo, los factores financieros afectaron cuantitativamente al PBI y la Inversión en mayor medida que otros choques domésticos (de oferta o demanda), aunque menor en comparación a los choques externos. Los resultados fueron robustos a cambios en el modelo, en el choque financiero, en el grado de dolarización de la economía y en el tamaño de muestra.

Palabras clave: Fricciones financieras, Factores financieros, Modelos de Equilibrio General, Estimación Bayesiana.

Clasificación JEL: C11, E3, E44, E52, E58, G1, G21.

Financial factors in Peruvian economic fluctuations during the period 1998-2013

Carlos Rojas Quiroz

Abstract

We assessed the quantitative importance of financial factors in GDP and Investment fluctuations during the period 1998-2013 in Peru. For dealing with this objective, We built a medium-scale New Keynesian model with an explicit financial accelerator mechanism, which was estimated by Bayesian methodology. The results showed financial factors were second in order of importance, after external shocks, to explain economic fluctuations in Peru. Financial shocks were 17 percent of GDP variance and 44 percent of Investment fluctuations. Moreover, We showed financial factors have a less-than-one elasticity over GDP, and a more-than-one elasticity over Investment. The results suggested financial shocks were more powerful than other macroeconomic shocks, like supply shocks or domestic demand shocks, over GDP and Investment, but less than external shocks. Additionally, the results were robust to alternative models, changes in nature of financial shocks, dollarization degree of the economy and the sample of estimation.

Keywords: Financial frictions, Financial factors, DSGE models, Bayesian estimation.

JEL classification: C11, E3, E44, E52, E58, G1, G21.

I. Introducción

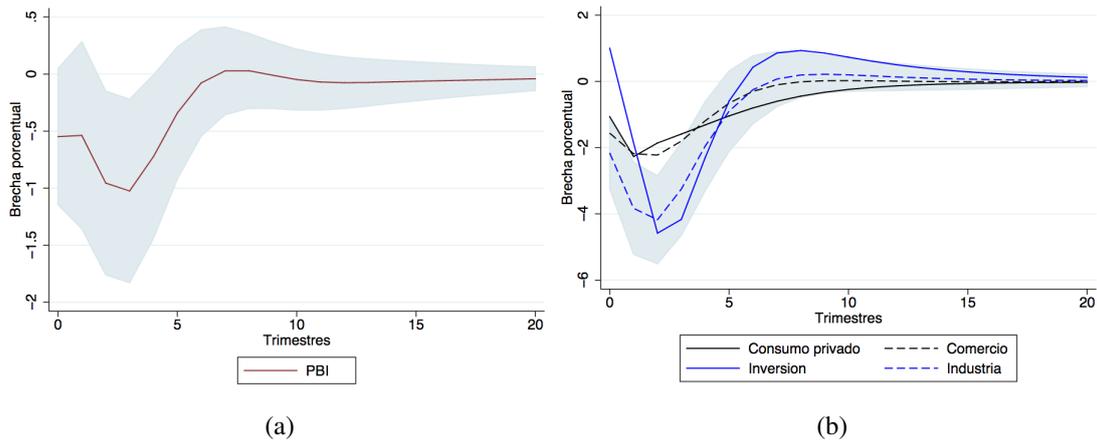
El estudio de las relaciones macrofinancieras se ha convertido en un tópico relevante después de observados los efectos de la crisis financiera internacional de los años 2007-2009. En la academia, las repercusiones de la crisis afectaron las bases de la teoría macroeconómica moderna, incentivando la aparición de modelos que -en términos de políticas públicas- han buscado mejorar la comprensión del fenómeno macrofinanciero en su conjunto, aclarando el mecanismo de transmisión de los factores financieros hacia la economía real. Estudios como el de Bernanke *et al.* (1999), se han ido asentando y afinando, en la modelística macroeconómica actual, como herramientas importantes para estudiar los efectos de choques financieros en variables como el PBI o la Inversión¹. Asimismo, incorporar factores financieros en modelos macroeconómicos ha servido para entender y evaluar -en un contexto de equilibrio general- políticas de regulación macrofinanciera.

Estudiar la interrelación macrofinanciera no es una tarea fácil y, a pesar de los esfuerzos académicos sobre la materia, la implementación de esta metodología es reciente. En contexto, los modelos básicos usados en macroeconomía consideraban el cumplimiento de la denominada hipótesis de Modigliani-Miller dentro de su estructura, bajo la cual las firmas eran indiferentes en la elección del financiamiento de su inversión, ya sea con deuda o levantando capital (De Gregorio (2007)). Esa indiferencia en la decisión de financiamiento llevó a soslayar al sector financiero en la modelística macroeconómica. Por ejemplo, el tradicional modelo IS-LM no cuenta con intermediarios financieros explícitamente modelados en su estructura. No es sino con Bernanke & Blinder (1989) que se empezó a incluir -en modelos neokeynesianos *ad hoc*- factores financieros. Como señalaron Vega & Vega (2012), “*esta literatura demostraba que la intermediación financiera era un canal adicional de fluctuaciones macroeconómicas reales que podía prolongar las recesiones y explicar la relación entre los precios de activos y la actividad económica*”. Empíricamente, se ha podido corroborar que choques financieros exógenos han generado caídas importantes en variables reales de la economía peruana. Así, Carrière-Swallow & Medel (2011b) mostraron que un incremento en la volatilidad del mercado financiero internacional (índice VIX) generó caídas estadísticamente significativas en el PBI (panel *a* de la

¹En este documento, se consideró como “Inversión” a la Inversión Bruta Fija - Privada.

Figura 1) y en la Inversión (panel *b* de la Figura 1) para el caso peruano. Por otro lado, en la Figura 2, se observa una correlación positiva entre la volatilidad del mercado financiero peruano (medida como la varianza mensual de la rentabilidad diaria del Índice General de la Bolsa de Valores de Lima) y eventos macroeconómicos de importancia, incluyendo los episodios recesivos de la economía peruana (líneas rojas).

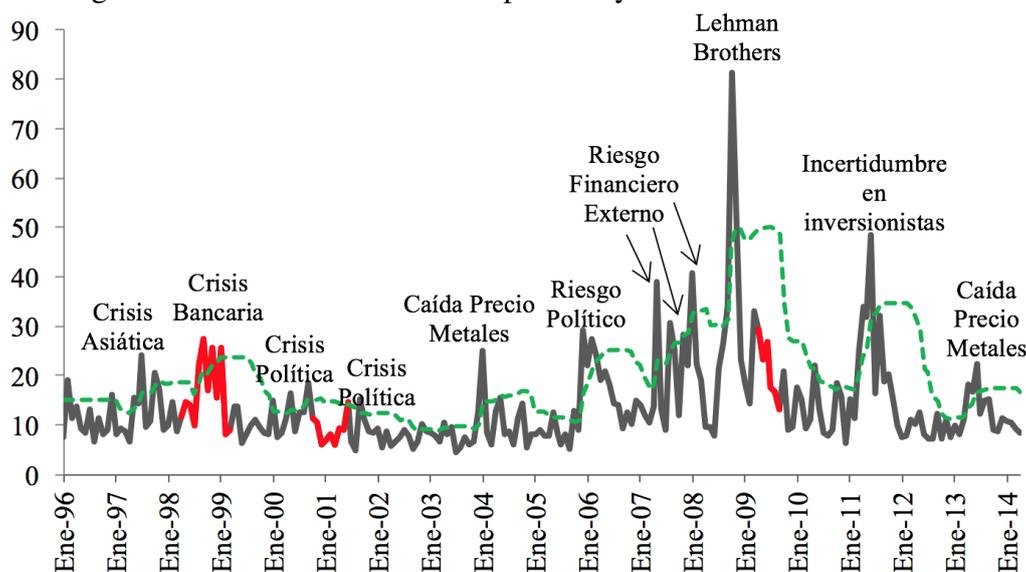
Figura 1: Incertidumbre financiera externa sobre variables reales de la economía peruana



Fuente: Carrière-Swallow & Medel (2011b).

Si bien la evidencia empírica ha respaldado la relación entre factores financieros y el sector real de la macroeconomía, todavía no se ha comprendido a la perfección la naturaleza de esta relación. En otras palabras, se sabe que ambas esferas se interrelacionan, pero todavía no se entiende cómo es que actúan y la magnitud en que lo hacen. Es en este contexto donde se enmarca esta investigación, cuyo principal objetivo fue evaluar cuantitativamente la importancia de los factores financieros al explicar las fluctuaciones del PBI y de la Inversión en la economía peruana. Para ello, se utilizó un modelo dinámico estocástico de equilibrio general (DSGE, por sus siglas en inglés) similar al de Castillo *et al.* (2009), aunque ampliado para incorporar un sector exportador de *commodities* y un bloque financiero modelado explícitamente.

Figura 2: Volatilidad del mercado peruano y eventos macroeconómicos



Elaboración propia. Fuente: BCRP.

Específicamente, se buscó evaluar la importancia de tres clases de choques financieros: de riesgo financiero, de riqueza empresarial y de eficiencia marginal de la inversión, muy utilizados en la literatura especializada, en una economía pequeña y abierta, además de parcialmente dolarizada, como la peruana. En ese sentido, se aplicaron ejercicios de descomposición de varianza incondicional, análisis de las funciones Impulso-Respuesta y descomposición histórica de choques. Cuantificar la magnitud de los choques financieros en las fluctuaciones económicas del país es un ejercicio relevante debido a que permite entender cuán importantes son estos factores al explicar la dinámica del PBI y de la Inversión en el corto plazo; además brinda evidencia sobre su mecanismo de transmisión e interacción con otras variables macroeconómicas de interés.

Esta tesis se divide en las siguientes secciones. En la Sección II se realizó una revisión de la literatura relevante sobre el modelamiento macrofinanciero y la evaluación de factores financieros en los ciclos económicos. La Sección III es la más extensa. En ella se presentan los elementos metodológicos que se aplicaron en esta investigación. Así, se señalan las hipótesis (sección 3.1), se describe de forma matemática el modelo empleado (sección 3.2), se presenta una introducción a la técnica de estimación bayesiana (sección 3.3), se explica la identificación de los choques financieros mediante un modelo simplificado de equilibrio parcial (sección 3.4), se describen los datos de series de tiempo utilizadas en

la estimación (sección 3.5) y la calibración de algunos parámetros relevantes (aquellos que dominan las relaciones de estado estacionario), así como los valores *a priori* que se plantean para la estimación bayesiana de los parámetros estructurales (sección 3.6). En la Sección IV se muestran los resultados del modelo, tanto en términos de la estimación *a posteriori* de los parámetros de interés (sección 4.1), como en la interpretación de la descomposición de varianza (sección 4.2), la descomposición histórica de choques (sección 4.3), las funciones impulso-respuesta de los choques financieros (sección 4.4) y la naturaleza de los choques financieros (sección 4.5). También se propone un análisis de sensibilidad de los resultados obtenidos (sección 4.7), modificando algunas ecuaciones de interés, como es el caso de la regla de Taylor o de los salarios reales, introduciendo consumidores sin acceso a financiamiento externo, y variando el grado de dolarización de la economía. Finalmente, en la Sección V presentamos las conclusiones y en la Sección VI las recomendaciones derivadas de este trabajo.

II. Revisión de literatura

Al estudiar el rol de los factores financieros en los ciclos económicos se hace necesario revisar dos ramas de la literatura económica: (i) la que se enfoca en el estudio de las relaciones macrodinámicas entre el sector financiero y la economía real, y (ii) la que estudia las contribuciones de factores específicos al ciclo económico. La primera de ellas se enfoca en el desarrollo de los mecanismos necesarios para introducir un sector financiero en un modelo macroeconómico general, mientras que la segunda es más cuantitativa y se enfoca en medir las contribuciones de los distintos choques al ciclo económico. En relación al análisis macrofinanciero, este tema ha vuelto a cobrar interés entre los investigadores a raíz de la crisis financiera internacional de los años 2008-2009, como se menciona en Blanchard *et al.* (2010). Sin embargo, el desarrollo de modelos que consideren fricciones financieras no es totalmente reciente². En términos generales, tampoco es reciente el estudio de los determinantes de las fluctuaciones económicas³, aunque, a la fecha, todavía no existe un consenso académico sobre cómo abordar el tema debido a la multiplicidad de métodos utilizados (DSGE, VAR, FAVAR, etc.). Por tanto, las conclusiones sobre la importancia de los choques considerados son diversas⁴. En las siguientes líneas, se describe la literatura relacionada con las ramas mencionadas, así como aquellos trabajos que mezclan ambos tópicos.

2.1. Modelos con fricciones financieras y choques financieros

Los avances en el modelamiento macroeconómico se enfocan, principalmente, en el desarrollo de modelos de equilibrio general dinámicos y estocásticos (DSGE por sus siglas en inglés). En este estudio, se utilizó un modelo de este tipo que incluyó una fricción financiera denominada “mecanismo del acelerador financiero”, desarrollada por Bernanke

²Ejemplos significativos de ello lo encontramos en los artículos de Bernanke & Blinder (1989), Bernanke & Gertler (1989), Bernanke *et al.* (1996), Kiyotaki & Moore (1997) y Carlstrom & Fuerst (1997).

³Metodológicamente, se inicia con Sims (1980) y Kydland & Prescott (1982).

⁴Así, King & Rebelo (1999) enfatizan la importancia de los choques de productividad como determinantes principales del ciclo económico estadounidense, mientras que Galí (1999), Christiano *et al.* (2003) y Fisher (2006) concluyen en la preponderancia de otro tipo de perturbaciones –de demanda o financieras– como fuentes principales de los ciclos económicos.

et al. (1999)⁵, que se conocerá de aquí en adelante como BGG. El acelerador financiero permite endogenizar la dinámica del mercado de créditos para propagar y amplificar *shocks* financieros al sector real de la economía. El mecanismo es, en resumen, una relación entre lo que los autores llaman “premio financiero externo”⁶ y el ratio de apalancamiento de los potenciales prestatarios. En la construcción de este esquema se utiliza un problema de agencia que está asociado a la información asimétrica y al costo de monitoreo de la intermediación financiera, al estilo de Townsend (1979). La ecuación fundamental del modelo de acelerador financiero es la siguiente:

$$\frac{R^K}{R} = \eta_{fin} \left(\frac{QK}{N} \right)$$

Donde $\frac{R^K}{R}$ muestra la brecha entre la tasa real de retorno del capital y la tasa real libre de riesgo, mientras que $\frac{QK}{N}$ es el ratio de apalancamiento del prestatario, y se cumple que $\eta'_{fin}(\cdot) > 0$ y $\eta_{fin}(1) = 1$. Así, mientras menor sea $\frac{QK}{N}$, por un aumento relativo del patrimonio neto, menor será el costo del crédito respecto de la tasa libre de riesgo. Los autores demuestran que esta especificación simula correctamente los hechos estilizados observados en variables macroeconómicas clave como la inversión y el PBI, amplificando el efecto de choques macroeconómicos comunes. Sin embargo, es importante mencionar que BGG modela una economía cerrada que busca replicar los hechos estilizados de Estados Unidos. Una aplicación para economías pequeñas y abiertas, se encuentra en Gertler *et al.* (2007), en el que el modelo se amplía para considerar variables como el tipo de cambio real, la tasa de interés internacional, entre otras. Los autores usan este nuevo modelo, calibrándolo con datos de la economía de Corea del Sur, para estudiar las interrelaciones entre los problemas financieros y el régimen cambiario, concluyendo que los regímenes de tipo de cambio fijo exacerban las crisis financieras al “atar de manos” a la autoridad monetaria.

Las dos investigaciones referenciadas utilizaron métodos de calibración de parámetros, sin ninguna metodología econométrica. Con Elekdag *et al.* (2006) se aplica la estimación

⁵Estudios importantes que sintetizan la literatura sobre el acelerador financiero y los canales de transmisión entre el sector financiero y real son los de Ćorić (2011) y del Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (2011).

⁶Que es la diferencia entre el costo de fondos externos y el costo de oportunidad de los fondos internos de la firma.

bayesiana en un modelo de economía pequeña y abierta donde también se utilizan datos coreanos. Los autores demuestran empíricamente la significancia estadística del “premio financiero externo” y, por tanto, la importancia del mecanismo de acelerador financiero para explicar las fluctuaciones macroeconómicas de la economía coreana. En el mismo sentido, Christensen & Dib (2008) comparan dos modelos alternativos –con y sin acelerador financiero- estimando ambos mediante métodos bayesianos y encontrando evidencia estadística a favor de la existencia de este mecanismo en la economía de Estados Unidos. Los autores concluyen que el acelerador financiero amplifica y propaga el efecto de *shocks* de demanda sobre la inversión pero amortigua los choques de oferta sobre esta variable. Asimismo, muestran que el acelerador financiero tiene una importancia relativamente menor para explicar las fluctuaciones del PBI americano, lo cual es un hallazgo importante –y contradictorio- en relación a las conclusiones obtenidas de estudios anteriores. Por otro lado, Christiano *et al.* (2011) introducen fricciones financieras y laborales en un modelo de economía pequeña y abierta estimado con data de Suecia. Los autores encuentran que los choques financieros (específicamente un choque a la riqueza empresarial) tienden a explicar alrededor de dos tercios de las fluctuaciones del PBI y la inversión en el país escandinavo. En tanto, el choque de eficiencia marginal de la inversión -muy usado en la literatura sobre el tema- tiene una importancia limitada en la explicación de las fluctuaciones económicas de dicho país. En un plano regional se encuentra el estudio de López *et al.* (2008), donde desarrollan un modelo de economía pequeña y abierta, siguiendo el espíritu de los trabajos anteriormente mencionados, pero ahora estimado –también de forma bayesiana- con datos de la economía colombiana. Los autores demuestran que el efecto “hoja de balance” –causado por el acelerador financiero- juegan un papel importante para explicar las fluctuaciones económicas de la economía colombiana y que, de haberse seguido un régimen cambiario fijo, la crisis financiera que afectó dicho país entre 1998-1999 podría haberse exacerbado.

Una ampliación importante en estos trabajos es la inclusión de choques financieros en modelos que ya poseen fricciones financieras, lo que permite evaluar la dinámica de la economía ante perturbaciones originadas fuera del sector real, así como determinar su importancia cuantitativa en la explicación de las fluctuaciones macroeconómicas. En ese sentido, se identificaron al menos cuatro tipos de choques financieros de importancia:

- Justiniano *et al.* (2010). Incluye un choque de eficiencia marginal a la inversión que se interpreta como una perturbación a la habilidad de intermediación financiera, al no poder financiarse totalmente la producción de bienes de capital. Este *shock* afecta el proceso de decisión de las firmas que producen bienes de capital debido a que, con la misma cantidad de bienes de inversión no logran producir la cantidad de bienes de capital óptima. Ello reduce la oferta de bienes de capital y por tanto la inversión privada, disminuyendo con ello el PBI. Si bien se considera un choque financiero, es importante notar que en este trabajo no se encuentra incluido el mecanismo de acelerador financiero.
- Christiano *et al.* (2010). Utiliza un *shock* de riqueza financiera que afecta directamente al patrimonio neto de las empresas. Un choque positivo de este tipo incrementa el patrimonio en “manos” del empresario, aumentando la demanda por capital, disminuyendo el costo del crédito y amplificando el efecto positivo sobre la inversión y el producto.
- Dib *et al.* (2008) y Gilchrist *et al.* (2009). Consideran un choque *ad-hoc* de oferta crediticia, que afecta directamente al costo del crédito bancario. Este choque implica un costo creciente del crédito que reduce su demanda y genera efectos recesivos sobre el PBI y la inversión.
- Christiano *et al.* (2014). Presenta un *shock* de riesgo que afecta la probabilidad de éxito o fracaso del proyecto de inversión de un empresario. Aquí se supone que el factor de éxito de un empresario se distribuye mediante una distribución log-normal. Este choque implica un aumento de la varianza de esta distribución, incrementando la percepción de *default* de los empresarios (probabilidad de que no devuelvan el préstamo bancario), reduciendo el crédito y haciendo caer el producto y la inversión.

De acuerdo a Christiano *et al.* (2010), los “factores financieros”⁷ son determinantes principales de las fluctuaciones económicas de Estados Unidos y de la Zona Euro, durante el período 1985-2008; es más, los autores consideran que estos factores fueron los desencadenantes y propagadores de la última crisis financiera internacional. En tanto que Dib *et al.* (2008), encuentran que las perturbaciones financieras están entre las principales

⁷Término que acumula a los problemas de agencia en los contratos financieros, las restricciones de liquidez por parte de los bancos y los choques que alteran la percepción de riesgo del mercado.

explicaciones para el análisis del ciclo económico canadiense en el período 1981-2007. Finalmente, Christiano *et al.* (2014) estima un modelo con fricciones financieras microfundamentadas para la economía de EE.UU. para el período 1985Q1-2010Q2 y encuentra que los choques de riesgo explican cerca del 60 por ciento de la volatilidad del PBI. Además, la medida estimada de riesgo financiero propuesta por los autores está altamente correlacionada con medidas empíricas de volatilidad financiera y ratios de morosidad.

Otros estudios que incorporan algunas de estas perturbaciones por separado son: Freystätter (2012) que estima un modelo de equilibrio general con datos de Finlandia para el período 1995-2008 encontrando que los *shocks* de riqueza financiera y de oferta crediticia son importantes para explicar las fluctuaciones económicas, tanto de la inversión como del PBI finlandés, en el corto y en el largo plazo. En tanto, Ortiz (2013) muestra que el choque de oferta crediticia, por sí sólo, representa el 15 por ciento de las fluctuaciones del PBI en Estados Unidos para el período 1985-2012. Finalmente, un trabajo que mantiene la línea de investigación descrita en este párrafo es la de Leduc & Liu (2012), donde se concluye que los *shocks* de incertidumbre financiera pueden ser vistos como choques de demanda negativos que incrementan el desempleo y reducen la inflación, obteniendo evidencia para Estados Unidos y el Reino Unido, mediante la aplicación de un VAR estructural y de un modelo de equilibrio general con fricciones de búsqueda de empleo y rigideces nominales en los precios.

2.2. Otros modelos explicativos

En esta sección, se describen trabajos que no utilizan el mecanismo del acelerador financiero de BGG. Como se detalló líneas arriba, se resalta el artículo de Justiniano *et al.* (2010), quienes utilizan un modelo neokeynesiano estimado con datos de la economía estadounidense pero que incluye un *shock* a la eficiencia marginal de la inversión. Lo resaltante en este caso es que esta nueva perturbación resulta ser el principal determinante –de acuerdo a los autores- de las fluctuaciones económicas en ese país, contribuyendo entre un 50-60 por ciento al ciclo del PBI y en un 80 por ciento al ciclo de la inversión y contradiciendo, en cierto sentido, lo encontrado en estudios similares. Sin embargo, al afectar la óptima locación de los recursos financieros, este choque puede ser visto *per se* como una fricción financiera.

En relación al estudio de la interrelación entre macroeconomía y finanzas para economías emergentes, se debe resaltar que existe un cuerpo académico más amplio y detallado debido, principalmente, a que economías pequeñas y abiertas ya han pasado por varias crisis financieras a lo largo de su historia económica. Así, se cuenta con los denominados modelos de crisis de primera, segunda y tercera generación, que trataron de explicar las crisis recurrentes de economías emergentes desde los años ochenta en base al estudio sobre los déficits fiscales, el régimen cambiario adoptado y el efecto “hoja de balance” en países con altos ratios de dolarización financiera, respectivamente. En este tópico resalta el trabajo de Chang & Velasco (2000), donde se presenta un modelo canónico para estudiar las crisis financieras en economías emergentes, concluyendo que la falta de liquidez internacional por parte del sistema financiero nacional es la clave del problema. Así, bancos ilíquidos son una condición necesaria y suficiente para que una crisis financiera se produzca en una economía emergente. Siguiendo la misma línea de trabajo, Chang & Velasco (2001) estudian la fragilidad financiera, las crisis cambiarias y la política monetaria en países pequeños y abiertos al mundo bajo un contexto de crisis de tercera generación. Los autores muestran que un tipo de cambio fijo puede generar locaciones óptimas de recursos pero es más propenso a corridas y crisis bancarias que un régimen de “caja de conversión”, que, a su vez, no es socialmente óptimo. Por su parte, un régimen cambiario flexible es socialmente eficiente y elimina la probabilidad de corridas bancarias. Otro artículo importante relacionado al estudio macrofinanciero en economías emergentes es el de Kaminsky & Reinhart (1999) donde se concluye que las crisis bancarias predicen mayoritariamente crisis de balanza de pagos en economías pequeñas y abiertas, mientras que la relación contraria no necesariamente se cumple. En tanto que Caputo *et al.* (2009) estudian la relación entre shocks financieros y su impacto en el comportamiento de la política monetaria. Los autores encuentran que la respuesta óptima de política monetaria depende tanto de la correlación del shock con las condiciones financieras domésticas y del grado de cumplimiento de la hipótesis de paridad descubierta de tasas de interés.

Artículos relacionados que utilizan esquemas econométricos tradicionales, como los Vectores Autoregresivos (VAR), son los de Bloom *et al.* (2007), donde se analiza el efecto de la incertidumbre financiera sobre la dinámica de la inversión para el caso de la economía

del Reino Unido mediante data microeconómica; Bloom (2009), que estudia cómo la incertidumbre financiera agregada afecta las variables macroeconómicas estadounidenses; y Denis & Kannan (2013) donde se replica el ejercicio de análisis de incertidumbre financiera agregada pero para el Reino Unido. En el caso de economías emergentes, se puede revisar los trabajos de Carrière-Swallow & Medel (2011a), Carrière-Swallow & Medel (2011b) y Carrière-Swallow & Céspedes (2013). Respecto al segundo de ellos, es importante resaltar que analiza el impacto de choques de incertidumbre financiera global sobre variables macroeconómicas de Perú y Chile, encontrando que, para el caso peruano, un choque de este tipo afecta al PBI reduciéndolo en 1 por ciento respecto de su tendencia; para el caso de la inversión privada, esta cae 4,5 por ciento ante un choque de este tipo en el Perú. Una recopilación importante y obligatoria para el interesado en estos temas se encuentra en Brunnermeier *et al.* (2012); para estudiar el uso de modelos macrofinancieros por parte de los bancos centrales, se debe revisar a Vlcek & Roger (2012) y para una explicación sencilla de la relación entre la intermediación financiera y macroeconomía ver Vega & Vega (2012), o entre las fricciones financieras y el comercio internacional, en Carrera & Salas (2013)⁸.

2.3. Modelos aplicados a la economía peruana

Finalmente, se describen los estudios relacionados al entendimiento de las fluctuaciones económicas y al análisis macrofinanciero para el caso peruano. En relación a los determinantes de las fluctuaciones económicas, se cita uno de los primeros trabajos sobre el tema, que es el de Dancourt *et al.* (1997) donde se concluye que la principal fuente de fluctuaciones de la economía peruana son los choques externos, tal es así que de las seis recesiones detectadas por los autores entre 1950-1996, cinco de ellas coinciden con choque externos adversos⁹. En línea con las conclusiones de ése trabajo, Castillo & Salas (2010) publican un artículo donde llegan a una premisa similar: son los choques perma-

⁸Por otra parte, existen estudios que desarrollan modelos con características financieras, sin considerar el mecanismo del acelerador financiero, dentro de los cuales se cita a Oviedo (2003), Zhang (2006), Prada (2008), Benes *et al.* (2009), Jermann & Quadrini (2009), De Walque *et al.* (2010), Claessens *et al.* (2010), Gerali *et al.* (2010), Gertler & Karadi (2011), Quadrini (2011), Brázdik & Marsal (2011), Bigio (2012) y Iacoviello (2015).

⁹En un trabajo reciente, Mendoza & Collantes (2017) encuentran que el 67 por ciento de las fluctuaciones del PBI peruano se explica por factores externos.

nentes a los términos de intercambio los que dominan las fluctuaciones del producto, la inversión y el consumo en economías pequeñas y abiertas entre 1992 y 2007, para el caso del Perú y Chile. Este resultado es robusto a diversas especificaciones del modelo econométrico considerado. Ambas referencias, sin embargo, utilizan metodologías estándar, tanto desde el plano descriptivo-teórico como del econométrico, respectivamente.

Un trabajo reciente en la línea de la interrelación macrofinanciera es el de Lahura & Vargas (2013) donde se evalúa la relación dinámica entre el sistema bancario y el nivel de actividad económica del Perú en el período 1965-2011, mediante VAR cointegrados. Entre sus conclusiones más importantes, los autores sostienen que existe una relación de largo plazo entre la evolución del sistema bancario y el PBI real per cápita, y que las fluctuaciones del PBI real per cápita están asociadas principalmente a choques permanentes, mientras que las fluctuaciones de corto plazo en la evolución del sistema bancario están explicadas principalmente por choques transitorios. Un estudio similar se observa en Lahura (2011), donde se estudia la relación dinámica entre el crédito bancario y el PBI, concluyendo que choques estructurales permanentes en el crédito real tiene efectos permanentes positivos en el producto.

El uso de modelos de equilibrio general para explicar fluctuaciones de la economía peruana se observa en Castillo *et al.* (2006) y Aparicio *et al.* (2011). En el primer trabajo, se construye un modelo con dolarización de transacciones y de precios, aunque sin fricción financiera alguna y se estima con métodos bayesianos para el período 1992:2-2006:1, encontrándose que el crecimiento del PBI es explicado, principalmente, por choques de oferta, con un 67 por ciento de varianza explicada. Los autores resaltan la flexibilidad del modelo para poder replicar los principales hechos estilizados de la economía peruana y su alto grado de correlación con las principales variables macroeconómicas del país. En el caso del segundo artículo, se llega a la conclusión que las principales perturbaciones que afectan las fluctuaciones cíclicas son de origen externo; así, los shocks de términos de intercambio representan aproximadamente el 62 por ciento del crecimiento de la economía peruana. Sin embargo, es importante notar que el modelo no cuenta con un sector financiero explícito y no es estimado mediante técnicas econométricas, sino calibrado con data peruana para el período 1995-2010. En tanto, Winkelried (2013) muestra la actualización

del Modelo de Proyección Trimestral del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) –ver Vega *et al.* (2009) para el modelo inicial- de características nekeynesianas y semiestructural (las ecuaciones no provienen de fundamentos microeconómicos) donde se construye una descomposición histórica del ciclo económico peruano para el período 2002-2013 y se observa, también, la importancia de los choques externos en explicar las fluctuaciones del PBI. De igual forma, el modelo propuesto en esta última investigación no cuenta con un sector financiero explícitamente desarrollado. En tanto, en Ministerio de Economía y Finanzas (2011) se publica un ejercicio de descomposición de varianza del PBI, donde se muestra que los choques externos explican el 49 por ciento del mismo, los choques de oferta el 14 por ciento, mientras que los choques de demanda explican el 37 por ciento restante de la varianza del producto peruano.

En cuanto al estudio de las fricciones financieras en el Perú, el objetivo, en la mayoría de estudios revisados, es evaluar la existencia y significancia del mecanismo del acelerador financiero para economías emergentes. En ese espíritu se encuentra el artículo de Fernández & Gulán (2012), donde se evalúan fricciones financieras al estilo de BGG para un grupo de economías emergentes (en total doce países), dentro de los cuáles se encuentra el Perú. El trabajo es claro en afirmar que dichas fricciones son importantes para explicar las fluctuaciones en todas las economías emergentes consideradas en el estudio. Así también, se debe referenciar a Ortiz & Wishart (2012) que, en una muestra compuesta por 12 economías emergentes –dentro de las que se encuentra el Perú- y economías desarrolladas, evidencia la importancia de incluir *shocks* a la tendencia de crecimiento y fricciones financieras, con el fin de obtener un mejor ajuste del modelo a la data de los países considerados. También se destaca Castro *et al.* (2004), donde se demuestra –a través de un modelo de equilibrio general con fricciones a la Bernanke *et al.* (1999)- que de existir el canal de “precio de activos”, se hace necesario una política cambiaria más restringida con el fin de aumentar el bienestar. Este resultado se ratifica en Morón & Winkelried (2005), donde se explica que para economías financieramente vulnerables, la política monetaria debe defender el tipo de cambio real, aunque sólo en el corto plazo, dado que en el largo plazo no se cuenta con las herramientas ni la capacidad para ello. Además de estos artículos, resalta el trabajo de Castillo *et al.* (2009), donde se construye un modelo de equilibrio general dinámico estocástico con dolarización parcial de tres

tipos: de transacciones, de precios y financiera. En él se añade una fricción financiera al estilo del acelerador financiero y los parámetros subyacentes se calibran de acuerdo a la data peruana para el período 1992-2007. Es importante mencionar que Florian & Montoro (2009) utilizan este modelo para estimarlo de forma bayesiana¹⁰.

Por otra parte, Vega (2012), amplía el análisis de BGG, bajo un contexto de equilibrio parcial, al caso de una economía parcialmente dolarizada, donde los agentes se enfrentan a tasas de interés en Soles y en Dólares. El autor demuestra que la brecha entre tasas de interés activas en moneda nacional y extranjera es menor cuando aumenta la volatilidad del tipo de cambio y mayor cuando existe una alta relación entre el rendimiento de los empresarios y el tipo de cambio. En tanto, Vega (2015) introduce un modelo con dolarización financiera donde demuestra que un choque cambiario depreciatorio está positivamente correlacionado con la probabilidad de impago del prestatario y tiende a ser un mecanismo poderoso para afectar el consumo agregado. En ese sentido, el autor concluye que una depreciación cambiaria inesperada puede ser contractiva en el producto si la dolarización financiera y los costos de agencia en el sector financiero son considerados.

Finalmente, otros trabajos que desarrollan fricciones financieras y estudian los mercados financieros en la economía peruana se encuentran citados en el Cuadro 1, donde se resaltan dos características de la literatura: muy pocos artículos utilizan alguna estimación econométrica de los parámetros del modelo (ya sea desde la óptica bayesiana o tradicional), siendo la calibración el método más utilizado; y la mayoría de ellos utiliza el mecanismo del acelerador financiero como fricción financiera. Se concluye, de acuerdo a la revisión expuesta, que el análisis de las perturbaciones financieras como fuentes de fluctuaciones económicas sigue siendo un tópico en constante desarrollo en la profesión. Es importante mencionar que para el caso peruano no hemos encontrado trabajos académicos donde se analice la influencia que los choques financieros han tenido en la dinámica de las principales variables macroeconómicas del país.

¹⁰Sin embargo, en su artículo no mencionan la forma en la que estimaron los parámetros subyacentes (*priors* considerados) ni muestran los resultados explícitos del proceso de estimación.

Cuadro 1: Modelos con fricciones financieras para la economía peruana

Autores y año de publicación	Fricción financiera	Metodología
Castro <i>et al.</i> (2004)	Acelerador financiero	Calibración
Batini <i>et al.</i> (2010)	Acelerador financiero	Calibración
Yan <i>et al.</i> (2008)	Acelerador financiero	Bayesiana
Castillo <i>et al.</i> (2009)	Acelerador financiero	Calibración
Carrera (2010)	<i>Flight-to-quality</i>	Calibración
Galindo (2011)	Capital bancario	Calibración
Gondo & Orrego (2011)	Dolarización financiera	Calibración
Fernández & Gulán (2012)	Acelerador financiero	GMM
Ortiz & Wishart (2012)	Acelerador financiero	Bayesiana
Vega (2012)	Acelerador financiero	Calibración
Castillo <i>et al.</i> (2014)	Restricción de colateral	Calibración
Amado (2014)	Restricción de colateral	Calibración

Fuente: Diversos artículos. Elaboración Propia.

III. Materiales y métodos

La investigación fue de tipo explicativa y no experimental debido a que tuvo como objetivo la evaluación de un fenómeno con características de “causa-efecto” (factores financieros \Rightarrow fluctuaciones de la economía peruana). Su análisis se realizó mediante la estimación de un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico (DSGE por sus siglas en inglés). En ese sentido, es importante explicar que un modelo DSGE es aquél que, a través de un modelamiento microfundamentado, capta el comportamiento óptimo y racional de un conjunto de agentes que forman la economía (equilibrio general). Es dinámico debido a que analiza el comportamiento de las principales variables macroeconómicas en el tiempo y estocástico porque gran parte de las variables de interés están afectadas por choques aleatorios y estacionarios que permiten al investigador realizar análisis cuantitativo y contrafactual. Cabe resaltar que modelos de este tipo son inmunes a lo que la literatura denomina como “crítica de Lucas”. Como se mencionó en Justiniano *et al.* (2010), el uso de modelos DSGE es ideal para el estudio de las fluctuaciones económicas por tres razones:

- Debido a que su ajuste es competitivo en relación al caso de los VAR irrestrictos (véase Smets & Wouters (2007) y Del Negro *et al.* (2007)).
- Porque engloba, dentro del marco de equilibrio general, la mayor cantidad de fuentes de fluctuaciones de corto plazo observadas en la literatura económica.
- Dado que es una derivación del modelo estándar neoclásico de crecimiento, permite que diferentes perturbaciones –ya no sólo tecnológicas, como en los modelos de ciclos reales- tengan un papel importante en la explicación de los ciclos económicos.

Para cumplir con los objetivos de esta investigación, se realizaron una serie de ejercicios con el modelo estimado. Así, el rol de los factores financieros en las fluctuaciones de la economía peruana fue obtenido, cuantitativamente, a partir de ejercicios de descomposición de varianza incondicional y, cualitativamente, por ejercicios de descomposición histórica. En tanto, el mecanismo de propagación de estos choques -y su comparación con otros- fue analizado mediante las funciones Impulso-Respuesta. La descomposición de varianza midió el efecto de los diversos choques presentes en el modelo sobre la volatilidad de las variables de interés. En tanto, el ejercicio de descomposición histórica mostró

la contribución de cada choque a la realización trimestral observada de la variable de interés. Finalmente, la función Impulso-Respuesta midió el efecto dinámico de las variables del modelo ante un choque exógeno específico.

Este capítulo se divide en seis secciones donde se describen las hipótesis de trabajo, el modelo de equilibrio general construido para este fin, una breve introducción a la técnica de estimación bayesiana con la que se estimó el modelo, la identificación de los choques financieros, la descripción de la data que se utilizó en la estimación y la calibración y valores *a priori* para la estimación bayesiana de los parámetros del modelo.

3.1. Hipótesis

La hipótesis general de trabajo es la siguiente:

Los choques financieros: de riesgo financiero, de riqueza financiera y de eficiencia marginal de la inversión, fueron en conjunto el principal determinante de las fluctuaciones de corto plazo del PBI y la Inversión privada en la economía peruana entre 1998-2013; esto está asociado a la alta probabilidad de impago crediticio, un alto grado de apalancamiento empresarial e ineficiencias en el uso de los recursos financieros por parte de las empresas.

Mientras que las hipótesis específicas consideradas son las siguientes:

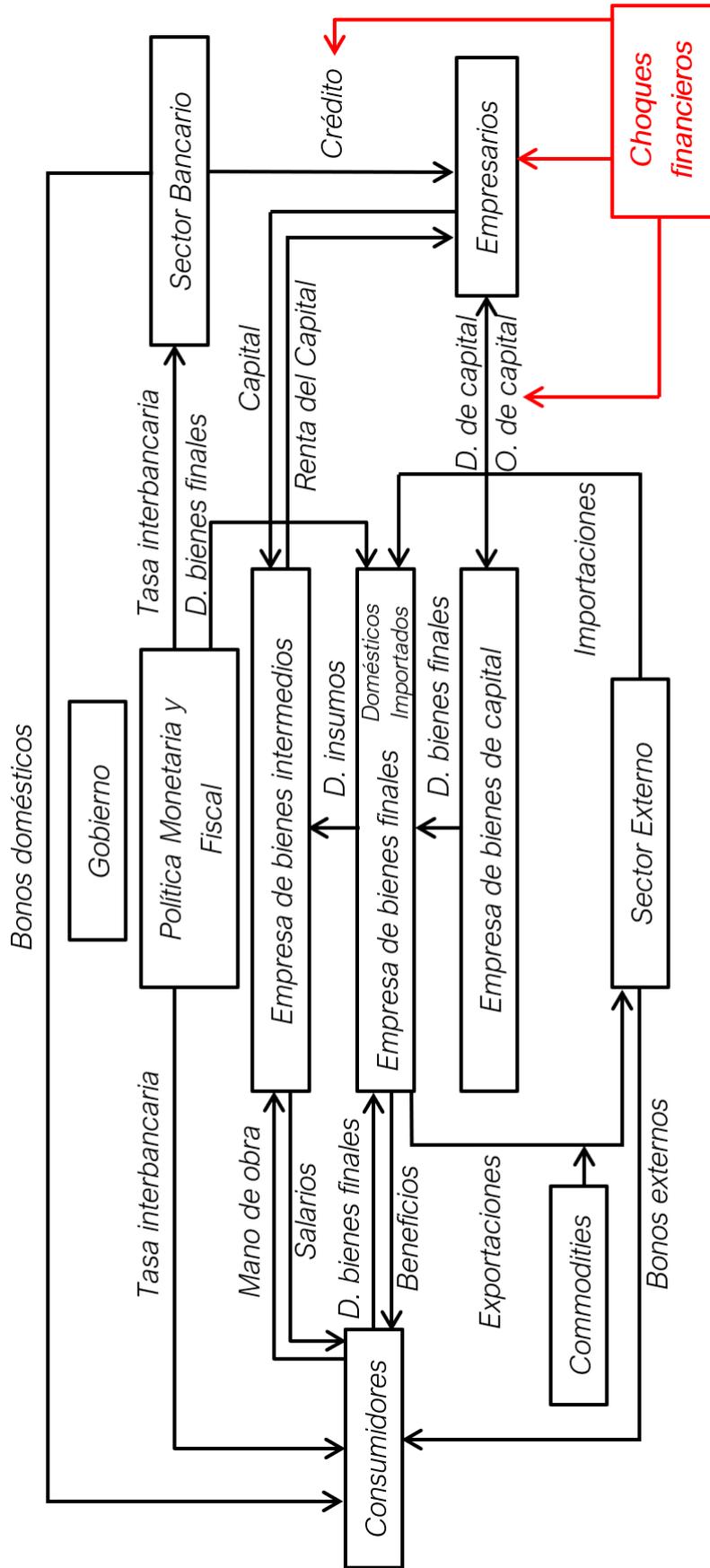
- Los choques financieros generan un comportamiento procíclico entre el crédito y el PBI debido a que ellos reducen el financiamiento crediticio y la producción simultáneamente.
- Los choques financieros tienen un mayor impacto en la Inversión que en el PBI, debido a que afectan directamente a las fuentes de financiamiento externo necesarias para financiar los proyectos de inversión.
- Los choques financieros tienen efectos negativos sobre el PBI y la inversión de mayor magnitud que aquellos ocasionados por perturbaciones de demanda y/o de oferta: productividad, política monetaria o tasa de interés externa.

3.2. El modelo

Se basó en el trabajo pionero de Bernanke *et al.* (1999), ampliado para una economía pequeña y abierta, como en Gertler *et al.* (2007), y con dolarización parcial real (transacciones y precios) y financiera. En ese sentido, el modelo es una extensión del trabajo elaborado por Castillo *et al.* (2009) con ciertas modificaciones: se añadió un sector exportador neto de materias primas, con el fin de capturar la importancia de los *commodities* en la dinámica del crecimiento económico peruano; además se incorporaron choques financieros al estilo de Christiano *et al.* (2014), por lo que se hizo necesario explicitar el contrato de deuda óptima entre el prestamista y el prestatario. El modelo incluye hábitos externos en el consumo familiar, costos de ajuste a la inversión, indexación a la inflación pasada de precios y traspaso indirecto del tipo de cambio a la inflación. Una descripción gráfica de los principales agentes que se describen en el modelo, y las interrelaciones entre ellos, se puede encontrar en la Figura 3. En síntesis, el modelo está compuesto de nueve agentes:

1. Los consumidores u hogares;
2. Las empresas de bienes finales, que son de dos tipos, los que compran bienes intermedios domésticos y aquellos que importan bienes del extranjero;
3. Las empresas de bienes intermedios, que producen en un entorno de competencia monopolística;
4. El sector exportador de materias primas o *commodities*, quienes producen y exportan el total de su producción al extranjero, a un precio exógeno;
5. Las empresas productoras de bienes de capital;
6. Los empresarios, quienes compran la producción de bienes de capital para luego vendérselos a los productores de bienes intermedios;
7. El intermediario financiero que financia los proyectos de inversión del empresario;
8. El sector externo y,
9. El gobierno representado por la política fiscal y la política monetaria.

Figura 3: Descripción gráfica del modelo DSGE



Elaboración propia.

En cuanto a los choques exógenos del modelo, son diecisiete:

- Tres financieros: choque de riesgo, de riqueza financiera y de eficiencia marginal de la inversión.
- Cinco de oferta: choques de productividad temporal y permanente, choque de costos domésticos, de costos importados y de costos del sector exportador no primario.
- Tres de demanda: choque de preferencias del consumidor, de política fiscal y de política monetaria.
- Seis externos: choque cambiario, choques de precios de materias primas y de demanda de materias primas y choques exógenos a la demanda internacional por bienes no primarios, a la tasa de interés internacional y a la inflación internacional.

El estado estacionario del modelo y las ecuaciones log-linealizadas, se encuentran en el Anexo A y Anexo B, respectivamente. En tanto, el código del programa en Matlab, así como la base de datos utilizada puede ser obtenida desde la página web del autor¹¹.

3.2.1. Hogares

Preferencias Se asume, como en Castillo *et al.* (2009), 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 doméstica y el resto corresponde a la economía externa. El hogar j -ésimo de la economía doméstica vive infinitamente, maximizando su función de utilidad que tiene como argumentos al consumo $C_t^{f,j}$, a la oferta laboral L_t^j y a los saldos reales Z_{t+k}^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:

$$U_t^j = E_t \left[\sum_{k=0}^{\infty} \beta^{t+k} \left(\ln \left\{ \zeta_t \left[b \left(Con_{t+k}^j \right)^{\frac{w-1}{w}} + (1-b) Z_{t+k}^j \frac{w-1}{w} \right]^{\frac{w}{w-1}} \right\} - \frac{L_{t+k}^j}{1+\eta} \right) \right], \quad (1)$$

donde E_t es la expectativa condicional al conjunto de información en t , mientras que $Con_{t+k}^j = C_{t+k}^{f,j} - hC_{t+k-1}^f$, y Z_{t+k}^j es un agregado monetario que describe lo siguiente:

$$Z_{t+k}^j = \left(\frac{M_{t+k}^j}{P_{t+k}} \right)^{1-\delta^{DT}} \left(\frac{M_{t+k}^{*,j} S_{t+k}}{P_{t+k}} \right)^{\delta^{DT}}, \quad (2)$$

¹¹ www.carlos-rojas-quiros.weebly.com

siendo M_{t+k}^j y M_{t+k}^{*j} los saldos nominales en moneda nacional y extranjera, respectivamente. La inclusión de Z_{t+k}^j en la ecuación 1 sigue el ejemplo de los modelos de dinero en la función de utilidad (o modelos *MIU*)¹² con función de utilidad no separable¹³. El parámetro $w > 0$ captura el grado de complementariedad entre el consumo y los saldos de dinero. Si $w > 1$, la utilidad marginal del consumo es decreciente en los balances reales de dinero. Por tanto, tasas de interés altas reducen los saldos de dinero e incrementan la utilidad marginal del consumo. Por su parte, el parámetro $0 < b < 1$ es el peso del consumo en el agregado consumo-dinero y δ^{DT} mide la preferencia por dinero en moneda extranjera sobre el agregado monetario. Si $\delta^{DT} = 0$ entonces no hay dolarización de transacciones. De lo contrario, al consumidor le da utilidad poseer “en su bolsillo” saldos reales en moneda nacional y extranjera. El hogar obtiene mayor utilidad cuando su nivel de consumo se incrementa por encima de los hábitos externos, cuando es poseedor de saldos reales y cuando trabaja menos. Finalmente, ζ_t es un componente que se puede interpretar como un choque de preferencias, cuya evolución es la de un AR(1) en logaritmos:

$$\zeta_t = (\zeta_{t-1})^{\rho_\zeta} \exp(\varepsilon_t^\zeta), \quad (3)$$

donde $\varepsilon_t^\zeta \sim N(0, \sigma_\zeta^2)$. En tanto, la canasta de consumo de bienes finales está compuesta de bienes importados y bienes domésticos, que se agregan mediante el siguiente índice de consumo:

$$C_t^f \equiv \left[\gamma_H^{1/\varepsilon_H} C_t^H \frac{\varepsilon_H - 1}{\varepsilon_H} + (1 - \gamma_H)^{1/\varepsilon_H} C_t^M \frac{\varepsilon_H - 1}{\varepsilon_H} \right]^{\frac{\varepsilon_H}{\varepsilon_H - 1}}, \quad (4)$$

siendo C_t^H un índice de consumo de bienes domésticos 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 domésticos 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 doméstico o siendo importados del extranjero, respectivamente. Las formas funcionales son las siguientes:

$$C_t^H \equiv \left[\frac{1}{n} \int_0^n (C_t^H(j))^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dj \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}, \quad (5)$$

$$C_t^M \equiv \left[\frac{1}{1-n} \int_0^n (C_t^M(j))^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dj \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}. \quad (6)$$

¹²Véase Walsh (2010).

¹³Modelos de este tipo se muestran en Galí (2009).

En este caso ε es la elasticidad de sustitución entre las j variedades producidas, tanto domésticas como importadas. Las demandas óptimas para cada uno de los bienes domésticos e importados se obtienen de minimizar el gasto total en consumo, $P_t C_t^f$, sujeto a las ecuaciones 5 y 6, respectivamente:

$$C_t^H(j) = \frac{1}{n} \gamma_H \left(\frac{P_t^H(j)}{P_t^H} \right)^{-\varepsilon} \left(\frac{P_t^H}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} C_t^f, \quad (7)$$

$$C_t^M(j) = \frac{1}{1-n} (1 - \gamma_H) \left(\frac{P_t^M(j)}{P_t^M} \right)^{-\varepsilon} \left(\frac{P_t^M}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} C_t^f. \quad (8)$$

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 domésticos e importados, respectivamente, mientras que P_t es el índice de precios al consumidor doméstico, representado por la siguiente ecuación:

$$P_t \equiv \left[\gamma_H P_t^H^{1-\varepsilon_H} + (1 - \gamma_H) P_t^M^{1-\varepsilon_H} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_H}}. \quad (9)$$

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

$$P_t^H \equiv \left[\frac{1}{n} \int_0^n P_t^H(j)^{1-\varepsilon} dk \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}}, \quad (10)$$

$$P_t^M \equiv \left[\frac{1}{1-n} \int_0^n P_t^M(j)^{1-\varepsilon} dk \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}}, \quad (11)$$

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

Estructura del mercado de activos y condiciones de primer orden Se modela, por simplicidad, un mercado de activos incompleto con dos bonos nominales de un período, libres de riesgo y valuados en moneda doméstica y extranjera. Como es común en modelos de economía abierta, se considera que es costoso transar bonos externos para los hogares domésticos, de tal forma que se garantice la estacionariedad del modelo. Bajo esta estructura, la restricción presupuestaria del hogar doméstico, en unidades de moneda doméstica, es:

$$B_t^j + S_t B_t^{*j} + M_t^j + S_t M_t^{*,j} + P_t C_t^j = (1 + i_t) B_{t-1}^j + (1 + i_t^*) \psi_{t-1}^E S_t B_{t-1}^{*j} + W_t L_t^j + P_t \Gamma_t^j - T_t^j + M_{t-1}^j + S_t M_{t-1}^{*,j}, \quad (12)$$

donde el lado izquierdo de la igualdad representa el gasto del consumidor j -ésimo, distribuido entre el valor del consumo de bienes finales por período $P_t C_t^j$, la inversión en

activos financieros basados en la compra de bonos domésticos B_t^j y externos B_t^{*j} , valuados al tipo de cambio nominal del período S_t , y la tenencia de saldos nominales en moneda nacional M_t^j y moneda extranjera valuada en términos domésticos, $S_t M_t^{*,j}$. 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 de bonos domésticos, cuyo rendimiento es la tasa de interés nominal doméstica i_t , como de bonos externos que rinden a la tasa internacional nominal i_t^* más una prima de riesgo financiero ψ_t^E que está en función del valor real de la posición de activos netos, B_t^* , tal que $\psi_t^E = f\left(\frac{S_t B_t^*}{P_t}\right)$ y que se interpreta como el costo real transaccional de este activo. Finalmente, los consumidores al ser dueños de las empresas de la economía reciben el beneficio, neto de impuestos, obtenido de ellas y representado por $P_t \Gamma_t^j - T_t^j$ ¹⁴. Las condiciones de primer orden, relacionadas a la locación óptima del consumo, al mantenimiento de bonos domésticos y extranjeros, a la oferta laboral y al agregado monetario, son las siguientes¹⁵:

$$U_{C,t} = \beta E_t \left\{ U_{C,t+1} (1 + i_t) \frac{P_t}{P_{t+1}} \right\}, \quad (13)$$

$$\frac{1 + i_t}{1 + i_t^*} = \frac{E_t \left\{ \frac{S_{t+1}^e}{S_t} \frac{P_t}{P_{t+1}} U_{C,t+1} \right\} \psi_t^E}{E_t \left\{ U_{C,t+1} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right\}}, \quad (14)$$

$$L_t^\eta \left(\frac{W_{t-1}}{P_{t-1}} \right)^{\lambda_{wr}} = \frac{1}{C_t - h C_{t-1}} \frac{W_t}{P_t}, \quad (15)$$

$$U_{Z,t} \delta^{DT} \frac{Z_t}{S_t M_t^{*,j} / P_t} = U_{C,t} \left(\frac{(1 + i_t^*) \psi_t^E - 1}{(1 + i_t^*) \psi_t^E} \right), \quad (16)$$

$$U_{Z,t} (1 - \delta^{DT}) \frac{Z_t^j}{M_t^j / P_t} = U_{C,t} \frac{i_t}{1 + i_t}. \quad (17)$$

La ecuación 13 corresponde a la ecuación de Euler (ecuación intertemporal del consumo), mientras que la ecuación 14 representa la paridad descubierta de tasas de interés, que relaciona la depreciación nominal esperada del tipo de cambio con las tasas de interés doméstica y extranjera y la posición de activos netos¹⁶. Nótese que en la ecuación 14 se ha introducido la variable $S_{t+1}^e \neq E_t \{S_{t+1}\}$, debido a que las expectativas del tipo de cambio no son totalmente racionales en vista del grado de intervenciones cambiarias:

$$E_t \{S_{t+1}^e\} = E_t \{S_{t+1}\}^{1-\lambda_{pdi}} (S_{t-1})^{\lambda_{pdi}}. \quad (18)$$

¹⁴Si $T_t^j < 0$ se interpreta como transferencias en lugar de impuestos.

¹⁵Es importante tener en cuenta la notación. Así, $U_{C,t} = \frac{\partial U_t^j}{\partial C_t^j}$ y $U_{Z,t} = \frac{\partial U_t^j}{\partial Z_t^j}$.

¹⁶Véase Schmitt-Grohé & Uribe (2003) para mayores referencias.

Es decir, las expectativas cambiarias son una combinación de expectativas racionales y adaptativas, siendo el parámetro λ_{pdi} el peso relativo de ambas. A medida que $\lambda_{pdi} \rightarrow 1$, el régimen cambiario del modelo se acerca a uno de tipo de cambio fijo. Un valor de λ_{pdi} entre 0 y 1 implica un régimen cambiario de flotación administrada. Asimismo, a la ecuación 14 se le ha añadido un choque estocástico (PDI_t) para evaluar desviaciones cambiarias y que sigue un proceso autoregresivo de primer orden en logaritmos:

$$PDI_t = (PDI_{t-1})^{\rho_{pdi}} \exp(\varepsilon_t^{pdi}), \quad (19)$$

donde $\varepsilon_t^{pdi} \sim N(0, \sigma_{pdi}^2)$. En tanto, la ecuación 15 es la condición intratemporal entre el consumo/ocio, donde $\frac{W_t}{P_t}$ es el salario real. Es importante notar que se considera la existencia de fricciones en el mercado de trabajo, representadas como en Blanchard & Galí (2007), mediante la introducción *ad-hoc* de un término de persistencia del salario real medido por el parámetro λ_{wr} . Finalmente, las ecuaciones 16 y 17 muestran la demanda de los hogares por saldos reales de dinero en moneda extranjera y moneda nacional, respectivamente.

3.2.2. Economía externa

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

$$C_t^* \equiv \left[\gamma_F^{1/\varepsilon_F} C_t^X \frac{\varepsilon_F - 1}{\varepsilon_F} + (1 - \gamma_F)^{1/\varepsilon_F} C_t^F \frac{\varepsilon_F - 1}{\varepsilon_F} \right]^{\frac{\varepsilon_F}{\varepsilon_F - 1}}, \quad (20)$$

donde C_t^X son las exportaciones de bienes no primarios del país emergente hacia la economía externa¹⁷ y C_t^F es el consumo propio de la economía externa. Además ε_F es la elasticidad de sustitución intratemporal y γ_F es la fracción de exportaciones domésticas de bienes no primarios en la canasta de consumo externa. Los índices de consumo se definen como antes (véase ecuaciones 5 y 6), por lo que se obtienen las siguientes demandas para cada tipo de bien:

$$C_t^X(j) = \frac{1}{n} \gamma_F \left(\frac{P_t^X(j)}{P_t^X} \right)^{-\varepsilon} \left(\frac{P_t^X}{P_t^*} \right)^{-\varepsilon_F} C_t^*, \quad (21)$$

$$C_t^F(j) = \frac{1}{1-n} (1 - \gamma_F) \left(\frac{P_t^F(j)}{P_t^F} \right)^{-\varepsilon} \left(\frac{P_t^F}{P_t^*} \right)^{-\varepsilon_F} C_t^*. \quad (22)$$

¹⁷Se puede pensar como exportaciones no tradicionales o exportaciones no mineras ni de hidrocarburos. Por tanto, el índice de precios por el que se guían no toma en cuenta -directamente- los precios del cobre, oro, petróleo, etc.

P_t^X , P_t^F y P_t^* son los índice de precios de exportación de bienes no primarios de la economía doméstica, el índice de precios de bienes producidos en el exterior y el índice de precios al consumidor de la economía externa. Éste último se define así:

$$P_t^* \equiv \left[\gamma_F \left(\frac{P_t^H}{S_t} \right)^{1-\varepsilon_F} + (1 - \gamma_F) P_t^F \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_F}}. \quad (23)$$

Finalmente, se define al tipo de cambio real de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$RER_t = \frac{S_t P_t^*}{P_t}. \quad (24)$$

Supuesto de economía pequeña y abierta Siguiendo a Sutherland (2002) se asume que el parámetro $(1 - \gamma_H)$, que mide la participación de los bienes importados en la canasta de consumo doméstica, depende del tamaño relativo de la economía externa y del grado de apertura de la economía doméstica, 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 que la economía pequeña y abierta exporta al exterior depende del tamaño relativo de la economía doméstica y del grado de apertura de la economía externa, que es $(1 - \gamma^*)$, por tanto: $\gamma_F = n(1 - \gamma^*)$. Esta parametrización permite modelar 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 domésticos en su canasta de consumo, por lo que las condiciones de demanda de bienes domésticos, importados y bienes no primarios -por parte de la economía externa- pueden escribirse así:

$$C_t^H = \gamma \left(\frac{P_t^H}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} C_t, \quad (25)$$

$$C_t^M = (1 - \gamma) \left(\frac{P_t^M}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} C_t, \quad (26)$$

$$C_t^X = (1 - \gamma^*) \left(\frac{P_t^X}{P_t^*} \right)^{-\varepsilon_F} C_t^*. \quad (27)$$

En tanto, con $n \rightarrow 0$, los índices de precios al consumidor doméstico y externo se convierten en:

$$P_t \equiv \left[\gamma (P_t^H)^{1-\varepsilon_H} + (1 - \gamma) (P_t^M)^{1-\varepsilon_H} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_H}}, \quad (28)$$

$$P_t^* = P_t^F. \quad (29)$$

3.2.3. Firms

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

$$Y_t^{int}(j) = A_t (u_t K_{t-1}(j))^\alpha (X_t L_t(j))^{1-\alpha}, \quad (30)$$

donde α es la participación del capital $K_t(j)$ en la función de producción, mientras que el ratio de utilización del capital es u_t ¹⁸, y $L_t(j)$ es la demanda de mano de obra por parte de las empresas de bienes intermedios. Asimismo, A_t representa la productividad total de factores que se modela como un choque tecnológico transitorio cuyo proceso estocástico es AR(1) en logaritmos y X_t es un choque tecnológico permanente aumentador de trabajo, como en Castillo *et al.* (2006) y tal como lo recomienda Ortiz & Wishart (2012) para caracterizar economías emergentes:

$$A_t = (A_{t-1})^{\rho_A} \exp(\varepsilon_t^A), \quad (31)$$

$$X_t = (1 + g)X_{t-1} \exp(\varepsilon_t^X), \quad (32)$$

Tal que $\varepsilon_t^A \sim N(0, \sigma_A^2)$, $\varepsilon_t^X \sim N(0, \sigma_X^2)$ y g es la tasa de crecimiento, en Estado Estacionario, del producto. 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 $\frac{W_t}{P_t}$ 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 30, lo que permite derivar las demandas por factores de producción:

$$u_t K_{t-1}(j) = \alpha \frac{MC_t^H(j) Y_t^{int}(j)}{R_t^H}, \quad (33)$$

$$L_t(j) = (1 - \alpha) \frac{MC_t^H(j) Y_t^{int}(j)}{X_t (W_t/P_t)}, \quad (34)$$

siendo $MC_t^H(j) = MC_t$ el costo marginal en términos de bienes domésticos que es igual para todas las firmas, debido a 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

¹⁸Es decir, no se utiliza todo el capital sino un porcentaje dependiente de las condiciones macroeconómicas.

al costo marginal, por lo que $\frac{P_t(j)}{P_t} = MC_t$. Finalmente, reemplazando las expresiones 33 y 34 en la ecuación 30 se obtiene la expresión para el costo marginal:

$$MC_t(j) = \frac{1}{A_t} \left(\frac{R_t^H}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{W_t/P_t}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha}. \quad (35)$$

Firmas productoras 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 que será vendida a los empresarios. Siguen la siguiente tecnología:

$$K_t(j) = \left(1 - \Psi \left(\frac{\Delta_t INV_t(j)}{INV_{t-1}(j)} \right) \right) INV_t(j) + (1 - \delta) K_{t-1}(j), \quad (36)$$

siendo $\delta \in [0, 1]$ la tasa de depreciación y $\Psi(\cdot)$ una función cóncava que define el costo de ajuste de la inversión, de tal forma que $\Psi(1) = 0$, $\Psi'(1) = 0$ y $\Psi''(1) = \Psi_{inv}$. Además, Δ_t es un choque a la eficiencia marginal de la inversión, al estilo de Justiniano *et al.* (2010) y López *et al.* (2008), que se define de la siguiente manera:

$$\Delta_t = (\Delta_{t-1})^{\rho_\Delta} \exp(\varepsilon_t^\Delta), \quad (37)$$

donde $\varepsilon_t^\Delta \sim N(0, \sigma_\Delta^2)$. El problema del productor de bienes de capital es maximizar su flujo futuro de beneficios, respecto de su nivel de inversión, sujeto a la ecuación 36:

$$\max_{INV_{t+i}(j)} E_t \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} \Lambda_{t+i} Q_{t+i} \left(1 - \Psi \left(\frac{\Delta_{t+i} INV_{t+i}(j)}{INV_{t+i-1}(k)} \right) \right) INV_{t+i}(j) - INV_{t+i}(j) \right\}, \quad (38)$$

en el que Λ_t 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, obviando el subíndice j , es la siguiente:

$$Q_t - \left[Q_t \left(\Psi \left(\frac{\Delta_t INV_t}{INV_{t-1}} \right) + \Psi' \left(\frac{\Delta_t INV_t}{INV_{t-1}} \right) \left(\frac{\Delta_t INV_t}{INV_{t-1}} \right) \right) - E_t \left\{ \Lambda_{t+1} Q_{t+1} \Delta_{t+1} \Psi' \left(\frac{\Delta_{t+1} INV_{t+1}}{INV_t} \right) \left(\frac{\Delta_{t+1} INV_{t+1}}{INV_t} \right)^2 \right\} \right] = 1. \quad (39)$$

Cabe mencionar que los bienes de inversión forman un compuesto de bienes domésticos e importados similar al de los bienes de consumo, por lo que su índice de precios es el mismo. En ese sentido, la inversión genera una demanda por bienes domésticos e importados que se representan por las siguientes funciones:

$$INV_t^H = \gamma \left(\frac{P_t^H}{P_t} \right)^{-\varepsilon_I} INV_t, \quad (40)$$

$$INV_t^M = (1 - \gamma) \left(\frac{P_t^M}{P_t} \right)^{-\varepsilon_I} INV_t. \quad (41)$$

Firmas vendedoras de bienes finales al por menor Siguiendo a Castillo *et al.* (2009), 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. Asimismo, se considera que una fracción puede vender sus productos en el mercado doméstico fijando su precio en moneda extranjera (P_t^{ME}). En ese sentido, la inflación doméstica es un ponderado de dos curvas de Phillips: con precios en moneda nacional y con precios en moneda extranjera. En ese sentido, una proporción δ^{DP} de empresas fijan sus precios en Moneda Extranjera y $(1 - \delta^{DP})$ lo hacen en Moneda Nacional (P_t^{MN}). Por lo tanto, el índice de precios de bienes domésticos es:

$$P_t^H = \left[(1 - \delta^{DP})(P_t^{MN})^{1-\varepsilon} + \delta^{DP}(S_t P_t^{ME})^{1-\varepsilon} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}}, \quad (42)$$

siendo $H = \{MN, ME\}$ un indicador de fijación de precios en moneda nacional o moneda extranjera, respectivamente. Además, se sigue el esquema de Calvo (1983), por lo que se asume que sólo una fracción $(1 - \phi_H)$ de los productores puede ajustar sus precios de forma óptima en cada período. Las firmas que no ajustan sus precios siguen la siguiente regla de actualización:

$$\frac{P_t^H(j)}{P_{t-1}^H(j)} = (\pi_{t-1}^H)^{\lambda_H}, \quad (43)$$

donde $\lambda_H \in [0, 1)$ es el grado de indexación de precios a la inflación del período anterior. El valor presente descontado del flujo futuro de beneficios de la firma j -ésima se describe en la siguiente ecuación:

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\phi_H)^k \Lambda_{t+k} \left[\frac{P_t^{o,H}(j)}{P_{t+k}^H} \left(\frac{P_{t+k}^H}{P_{t-1}^H} \right)^{\lambda_H} - MC_{t+k}^H \right] Y_{t+k|t}^H(j) \right\}, \quad (44)$$

siendo MC_{t+k}^H el coste marginal real que, expresado en cada unidad monetaria, es:

$$MC_t^{MN} = MC_t \frac{P_t}{P_t^{MN}}, \quad (45)$$

$$MC_t^{ME} = MC_t \frac{P_t}{S_t P_t^{ME}}, \quad (46)$$

para moneda nacional y extranjera, respectivamente. 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 , lo cual está dado por:

$$Y_{t+k|t}^H(j) = \left[\frac{P_t^{o,H}(j)}{P_{t+k}^H} \left(\frac{P_{t+k}^H}{P_{t-1}^H} \right)^{\lambda_H} \right]^{-\varepsilon} Y_{t+k}^H. \quad (47)$$

Luego, cada firma elige $P_t^{o,H}(j)$ para maximizar la ecuación 44. La condición de primer orden de este problema es:

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\phi_H)^k \Lambda_{t+k} \left[\frac{P_t^{o,H}(j)}{P_t^H} \Upsilon_{t,t+k}^H - \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} \right) MUP_t MC_{t+k}^H \right] (\Upsilon_{t,t+k}^H)^{-\varepsilon} Y_{t+k}^H \right\} = 0, \quad (48)$$

siendo $\Upsilon_{t,t+k}^H = \left(\frac{P_t^H}{P_{t+k}^H} \right)^{1-\lambda_H} \left(\frac{\pi_t^H}{\pi_{t+k}^H} \right)^{\lambda_H}$ y MUP_t son desviaciones conocidas como choque de costo doméstico¹⁹, que evolucionan de acuerdo a un proceso AR(1) en logaritmos:

$$MUP_t = (MUP_{t-1})^{\rho_{mup}} \exp(\varepsilon_t^{mup}), \quad (49)$$

donde $\varepsilon_t^{mup} \sim N(0, \sigma_{mup}^2)$. A partir de la log-linealización de la ecuación 48²⁰ se llega a una Curva de Phillips de bienes domésticos para cada moneda -nacional o extranjera- que establece la firma.

Firmas exportadoras de bienes no primarios De forma análoga al caso de las firmas de bienes finales, hay un conjunto de firmas que producen bienes no primarios que exportan a la economía externa. Se asume que estas empresas pueden discriminar precios entre el mercado doméstico y el externo, razón por la cual pueden actuar en competencia monopolística, fijando sus precios de exportación en moneda extranjera. Existe una probabilidad $1 - \phi_X$ de que estas firmas cambien sus precios y cuentan con un grado de indexación a la inflación pasada de magnitud λ_X . De forma resumida, el valor presente descontado del flujo futuro de beneficios de la firma exportadora j se describe así:

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\phi_X)^k \Lambda_{t+k} \left[\frac{P_t^{o,X}(j)}{P_{t+k}^X} \left(\frac{P_{t+k}^X}{P_{t-1}^X} \right)^{\lambda_X} - MC_{t+k}^X \right] Y_{t+k|t}^X(j) \right\}, \quad (50)$$

donde MC_{t+k}^X es el coste marginal real del exportador, que se define como:

$$MC_t^X = \frac{P_t MC_t}{S_t P_t^X} = \frac{MC_t}{RER_t (P_t^X / P_t^*)}. \quad (51)$$

Luego, cada firma elige $P_t^{o,X}(j)$ para maximizar la ecuación 50. La condición de primer orden de este problema es:

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\phi_X)^k \Lambda_{t+k} \left[\frac{P_t^{o,X}(j)}{P_t^X} \Upsilon_{t,t+k}^X - \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} \right) MUP_t^X MC_{t+k}^X \right] (\Upsilon_{t,t+k}^X)^{-\varepsilon} Y_{t+k}^X \right\} = 0, \quad (52)$$

¹⁹Se asume que es el mismo choque para ambas empresas, tanto en moneda nacional como extranjera.

²⁰Véase el apéndice técnico de Castillo *et al.* (2009) donde se detalla en mayor profundidad esta relación.

donde MUP_t^X es un choque de costo a los bienes de exportación no *commodities*, que siguen un proceso AR(1) en logaritmos:

$$MUP_t^X = (MUP_{t-1}^X)^{\rho_{mup^X}} \exp\left(\varepsilon_t^{mup^X}\right), \quad (53)$$

siendo $\varepsilon_t^{mup^X} \sim N(0, \sigma_{mup^X}^2)$. Los demás términos de la ecuación 52 son análogos a lo presentado líneas arriba. Como se señaló, una aproximación log-lineal de la ecuación 52 expresada de forma recursiva genera una Curva de Phillips neokeynesiana.

Firmas exportadoras de bienes primarios Se sigue a Medina & Soto (2006) y García-Cicco *et al.* (2014) para introducir, de forma muy simple, la producción de bienes primarios o *commodities* (y su precio) en un modelo de equilibrio general. Se asume que, en términos agregados, existe una firma productora de un bien primario homogéneo que es completamente exportado. Este bien puede interpretarse como un compuesto de productos mineros y de hidrocarburos de la economía peruana. Es importante mencionar que el *commodity* no es consumido por los hogares foráneos, sino más bien, utilizado para la producción industrial, de ahí que la canasta de consumo externa de la sección 3.2.2 no lo tome en cuenta. La producción del bien primario evoluciona mediante el siguiente proceso AR(1) en logaritmos:

$$Y_t^{com} = (Y_{t-1}^{com})^{\rho_{y^{com}}} \exp\left(\varepsilon_t^{y^{com}}\right), \quad (54)$$

donde $\varepsilon_t^{y^{com}} \sim N(0, \sigma_{y^{com}}^2)$. Es importante mencionar que la producción de minería e hidrocarburos representa, aproximadamente, el 14 por ciento del PBI peruano durante el período 1998-2013. En cuanto al precio internacional del índice de *commodities*, evoluciona de acuerdo a un proceso AR(1) en logaritmos:

$$P_t^{com} = (P_{t-1}^{com})^{\rho_{p^{com}}} \exp\left(\varepsilon_t^{p^{com}}\right), \quad (55)$$

donde $\varepsilon_t^{p^{com}} \sim N(0, \sigma_{p^{com}}^2)$. Es importante mencionar que el precio internacional del *commodity* está sujeto a la ley de un solo precio, de tal forma que:

$$P_t^{com} = S_t P_t^{com*}. \quad (56)$$

Finalmente, se considera que estas firmas están sujetas a una carga tributaria determinada por el parámetro τ , de tal forma que sus beneficios netos de impuestos son $(1 - \tau)P_t^{com}Y_t^{com}$.

Firmas importadoras de bienes finales al por menor Al igual que los vendedores de bienes finales, los importadores se enfrentan a 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:

$$\frac{P_t^M(j)}{P_{t-1}^M(j)} = (\pi_{t-1}^M)^{\lambda_M}. \quad (57)$$

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:

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\phi_M)^k \Lambda_{t+k} \left[\frac{P_t^{o,M}(j)}{P_{t+k}^M} \left(\frac{P_{t+k}^M}{P_{t-1}^M} \right)^{\lambda_M} - MC_{t+k}^M \right] Y_{t+k|t}^M(j) \right\}, \quad (58)$$

donde:

$$Y_{t+k|t}^M(j) = \left[\frac{P_t^{o,M}(j)}{P_{t+k}^M} \left(\frac{P_{t+k}^M}{P_{t-1}^M} \right)^{\lambda_M} \right]^{-\varepsilon} Y_{t+k}^M, \quad (59)$$

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

$$MC_t^M = \frac{S_t P_t^*}{P_t^M} \equiv LOP_t, \quad (60)$$

siendo LOP_t una medida de las desviaciones de la “ley de un sólo precio”, cuya dinámica es la siguiente:

$$\frac{LOP_t}{LOP_{t-1}} = \Delta S_t \frac{\pi_t^*}{\pi_t^M}. \quad (61)$$

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

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\phi_M)^k \Lambda_{t+k} \left[\frac{P_t^{o,M}(j)}{P_t^M} Y_{t,t+k}^M - \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right) MUP_t^M MC_{t+k}^M \right] (Y_{t,t+k}^M)^{-\varepsilon} Y_{t+k}^M \right\} = 0, \quad (62)$$

donde $Y_{t,t+k}^M = \left(\frac{P_t^M}{P_{t+k}^M} \right)^{1-\lambda_M} \left(\frac{\pi_t^M}{\pi_{t+k}^M} \right)^{\lambda_M}$ y MUP_t^M es un choque de costos importados:

$$MUP_t^M = (MUP_{t-1}^M)^{\rho_{mup^M}} \exp \left(\varepsilon_t^{mup^M} \right), \quad (63)$$

en el que $\varepsilon_t^{mup^M} \sim N(0, \sigma_{mup^M}^2)$. La log-linealización de la ecuación 62 permite obtener una Curva de Phillips Neokeynesiana para los vendedores de bienes finales importados.

3.2.4. Empresarios

Los empresarios se dedican a comprar la producción de bienes de capital para luego vendérsela a las empresas productoras de bienes intermedios. Para ello, utilizan su propio patrimonio y créditos bancarios (deuda), siendo su hoja de balance:

$$Q_t K_t = CB_t + N_t, \quad (64)$$

donde CB_t es el crédito, en términos reales, otorgado a los empresarios, mientras que N_t es su patrimonio neto. Así, en la ecuación 64 se cumple el principio contable de igualdad entre los activos y los pasivos más el patrimonio. Los empresarios compran en cada período bienes de capital al precio Q_t a los productores de bienes de capital y alquilan una proporción $u_t < 1$ de capital físico instalado a los productores de bienes intermedios a una tasa de alquiler R_t^H . Para ello incurren en un costo $\Phi_u(u_t)$, donde Φ_u es una función creciente en el grado de utilización ($\Phi'_u(\cdot) > 0$). El retorno esperado del empresario por invertir en capital está dado por:

$$E_t \{R_{t+1}^K\} = E_t \left\{ \frac{u_{t+1} R_{t+1}^H - \Phi_u(u_{t+1}) + (1 - \delta) Q_{t+1}}{Q_t} \right\}, \quad (65)$$

que es la suma del pago esperado de los productores de bienes intermedios neto del costo de utilización, $u_{t+1} R_{t+1}^H - \Phi_u(u_{t+1})$, más las ganancias esperadas 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 . La condición para la maximización del retorno del capital implica la siguiente ecuación para la tasa de utilización del capital u_t :

$$\Phi'_u(u_{t+1}) = R_{t+1}^H. \quad (66)$$

En tanto, el contrato de deuda financiera óptima (véase Anexo D para el desarrollo completo de este problema), entre el empresario y el prestamista, se construye a partir de Bernanke *et al.* (1999). Así, el empresario recibe una tasa de retorno igual a $\omega_{t+1} R_{t+1}^K$ por el proyecto de inversión, donde ω_{t+1} es una variable aleatoria con distribución Log Normal, con media 1 y varianza $\sigma_{\omega,t}^2$, siendo $\sigma_{\omega,t}^2$ el riesgo idiosincrático de cada proyecto del empresario. Como en Christiano *et al.* (2014), se permite que la varianza sea heterocedástica, reflejando con ello cambios en la percepción del retorno de los empresarios y, por tanto, de riesgo de *default* (mayores referencias respecto a la naturaleza de este choque en el Anexo E). Este *shock* sigue un proceso estocástico AR(1) en logaritmos:

$$\sigma_{\omega,t}^2 = (\sigma_{\omega,t-1}^2)^{\rho_{\sigma\omega}} \exp(\varepsilon_t^{\sigma\omega}), \quad (67)$$

donde $\varepsilon_t^{\sigma\omega} \sim N(0, \sigma_{\omega\omega}^2)$. Si $\omega_{t+1} > \bar{\omega}_{t+1}$ el empresario cumple con la deuda y paga al banco $R_{t+1}^L CB_t$ que es la tasa de interés del crédito (tasa activa) multiplicado por el valor del crédito en términos reales. En el límite, cuando $\omega_{t+1} = \bar{\omega}_{t+1}$, se cumple la siguiente ecuación:

$$\bar{\omega}_{t+1} R_{t+1}^K Q_t K_t = R_{t+1}^L CB_t = R_{t+1}^L (Q_t K_t - N_t). \quad (68)$$

En cambio, si $\omega_{t+1} < \bar{\omega}_{t+1}$, 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 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:

$$\max_{k_t, \bar{\omega}_{t+1}} E_t (\Lambda(\bar{\omega}_{t+1}) R_{t+1}^K Q_t K_t), \quad (69)$$

Sujeto a:

$$E_t (R_{t+1}^K Q_t K_t \Gamma(\bar{\omega}_{t+1})) \geq E_t (R_t^C (Q_t K_t - N_t)), \quad (70)$$

donde $\Lambda(\bar{\omega}_{t+1})$ es la probabilidad de obtener ganancias por parte de los empresarios y $\Gamma(\bar{\omega}_{t+1})$ es la probabilidad de obtener ganancias, netas del costo de monitoreo, que reciben los bancos. Se debe recordar que el banco decide dónde colocar sus fondos y tiene dos opciones: otorgarle el crédito al prestamista o desviar sus fondos hacia el mercado interbancario, donde recibirá una tasa de interés R_t^C por ello. Esta particularidad se refleja en la ecuación 70, 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. Además, en el mercado interbancario, el banco podrá invertir en moneda nacional o extranjera, por tanto:

$$R_t^C = R_t^{(1-\delta^{DF})} R_t^{*\delta^{DF}}, \quad (71)$$

donde $R_t = (1 + i_t) E_t \left\{ \frac{P_t}{P_{t+1}} \right\}$ es la tasa de interés real en Moneda Nacional y $R_t^* = (1 + i_t^*) E_t \left\{ \frac{P_t}{P_{t+1}} \frac{S_{t+1}}{S_t} \right\}$ es la tasa de interés real en Moneda Extranjera. Además, δ^{DF} mide el grado de dolarización financiera de la economía. Resolviendo el problema de optimización, se llega a la ecuación:

$$\frac{R_{t+1}^K}{R_t^C} = \eta_{fin} \left(\frac{Q_t K_t}{N_t} \right) = \rho(\bar{\omega}_{t+1}, \sigma_{\omega,t}^2), \quad (72)$$

donde se observa que el *spread* de tasas de interés (llamado también “prima de financiamiento externo”) es igual a una función η_{fin} del ratio de apalancamiento del inversionista, donde $\eta_{fin}(\cdot)$ es una función creciente y cóncava, de tal forma que a mayor patrimonio, el costo de financiamiento disminuye. En relación a la evolución del patrimonio (N_t), se supone que existe una fracción $1 - \gamma_t^e$ de empresarios que “mueren” o dejan de comprar bienes finales en cada período y, por tanto, la fracción γ_t^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 ²¹. De esta manera, la evolución de los recursos propios del empresario se describe así:

$$N_{t+1} = \gamma_t^e \left[R_{t+1}^K Q_t K_t - R_{t+1}^L C B_t \int_{\bar{\omega}_{t+1}}^{\infty} f(\bar{\omega}_{t+1}) d\omega - R_{t+1}^K Q_t K_t \int_0^{\bar{\omega}_{t+1}} \bar{\omega}_{t+1} f(\bar{\omega}_{t+1}) d\omega \right] + W^e, \quad (73)$$

donde la dinámica del patrimonio depende del retorno del capital menos 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 *default*, donde pierde todo el retorno de capital. Finalmente, el consumo de los empresarios que “mueren” en el período es el siguiente:

$$C_t^e = (1 - \gamma_t^e) \left[R_{t+1}^K Q_t K_t - R_{t+1}^L C B_t \int_{\bar{\omega}_{t+1}}^{\infty} f(\bar{\omega}_{t+1}) d\omega - R_{t+1}^K Q_t K_t \int_0^{\bar{\omega}_{t+1}} \bar{\omega}_{t+1} f(\bar{\omega}_{t+1}) d\omega \right]. \quad (74)$$

Luego, γ_t^e , como se observa en Christiano *et al.* (2010), sigue un proceso estocástico AR(1) en logaritmos, que se identifica como un choque de riqueza financiera:

$$\gamma_t^e = (\gamma_{t-1}^e)^{\rho_{\gamma^e}} \exp\left(\varepsilon_t^{\gamma^e}\right), \quad (75)$$

donde $\varepsilon_t^{\gamma^e} \sim N(0, \sigma_{\gamma^e}^2)$.

3.2.5. 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:

$$M_t = M_{t-1} - T_t - \tau S_t P_t^{com} Y_t^{com} + P_t G_t, \quad (76)$$

²¹ Por simplicidad se asume que los empresarios que sobreviven también reciben esta transferencia.

donde G_t es el gasto del gobierno en términos reales y $\tau S_t P_t^{com} Y_t^{com}$ son los ingresos fiscales por regalías y tributos mineros y de hidrocarburos. Se asume que el gasto de gobierno es un compuesto de bienes domésticos e importados de igual proporción que el consumo. Ello deriva en las siguientes curvas de demanda:

$$G_t^H = \gamma \left(\frac{P_t^H}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} G_t, \quad (77)$$

$$G_t^M = \gamma \left(\frac{P_t^M}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} G_t. \quad (78)$$

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

$$G_t = (G_{t-1})^{\rho_G} \exp(\varepsilon_t^G), \quad (79)$$

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 que responde a desviaciones de la inflación respecto de su meta, el crecimiento del PBI y además permite “sorpresas monetarias”.

$$\left(\frac{1+i_t}{1+i} \right) = \left(\frac{1+i_{t-1}}{1+i} \right)^{\phi_i} \left[\left(\frac{\pi_t}{\pi} \right)^{\phi_\pi} \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} \right)^{\phi_y} \right]^{(1-\phi_i)} Z_t, \quad (80)$$

donde se cumple con $\phi_i, \phi_y > 0$ y $\phi_\pi > 1$, siguiendo con el Principio de Taylor. Además, se recalca que la oferta de dinero se acomoda a la demanda de dinero, siendo consistente con esta Regla de Taylor. Finalmente, la “sorpresa monetaria”, Z_t , sigue un proceso AR(1) en logaritmos:

$$Z_t = (Z_{t-1})^{\rho_z} \exp(\varepsilon_t^z), \quad (81)$$

siendo $\varepsilon_t^z \sim N(0, \sigma_z^2)$.

3.2.6. Condiciones de equilibrio de mercado

La agregación de los componentes de consumo (ecuaciones 25, 26 y 27), inversión (ecuaciones 40 y 41), gasto público (ecuaciones 77 y 78) y producción de bienes primarios permiten obtener la demanda por bienes domésticos, importados y bienes de exportación totales:

$$Y_t^H = \gamma \left(\frac{P_t^H}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} (C_t + G_t + INV_t), \quad (82)$$

$$Y_t^M = (1 - \gamma) \left(\frac{P_t^M}{P_t} \right)^{-\varepsilon_H} (C_t + G_t + INV_t), \quad (83)$$

$$Y_t^X = (1 - \gamma^*) \left(\frac{P_t^X}{P_t^*} \right)^{-\varepsilon_F} Y_t^* + RER_t \left(\frac{P_t^{com}}{P_t^*} \right) Y_t^{com}, \quad (84)$$

donde $C_t = C_t^f + C_t^e$ es la suma del consumo de la familia (hogares) y de los empresarios. Nótese además que en el caso del consumo externo por bienes domésticos (ecuación 27) se reemplazó $C_t^* = Y_t^*$, debido al tamaño de la economía externa. Luego, la demanda total por producción doméstica e importaciones es:

$$Y_t^H = C_t^H + INV_t^H + G_t^H, \quad (85)$$

$$Y_t^M = C_t^M + INV_t^M + G_t^M. \quad (86)$$

Luego, la suma total de la producción doméstica es:

$$P_t^{def} Y_t = P_t^H Y_t^H + S_t P_t^X Y_t^X + S_t P_t^{com} Y_t^{com}. \quad (87)$$

Esta ecuación puede reformularse usando en ella las ecuaciones 28, 82 y 83, llegando a escribirse de esta manera:

$$P_t^{def} Y_t = P_t (C_t + G_t + INV_t) + S_t P_t^X Y_t^X + S_t P_t^{com} Y_t^{com} - P_t^M Y_t^M, \quad (88)$$

donde P_t^{def} es el deflactor del PBI, que se define de esta forma:

$$P_t^{def} = \frac{ABS}{Y} P_t + \frac{Y^X}{Y} S_t P_t^X + \frac{Y^{com}}{Y} S_t P_t^{com} - \frac{Y^M}{Y} P_t^M, \quad (89)$$

donde $\frac{ABS}{Y}$, $\frac{Y^X}{Y}$, $\frac{Y^{com}}{Y}$, y $\frac{Y^M}{Y}$ son los valores de estado estacionario del porcentaje de absorción interna, exportaciones no primarias y primarias e importaciones respecto al PBI, respectivamente. Luego, la demanda por bienes intermedios se obtiene agregando lo derivado a la producción doméstica y aquella que va hacia la exportación:

$$Y_t^{int}(j) = Y_t^H(j) + Y_t^X(j) = \left(\frac{P_t^H(j)}{P_t^H} \right)^{-\varepsilon} Y_t^H + \left(\frac{P_t^X(j)}{P_t^X} \right)^{-\varepsilon} Y_t^X, \quad (90)$$

$$Y_t^{int} = \frac{1}{n} \int_0^n Y_t^{int}(j) dj = \Delta_t^H Y_t^H + \Delta_t^X Y_t^X, \quad (91)$$

siendo $\Delta_t^H = \frac{1}{n} \int_0^n \left(\frac{P_t^H(j)}{P_t^H} \right)^{-\varepsilon} dj$ y $\Delta_t^X = \frac{1}{n} \int_0^n \left(\frac{P_t^X(j)}{P_t^X} \right)^{-\varepsilon} dj$ medidas de dispersión relativa de precios que no tiene impacto en la dinámica del modelo cuando se toma una aproximación de primer orden respecto al estado estacionario. Por su parte, las demandas agregadas de factores se definen de la siguiente manera:

$$L_t = (1 - \alpha) \frac{MC_t}{X_t (W_t/P_t)} (\Delta_t^H Y_t^H + \Delta_t^X Y_t^X), \quad (92)$$

$$u_t K_{t-1} = \alpha \frac{MC_t}{R_t^H} (\Delta_t^H Y_t^H + \Delta_t^X Y_t^X). \quad (93)$$

En tanto, la restricción agregada de la economía²² genera la ecuación para la balanza de pagos:

$$\frac{S_t B_t^*}{P_t} - \frac{S_{t-1} B_{t-1}^*}{P_{t-1}} = \frac{P_t^{def}}{P_t} Y_t - ABS_t + \left(\frac{(1+i_t^*) S_t / S_{t-1}}{\pi_t} \psi_{t-1}^E - 1 \right) \frac{S_{t-1} B_{t-1}^*}{P_{t-1}} + RESTO_t, \quad (94)$$

Donde el lado izquierdo representa el cambio en la posición de activos netos y el lado derecho es la suma de la balanza comercial 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). La variable $RESTO_t$, por su parte, se define de la siguiente manera:

$$RESTO_t = W^e + \frac{P_t^M}{P_t} (1 - MC_t^M \Delta_t^M) Y_t^M + \frac{(1+i_{t-1})}{\pi_t} \left[1 - \left(\frac{(1+i_{t-1}^*) \frac{S_t}{S_{t-1}}}{1+i_{t-1}} \right)^{\delta^{DF}} \right] CB_{t-1} - \frac{S_t}{P_t} (M_t^* - M_{t-1}^*) - \Phi_u(u_t) K_{t-1}, \quad (95)$$

es decir, es la suma de las transferencias a los nuevos empresarios, los beneficios de los importadores de bienes finales, el efecto de la deuda bancaria denominada en moneda extranjera por parte de los empresarios, la demanda por saldos reales en moneda extranjera por parte de los consumidores y el gasto por utilización del capital, respectivamente. Este componente en su conjunto tiene un efecto muy pequeño en la dinámica de la balanza de pagos y, en algunos casos, se tiende a obviar. Finalmente, la evolución del PBI externo, la inflación externa y la tasa de interés externa siguen procesos AR(1) en logaritmos:

$$Y_t^* = (Y_{t-1}^*)^{\rho_{y^*}} \exp(\varepsilon_t^{y^*}), \quad (96)$$

$$\pi_t^* = (\pi_{t-1}^*)^{\rho_{\pi^*}} \exp(\varepsilon_t^{\pi^*}), \quad (97)$$

$$i_t^* = (i_{t-1}^*)^{\rho_{i^*}} \exp(\varepsilon_t^{i^*}), \quad (98)$$

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

3.3. Estimación bayesiana

En esta investigación se utilizó la metodología bayesiana para la estimación de los parámetros del modelo. La estimación bayesiana se ha vuelto práctica común en la literatura ma-

²²Véase el Anexo F para un mayor detalle sobre la obtención de estas ecuaciones.

croeconómica reciente debido a su flexibilidad y a la aparición de paquetes estadísticos que permiten su uso cotidiano²³.

El enfoque bayesiano resulta atractivo debido a que permite incorporar información *a priori* que proviene del conocimiento del investigador o de la realización de estudios anteriores. Como se menciona en DeJong & Dave (2011), en este enfoque los parámetros son interpretados como variables aleatorias. En ese sentido, se hacen supuestos sobre la probabilidad condicional de los parámetros del modelo en torno a tres factores: la estructura del modelo, la data observada y la distribución *a priori* especificada para los parámetros. El uso del enfoque bayesiano se ha centrado en el análisis empírico sobre tres objetivos:

- Proveer de un enfoque teórico –mediante el uso de modelos DSGE- a la interpretación de predicciones generadas por modelos de forma reducida, como los de Vectores Autoregresivos.
- Facilitar la estimación directa de modelos DSGE y la obtención de factores no observables de la actividad macroeconómica.
- Facilitar la comparación de modelos.

En cuanto a sus ventajas como método de estimación, López *et al.* (2008) consideran que son las siguientes:

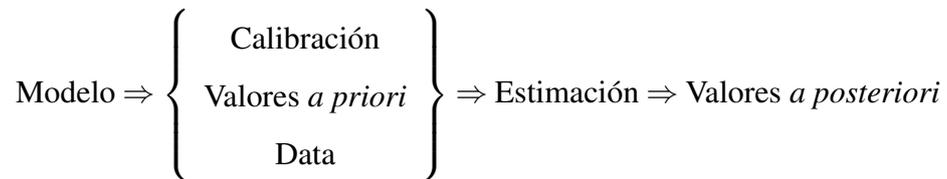
- El uso de distribuciones *a priori* sobre los parámetros estructurales permite que la optimización no lineal del algoritmo subyacente sea más estable, lo que es ventajoso cuando se tienen series de tiempo cortas .
- Facilita la comparación entre modelos que no son anidados y toma en cuenta explícitamente la incertidumbre de los parámetros estimados.
- Formaliza la información de parámetros provenientes de estudios previos, creando una relación con la literatura previa basada en la calibración.
- Los potenciales problemas de identificación que emergen en los modelos DSGE pueden ser reducidos usando parámetros *a priori* informativos y estrategias bayesianas, como lo menciona Canova (2007).

²³Véase Smets & Wouters (2003) y Adolfson *et al.* (2007)

La distribución a *posteriori* de los parámetros se obtiene combinando la distribución de probabilidad conjunta del modelo (parametrizada en θ) con su distribución a *priori*, especificada por el investigador. Así, sea Θ el espacio de parámetros, los parámetros a estimar se simbolizan como $\theta \in \Theta$, mientras que la data observada es Y^T . Dada la distribución a *priori* $p(\theta)$ propuesta por el investigador, la distribución a *posteriori* de los parámetros del modelo se obtiene mediante la regla de Bayes:

$$p(\theta|Y^T) = \frac{L(Y^T|\theta)p(\theta)}{\int_{\Theta} L(Y^T|\theta)p(\theta)d\theta}$$

Donde $L(Y^T|\theta)$ es la probabilidad conjunta del modelo y $\int_{\Theta} L(Y^T|\theta)p(\theta)d\theta$ es la distribución marginal de la muestra empleada (que se considera “constante” en este contexto dado que no depende de θ ²⁴). La distribución a *posteriori* se caracteriza mediante medidas centradas, tal como la media o la moda, y medidas de dispersión, siendo generalmente usada la desviación estándar. En síntesis, la metodología bayesiana exige presentar un modelo base, calibrar ciertos valores (por lo general aquellos que rigen el estado estacionario del modelo) e imponer valores y distribuciones a *priori* de los parámetros restantes. Todos estos elementos -modelo, calibración y caracterización a *priori*- se combinan para obtener una distribución a *posteriori* por cada parámetro, que puede ser caracterizada por la media o la moda. Los pasos a seguir se muestran en el siguiente diagrama:



Finalmente, es importante recalcar que el software que se utilizó para la estimación bayesiana del modelo es el Matlab, con el paquete Dynare²⁵ que permite la estimación y análisis cuantitativo de modelos DSGE.

3.4. Identificación de los choques financieros

Se incorporaron tres tipos de choques financieros en el modelo: el de riesgo financiero, el de riqueza empresarial y el de eficiencia marginal de la inversión. En este apartado, se explica, desde la perspectiva gráfica de un modelo estático de equilibrio parcial, los efectos de estos tres choques financieros en el sector real, pues cada uno genera movimientos

²⁴Por tanto, también se podría considerar que: $p(\theta|Y^T) \propto L(Y^T|\theta)p(\theta)$

²⁵Para mayores referencias véase Adjemian *et al.* (2011).

distintos en los mercados donde intervienen directamente. La diferencia entre los efectos de los distintos choques financieros sobre las variables de interés es un punto a favor del modelo, debido a que, condicional a la data de estimación, se hace posible identificar correctamente cuándo y en qué magnitud la economía fue afectada por cada uno de ellos.

Así, se construyó un diagrama de cuatro fases, representando los dos mercados donde los choques financieros juegan un rol importante (el mercado del capital y el mercado del crédito), y dos relaciones financieras (la hoja de balance empresarial y la relación entre el precio del capital y el *spread* financiero) que sirven de nexo entre ambos mercados. Es importante anotar que todas las variables de cantidades presentes en el modelo (patrimonio, crédito y capital) están valoradas en términos de bienes de capital y no de bienes de consumo. Ello implica lo siguiente:

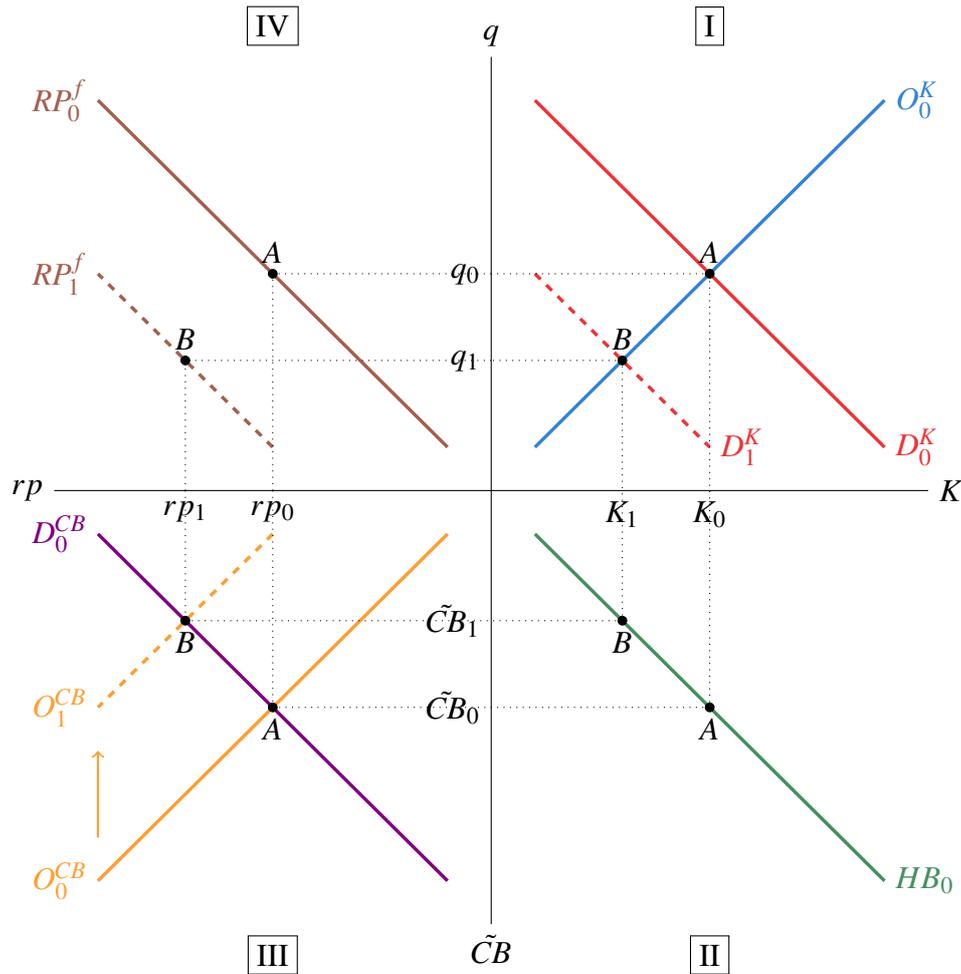
$$\tilde{CB} = \frac{CB}{q}, \quad \tilde{N} = \frac{N}{q}$$

Donde \tilde{CB} y \tilde{N} son el crédito bancario y el patrimonio empresarial valorados en términos de bienes de capital; en tanto CB y N , son las variables valoradas en términos de bienes de consumo. Las variables graficadas son el *spread* bancario (rp) y el crédito bancario (\tilde{CB}) (mercado de crédito), el precio del capital (q) y el *stock* de capital (K) (mercado de capital). El *stock* de capital se relaciona con el crédito bancario a través de la hoja de balance empresarial valorada en términos de bienes de capital ($K = \tilde{CB} + \tilde{N}$). En tanto, existe una relación positiva entre los precios financieros en este modelo: un incremento en el precio del capital *ceteris paribus* implica, necesariamente, un aumento en el costo de financiamiento bancario. La interrelación entre estos dos mercados, condicional a las relaciones financieras planteadas, genera el efecto final sobre el *stock* de capital y, por tanto, sobre el sector real de la economía.

En la Figura 4, se muestra el efecto del choque de riesgo financiero. Un incremento del riesgo financiero implica un aumento en la percepción de riesgo de los empresarios. Por tanto, este choque surge en el mercado de crédito mediante una reducción de la oferta del mismo. Los bancos restringen los créditos otorgados, dada la mayor probabilidad de impago por parte de los empresarios, teniendo como consecuencia un incremento del costo del crédito (lo que implica un aumento del *spread* bancario). Un menor financiamiento bancario, con un patrimonio empresarial fijo, implica una reducción de la demanda de

capital que, en equilibrio, reduce su precio. En términos de bienes de consumo, y dado que q disminuye en el mercado del capital, se infiere lo siguiente: a) $\nabla \tilde{C}B \Rightarrow \nabla CB > \nabla q$ y b) \tilde{N} fijo $\Rightarrow \nabla N = \nabla q$. Por tanto, un choque de riesgo financiero reduce el crédito y el patrimonio medidos en bienes de consumo.

Figura 4: Mercado de capital, del crédito, hoja de balance empresarial y relación de precios financieros ante un choque de riesgo financiero



I: Mercado del capital, II: Hoja de balance empresarial.

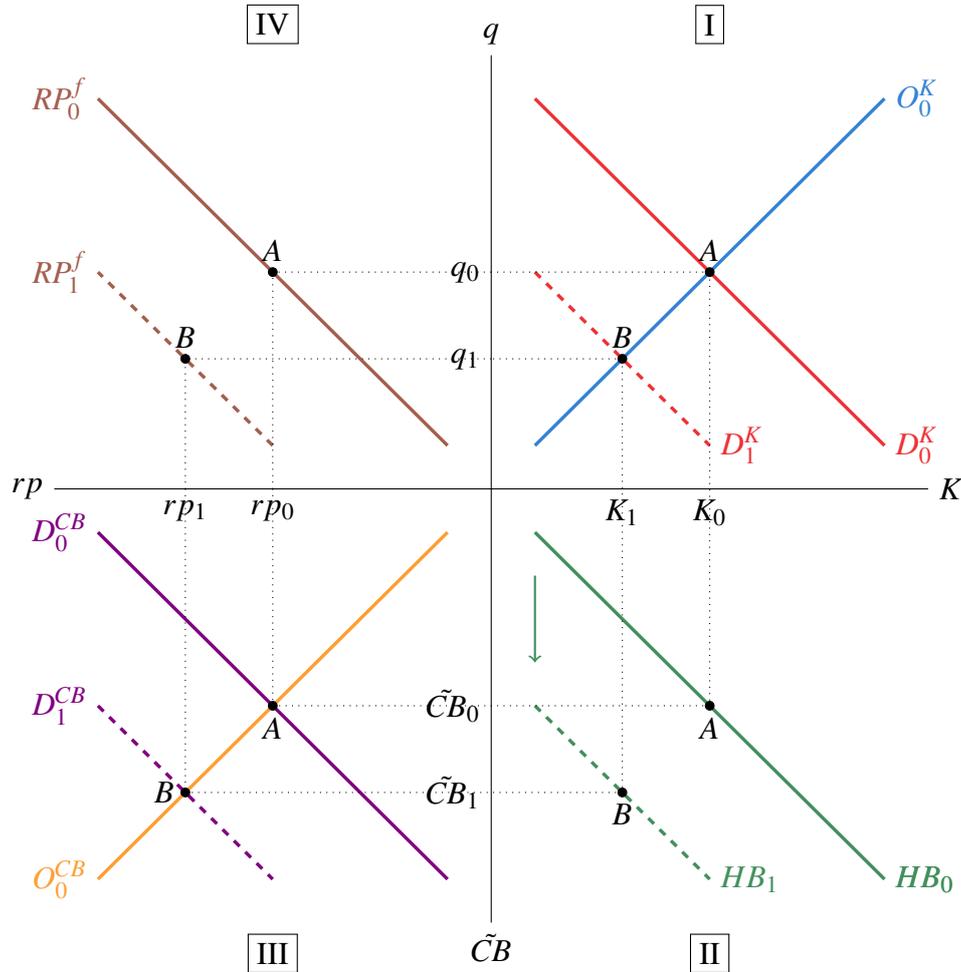
III: Mercado del crédito, IV: Relación de precios financieros.

Elaboración propia.

En la Figura 5 se observa el caso de un choque negativo de riqueza empresarial. Una reducción repentina del patrimonio empresarial (producida por una caída en la probabilidad de supervivencia de los empresarios) tiene como consecuencia un traslado hacia la derecha en la hoja de balance empresarial. Ante un menor patrimonio, y con el fin de seguir demandando la misma cantidad de bienes de capital, los empresarios van a demandar ma-

yor crédito bancario. En el mercado de crédito, la curva de demanda se traslada hacia la derecha, lo que implica un incremento del *spread* bancario en equilibrio. Sin embargo, la caída del patrimonio es mayor al incremento del crédito bancario.

Figura 5: Mercado de capital, del crédito, hoja de balance empresarial y relación de precios financieros ante un choque de riqueza financiera



I: Mercado del capital, II: Hoja de balance empresarial.

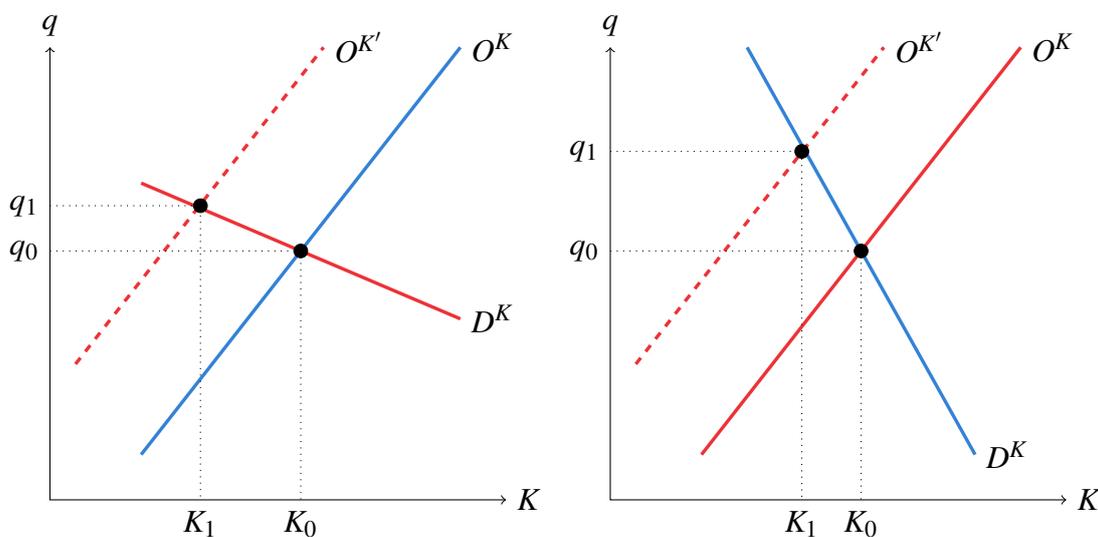
III: Mercado del crédito, IV: Relación de precios financieros.

Elaboración propia.

En equilibrio, y para mantener la igualdad de su hoja de balance, los empresarios reducen su demanda por bienes de capital, lo que también genera una caída en el precio del capital. En términos de bienes de consumo se tiene lo siguiente: a) $\Delta \tilde{C}B \Rightarrow \Delta CB > \nabla q$ y, además, b) $\nabla \tilde{N} \Rightarrow \nabla N > \nabla q$. Ello quiere decir que un choque de riqueza empresarial disminuye el patrimonio empresarial e incrementa el crédito bancario, todo ello medido en términos de bienes de consumo.

El choque de eficiencia marginal de la inversión, a diferencia de los otros choques financieros, surge en el lado de la oferta de capital, (véase la Figura 7). Los productores de bienes de capital son menos eficientes en su producción, reduciendo su oferta. Este movimiento genera un incremento en el precio del capital y, en equilibrio, una caída en el *stock* de capital. El efecto neto de este movimiento sobre el valor de los activos (es decir, $q \times k$) es incierto y depende, en gran medida, de la sensibilidad de la demanda de capital respecto al precio, q . Una curva de demanda muy sensible a q implica que, ante la caída en la oferta, el *stock* de capital disminuya más de lo que aumenta el precio del mismo, por lo que el valor de los activos empresariales disminuye (véase el panel *a* de la Figura 6). Lo contrario sucede con una curva de demanda poco sensible a cambios en q , donde una reducción de la oferta genera un aumento en q mayor a la caída en K y, en consecuencia, un aumento en el valor de los activos empresariales (véase el panel *b* de la Figura 6).

Figura 6: Choque negativo de eficiencia marginal de la inversión



(a) Caída del valor de los activos

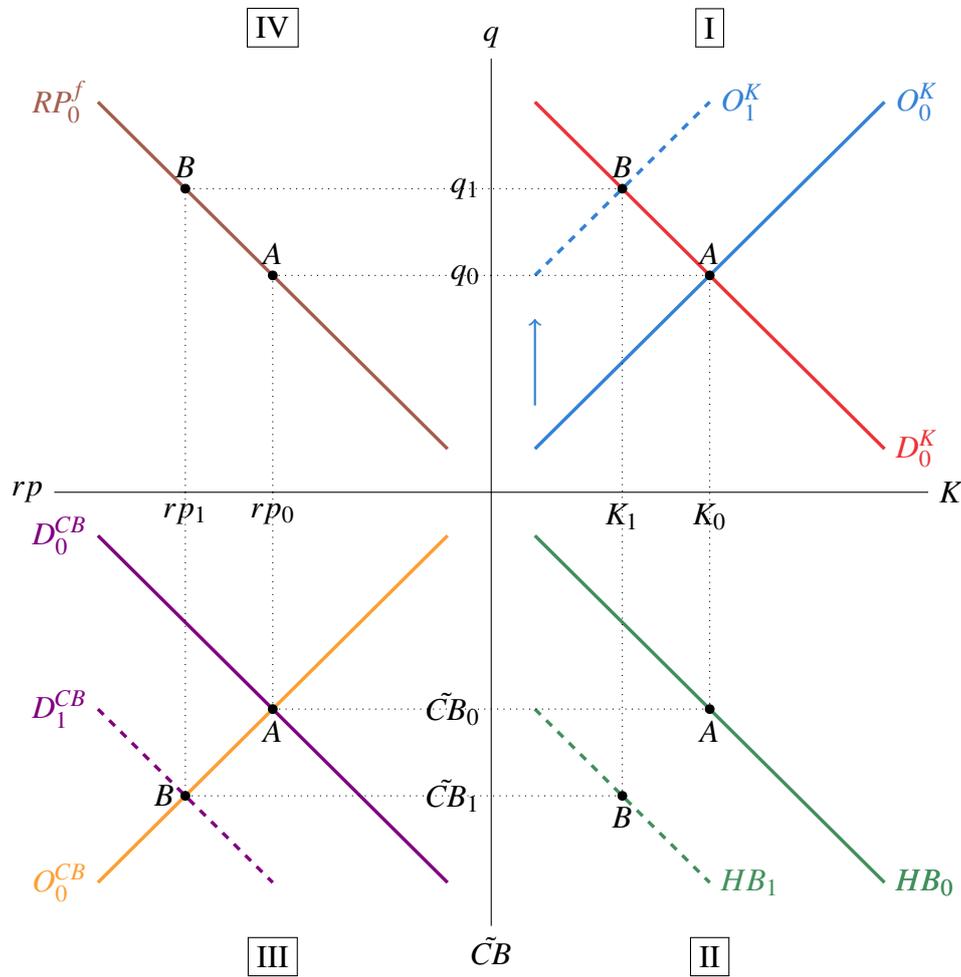
(b) Aumento del valor de los activos

Elaboración propia.

Si el choque genera una caída en el valor de los activos, los empresarios incrementan sus necesidades de financiamiento crediticio, por lo que la demanda por crédito se traslada a la derecha, aumentando el *spread* y el crédito bancario. Sin embargo, el mayor financiamiento bancario no es suficiente (se puede asumir por la presencia del mecanismo de acelerador financiero), por lo que el patrimonio empresarial se reduce, teniendo como consecuencia un traslado hacia la derecha de la hoja de balance. En términos de bienes

de consumo se tiene: a) $\Delta \tilde{C}B \Rightarrow \Delta CB > \Delta q$ y, además, b) $\nabla \tilde{N} \Rightarrow \Delta N < \Delta q$. Es decir, el patrimonio y el crédito aumentan en términos de bienes de consumo.

Figura 7: Mercado de capital, del crédito, hoja de balance empresarial y relación de precios financieros ante un choque de eficiencia marginal de la inversión



I: Mercado del capital, II: Hoja de balance empresarial.

III: Mercado del crédito, IV: Relación de precios financieros.

Elaboración propia.

Cuando se asume que este choque genera un incremento en el valor de los activos, el único cambio respecto al primer caso es que el crédito y el patrimonio empresarial, medidos en términos de bienes de consumo, tienen una mayor holgura para aumentar, dado que el precio del capital se incrementa mucho más.

Debido a que cada choque tiene un mecanismo de transmisión distinto, se puede identificar cuándo es que sucede un choque de riesgo financiero, un choque de riqueza empresa-

rial o uno de eficiencia marginal de la inversión observando las variables correspondientes del modelo planteado en este acápite, tal como se observa en el Cuadro 2. Interpolando este razonamiento al modelo DSGE empleado en este trabajo, notamos que los tres choques financieros están correctamente identificados. Así, por ejemplo, si la data muestra, en determinado momento, una caída del crédito conjuntamente con una caída de la inversión (es decir, una reducción del capital), entonces se puede identificar la presencia del choque de riesgo financiero. En cambio, si se observa una correlación negativa entre el crédito y la inversión, el choque puede ser de riqueza empresarial o eficiencia marginal. En este punto, juega un rol importante el movimiento del precio del capital (q) y la dinámica del patrimonio empresarial medido en bienes de consumo (N). Ante un choque negativo de eficiencia marginal de la inversión, q y N aumentan, mientras que ante un choque negativo de riqueza empresarial, ambas variables disminuyen.

Cuadro 2: Identificación de choques financieros en el modelo

Choque	rp	CB	$q N$	K
Riesgo financiero	↑	↓	↓	↓
Riqueza empresarial	↑	↑	↓	↓
EMI	↑	↑	↑	↓

EMI: eficiencia marginal de la inversión.

Elaboración propia.

La conclusión del ejercicio es que, para una correcta identificación de los choques financieros introducidos en el modelo, se hace necesario incorporar en la data de estimación variables como el crédito bancario, el *spread* bancario y el patrimonio empresarial.

3.5. Base de datos

Se utilizaron trece series de tiempo de la economía peruana divididas en variables macroeconómicas y financieras, todas en frecuencia trimestral y que parten del primer trimestre de 1998 hasta el cuarto trimestre de 2013 (64 observaciones). La lógica de elegir este tamaño muestral se basa en la necesidad de evaluar un período sin cambios estructurales en la economía peruana. Creemos que una posibilidad de evitar ello es evaluar sólo el período de aplicación del régimen de metas explícitas de inflación. Si bien este régimen

parte oficialmente desde 2002, se puede observar una menor volatilidad del producto y la inflación a partir de la fecha de inicio de la muestra, siguiendo el criterio expuesto en Cabrera *et al.* (2011). Asimismo, partir desde 1998 permitirá capturar el efecto de la crisis rusa y brasileña, lo que es de suma importancia para analizar el rol de los factores financieros en el ciclo económico peruano. A continuación, se describen las variables observables utilizadas en la estimación bayesiana y la transformación realizada para que se incluya en el modelo, resaltando que las primeras diez variables son las típicas series macroeconómicas que se introducen en trabajos de este tipo, mientras que las tres últimas corresponden a variables financieras, siguiendo el trabajo de Christiano *et al.* (2014).

Dentro del conjunto de variables macroeconómicas, se consideran las series del PBI total (\hat{y}_t), el consumo privado (\hat{c}_t^{fam}), la inversión bruta fija privada (\hat{inv}_t), el gasto público (\hat{g}_t) y el PBI de minería e hidrocarburos (\hat{y}_t^{com}), todas ellas en términos reales y expresadas en millones de Soles de 2007. Estas variables se transforman en primeras diferencias logarítmicas después de haber sido desestacionalizadas mediante el filtro X12. En el caso de los precios macroeconómicos, la información corresponde a las series del tipo de cambio real multilateral (\hat{r}_t), el índice de precios al consumidor (IPC), un índice de Fisher de precios mineros y de hidrocarburos (\hat{p}_t^{com}) y la tasa de interés interbancaria efectiva anual en moneda nacional (\hat{i}_t). Para el caso de las tres primeras variables de este tipo, se introducen al modelo en primeras diferencias logarítmicas (tener en cuenta que la primera diferencia logarítmica del IPC es la inflación, $\hat{\pi}_t$), mientras que para la tasa de interés se trimestraliza dividiéndola entre 400 y se mantiene en niveles. Es importante mencionar que tanto la inflación del IPC como la tasa de interés interbancaria muestran tendencias decrecientes y cambios estructurales, por lo que, para convertirlos en variables estacionarias, se ajustaron a una tendencia lineal en la pendiente y en el nivel.

En tanto, para las variables financieras se tiene al crédito del Sector Bancario al Sector Privado de la economía (\hat{cb}_t) y al índice general de la Bolsa de Valores de Lima (IGBVL), que es una *proxy* de la riqueza empresarial (\hat{n}_t); ambas variables están deflactadas por el IPC correspondiente y caracterizan “cantidades” financieras. Estas variables se desestacionalizan con el filtro X12 y se transforman en primeras diferencias logarítmicas. Para el caso de los “precios” financieros, se utilizó una serie de *spread* de tasas de interés (\hat{rp}_t),

que consiste en un promedio ponderado -por el coeficiente de dolarización de créditos- de los *spreads* en moneda nacional y moneda extranjera. Cada *spread* es la diferencia entre la tasa activa y la tasa interbancaria correspondiente. Es importante mencionar que todas las series pueden obtenerse de la página web del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), salvo la serie de precios mineros y de hidrocarburos, que corresponde a una serie construida siguiendo los lineamientos expuestos en Granda *et al.* (2012) y que puede ser solicitada al autor de esta investigación.

Como última transformación, todas las variables –macroeconómicas y financieras- ingresan en el modelo después de restarles su media correspondiente. Finalmente, una característica importante del modelo es que incluye un choque tecnológico con raíz unitaria (ε_t^X) que permite que las variables reales sean estacionarias en primeras diferencias. Las variables que se ven afectadas por este *shock* son el PBI, el consumo privado, la inversión bruta fija privada, el gasto público, el PBI minero y de hidrocarburos, el crédito bancario y el IGBVL. En términos ecuacionales, en la siguiente matriz se listan las variables observables empíricamente, la forma en que están escritas en el modelo (log-linealizado) y la transformación empírica hecha a la data inicial.

$$\begin{bmatrix} \Delta y_t^{obs} \\ \Delta inv_t^{obs} \\ \Delta c_t^{obs} \\ \Delta g_t^{obs} \\ \Delta y_t^{com,obs} \\ \Delta cb_t^{obs} \\ \Delta n_t^{obs} \\ i_t^{obs} \\ \pi_t^{obs} \\ \Delta s_t^{obs} \\ rer_t^{obs} \\ \Delta p_t^{com,obs} \\ rp_t^{obs} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta \hat{y}_t + \varepsilon_t^x + \zeta_t^y \\ \Delta \hat{inv}_t + \varepsilon_t^x + \zeta_t^{inv} \\ \Delta \hat{c}_t + \varepsilon_t^x + \zeta_t^c \\ \Delta \hat{g}_t + \varepsilon_t^x + \zeta_t^g \\ \Delta \hat{y}_t^{com} + \varepsilon_t^x + \zeta_t^{ycom} \\ \Delta \hat{cb}_t + \varepsilon_t^x + \zeta_t^{cb} \\ \Delta \hat{n}_t + \varepsilon_t^x + \zeta_t^n \\ \hat{i}_t + \zeta_t^i \\ \hat{\pi}_t + \zeta_t^\pi \\ \Delta \hat{s}_t + \zeta_t^s \\ \hat{r} \hat{e} r_t + \zeta_t^{rer} \\ \Delta \hat{p}_t^{com} + \zeta_t^{pcom} \\ \frac{\rho_\omega(\bar{\omega})\bar{\omega}}{\rho(\bar{\omega})} E_t(\hat{\omega}_{t+1}) + \frac{\rho_{\sigma_\omega(\bar{\omega})\bar{\sigma}_\omega}}{\rho(\bar{\omega})} \hat{\sigma}_{\omega,t} + \zeta_t^{rp} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta y_t - \Delta \bar{y} \\ \Delta inv_t - \Delta \bar{inv} \\ \Delta c_t - \Delta \bar{c} \\ \Delta g_t - \Delta \bar{g} \\ \Delta y_t^{com} - \Delta \bar{y}^{com} \\ \Delta cb_t - \Delta \bar{cb} \\ \Delta n_t - \Delta \bar{n} \\ i_t - \bar{i} \\ \pi_t - \bar{\pi} \\ \Delta s_t - \Delta \bar{s} \\ \Delta rer_t - \Delta \bar{rer} \\ \Delta p_t^{com} - \Delta \bar{p}^{com} \\ rp_t - \bar{rp} \end{bmatrix}$$

En esta matriz se debe tomar en cuenta que para cualquier variable χ_t , aquellas denomi-

nadas como χ_t^{obs} son las variables observables, mientras que $\bar{\chi}$ corresponde a su media empírica, $\hat{\chi}_t$ se refiere a la variable log-linealizada correspondiente del modelo y ζ_t^χ es el error de medida de la variable. Gráficamente, las trece variables se presentan tal como han sido descritas líneas arriba, en el Anexo C.

3.6. Calibración y valores *a priori*

No todos los parámetros del modelo son estimados mediante métodos bayesianos. Como es costumbre en esta metodología, un grupo de parámetros “profundos” son calibrados de acuerdo al conocimiento de la economía peruana y a las referencias de trabajos sobre el tema. Los parámetros calibrados se caracterizan por controlar los valores de estado estacionario del modelo (véase el Anexo A para una descripción detallada de la obtención del estado estacionario del modelo) y están descritos en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Parámetros calibrados del modelo

Parámetros	Símbolo	Calibración
Factor de descuento intertemporal	β	0,9960
Tasa de crecimiento de largo plazo	g	0,0111
Tasa de depreciación	δ	0,0250
Participación del capital en la producción	α	0,2800
Elasticidad de sustitución entre bienes domésticos e importados	ε	6,0000
Porcentaje de bienes domésticos en la canasta del consumidor	γ	0,4000
Grado de sustitución entre consumo y saldos reales	w	1,8000
Saldos reales en la función de utilidad	b	0,2000
Inversa de elasticidad por usar capital	Φ_u	0,0080
Ratio de supervivencia de empresarios	γ^e	0,9900
Premio financiero externo (anual)	$R^K - R$	0,1038
Probabilidad de <i>default</i> del empresario	$\int_0^{\bar{\omega}} f(\omega) d\omega$	0,0075
Valor umbral del riesgo idiosincrático	$\bar{\omega}$	0,3000
Activos externos netos (como % del PBI)	B^*/Y	-1,6000
Apalancamiento empresarial	K/N	2,0000
Porcentaje de exportaciones de <i>commodities</i>	γ_X	0,6000
Gasto fiscal (como % del PBI)	G/Y	0,1500
Error de medida PBI	ζ_t^Y	0,0014
Error de medida Inversión Privada	ζ^{INV}	0,0050
Error de medida Consumo Privado	ζ^C	0,0016
Error de medida Gasto Público	ζ^G	0,0079
Error de medida Inflación	ζ^π	0,0014
Error de medida Tasas de interés	ζ^i	0,0005
Error de medida Tipo de Cambio Real	ζ^{RER}	0,0020
Error de medida Tipo de Cambio Nominal	ζ^S	0,0025
Error de medida Crédito Bancario	ζ^{CB}	0,0034
Error de medida Patrimonio Empresarial	ζ^N	0,0139
Error de medida Spread Bancario	ζ^{RP}	0,0003
Error de medida PBI commodities	$\zeta^{Y^{com}}$	0,0030
Error de medida Precios commodities	$\zeta^{P^{com}}$	0,0090

Elaboración Propia.

De acuerdo a la calibración, se toma en cuenta un valor del factor de descuento intertemporal de $\beta = 0,9960$, que junto con una tasa de crecimiento trimestral del PBI de largo plazo de 1,1 por ciento (es decir, en términos anuales es aproximadamente 4.5 por ciento de crecimiento de largo plazo) brindan una tasa de interés anual de 6 por ciento. La tasa de depreciación del capital es de 0,025 mientras que la participación del capital privado en la función de producción se calibra en 0,28, con el fin de obtener un ratio de Inversión respecto al PBI similar al observado en la realidad. La elasticidad de sustitución entre bienes, ε , se calibra con un valor de 6, lo que genera un *mark-up* de precios sobre el costo marginal de 20 por ciento. En cuanto a la participación de los bienes domésticos en la canasta de consumo, es del 40 por ciento. Asimismo, el grado de sustitución entre consumo y saldos reales toma un valor de 1,8, mientras que la importancia de los saldos reales en la función de utilidad es de 0,20 (ambos tomados de Castillo *et al.* (2006)). Por otro lado, la inversa de la elasticidad del costo marginal por usar capital, Φ_u , toma un valor de 0,008, con el fin de que el ratio INV/Y sea similar a lo observado en las cuentas nacionales. En tanto, para los parámetros financieros, se considera que el ratio de supervivencia de los empresarios es del 99 por ciento y su ratio de apalancamiento es de 2, como el considerado en BGG. Los parámetros del contrato de deuda óptima calibrados son dos: la probabilidad de *default*, que toma un valor de 0,75 por ciento trimestral (3 por ciento anual) y el valor umbral del riesgo idiosincrático, $\bar{\omega}$, que toma un valor de 0,3, común en la literatura sobre el tema. En relación al diferencial de tasas de interés, $R^K - R$, se calibra con una diferencia anual de 10,38 por ciento. Además, como en García-Cicco *et al.* (2014), las variables observadas contienen errores de medida, que son calibrados con el 10 por ciento de la varianza de la serie observada. Finalmente, también se calibran algunos ratios de participación que son de interés para el modelo. Así, los pasivos externos netos, en formato trimestral, representan el 40 por ciento del PBI ($4 \times 0,4$ por ciento, en términos anuales), mientras que las exportaciones de *commodities* son el 60 por ciento de las exportaciones totales.

En relación al Estado Estacionario (Cuadro 4), el consumo privado representa cerca del 65 por ciento del PBI, que sumado al valor obtenido por el consumo empresarial (2,52 por ciento), dan un valor de consumo total de 67,55 por ciento del PBI, mientras que la inversión privada es el 16,81 por ciento del PBI en Estado Estacionario. En cuanto a la tasa

de alquiler del capital, este es de 7,21 por ciento, mientras que el costo financiero (neto) del capital es alrededor de 3,91 por ciento. Para el caso de los parámetros del acelerador financiero, el costo de monitoreo es de 0,8393, lo que genera una elasticidad del premio financiero de 0,2120, mayor al valor calibrado en Castillo *et al.* (2009), que es de 0,1.

Cuadro 4: Valores de Estado Estacionario del modelo

Parámetros	Símbolo	Valor
Consumo privado (como % del PBI)	C/Y	0,6503
Consumo empresarial (como % del PBI)	CE/Y	0,0252
Inversión privada (como % del PBI)	INV/Y	0,1681
Stock de capital (como % del PBI)	K/Y	4,7134
Costo de alquiler del capital	R^H	0,0721
Costo financiero del capital	R^K	0,0391
Costo de monitoreo	μ	0,8393
Elasticidad de premio financiero	η_{fin}	0,2120
Exportaciones netas (como % del PBI)	NX/Y	0,0063
Absorción interna (como % del PBI)	DA/Y	0,9937

Elaboración Propia.

Respecto a la estimación bayesiana, los *priors* y sus distribuciones se presentan en el Cuadro 5. Se debe tener en cuenta que la estimación bayesiana también exige un valor *a priori* para la desviación estándar del parámetro a estimar que permite inferir el grado de incertidumbre con el que cuenta el investigador al momento de realizar la estimación. Se supone un valor *a priori* de 0,70 para los hábitos de consumo, con distribución Beta. Para el caso de la inversa de la elasticidad de la oferta de trabajo, se establece un valor de 2, con una distribución Gamma Inversa, siguiendo a Castillo *et al.* (2009). La elasticidad de sustitución entre bienes ε tiene un valor *a priori* de 1,5, con una distribución Normal. En relación al costo de ajuste de la inversión, su valor *a priori* es de 3, y tiene una distribución Normal, mientras que la elasticidad del premio al riesgo tiene un valor *a priori* de 0,01 y distribución Gamma Inversa. En relación a los parámetros de la inflación, los valores *a priori* de la probabilidad de no ajuste de precios es de 0,7 para el caso doméstico (con fijación de precios tanto en Soles como en Dólares) e importado, mientras

que el grado de indexación de precios –en los tres casos- es de 0,5. A estos parámetros se les impone una distribución Beta. Acá es importante resaltar que se ha considerado estimar los parámetros referentes a las dos Curvas de Phillips del vendedor de bienes finales domésticos (en Soles y Dólares) y no considerar que ambas curvas tengan parámetros de la misma magnitud. Este hecho representa una diferencia importante para la convergencia del modelo. En cuanto a la rigidez de salarios, se establece un valor *a priori* de 0,5 y una desviación estándar de 10 por ciento. Los parámetros *a priori* para la regla de política monetaria son de 1,50 para la respuesta de la inflación, 0,25 para la respuesta de la brecha de producto (los dos con distribución Normal) y 0,70 para la inercia de la tasa de interés, con distribución *a priori* Beta. Finalmente, también se estiman los valores relacionados al grado de dolarización; así, la dolarización de transacciones, de precios y financiera tienen un valor *a priori* de 0,50 con distribución Beta. En cuanto a los valores de los parámetros autoregresivos que dominan los choques del modelo, todos ellos tuvieron valores *a priori* de 0,50 con distribución Beta. A su vez, los valores *a priori* de las desviaciones estándar de los choques fueron de 0,01 para todos los casos, con distribución Gamma Inversa.

Cuadro 5: Valores *a priori* para la estimación del modelo

Parámetros	Símbolo	Distribución	Prior	Desv. Est.
Hábitos de consumo	h	Beta	0,70	0,10
Inversa elasticidad oferta laboral	η	Gamma	2,00	0,20
Elasticidad de sustitución	ε_H	Gamma	0,75	0,10
Elasticidad de sustitución	ε_F	Gamma	0,75	0,10
Grado de intervención cambiaria	λ_{pdi}	Gamma	0,50	0,20
Rigidez salarial	λ_{wr}	Gamma	0,50	0,20
Elasticidad de la prima cambiaria	Ψ^E	Gamma	0,01	0,005
Costo de ajuste de la inversión	ψ_{inv}	Normal	3,30	0,20
Rigidez precios domésticos en MN	ϕ_{MN}	Beta	0,70	0,10
Indexación de precios domésticos en MN	λ_{MN}	Beta	0,50	0,10
Rigidez precios domésticos en ME	ϕ_{ME}	Beta	0,70	0,10
Indexación de precios domésticos en ME	λ_{ME}	Beta	0,50	0,10
Rigidez precios importados	ϕ_M	Beta	0,70	0,10
Indexación de precios importados	λ_M	Beta	0,50	0,10
Rigidez precios exportados	ϕ_X	Beta	0,50	0,10
Indexación de precios exportados	λ_X	Beta	0,50	0,10
Respuesta a la inflación	ϕ_π	Normal	1,50	0,20
Respuesta al PBI	ϕ_y	Normal	0,25	0,10
Suavizamiento de tasa de interés	ϕ_i	Beta	0,70	0,10
Dolarización de Transacciones	δ^{DT}	Beta	0,50	0,20
Dolarización de Precios	δ^{DP}	Beta	0,50	0,20
Dolarización Financiera	δ^{DF}	Beta	0,50	0,20
Persistencia de choques	ρ_x	Beta	0,50	0,20
Desviación Estándar de choques	σ_x	Inv. Gamma	0,01	Inf

Elaboración Propia.

IV. Resultados y discusión

En esta sección se describen los resultados de la estimación bayesiana del modelo base (valores de la media *a posteriori*), se presentan las funciones impulso respuesta y la descomposición de varianza de las variables de interés además de mostrarse algunos ejercicios de análisis en torno al modelo. Posteriormente, se discuten los resultados, contrastándolos con lo obtenido en la literatura sobre el tema. Finalmente, se ejecuta un análisis de sensibilidad para medir la robustez de los resultados ante modelos alternativos; así, se presenta un modelo con depreciación cambiaria en la regla de Taylor, uno con consumidores no ricardianos y un modelo con rigideces salariales a la Calvo. Además, se modifica la naturaleza del choque de riesgo financiero, se evalúa la importancia de la dolarización en los resultados y se estima el modelo base para un período muestral menor (2002-2013). Es importante resaltar que para el análisis de sensibilidad se muestran sólo las descomposiciones de varianza obtenidas.

4.1. Estimación de parámetros

En el Cuadro 6 se observan los valores de la media *a posteriori* obtenida de la estimación bayesiana para los parámetros de interés del modelo, además de su intervalo de significancia correspondiente al 90 por ciento²⁶. Como se observa, el parámetro relacionado a los hábitos de consumo externo de las familias toma el valor de 0,8133, lo que implica un mayor grado de persistencia del consumo respecto a su valor *a priori* (de 0,7). En tanto, el valor estimado de la elasticidad de Frisch es de 1,8735. Por su parte, las elasticidades de sustitución, ε_H y ε_F , toman valores cercanos a sus valores *a priori*, siendo 0,6671 y 0,7458, respectivamente.

El parámetro que rige el grado de intervención cambiaria es de 0,9009 mayor al valor de 0,8 considerado *a priori*, ello implica un mayor activismo del Banco Central en el mercado cambiario respecto a lo que se creía inicialmente. En tanto, el grado de rigidez de los salarios reales es de 0,9393, que es un valor cercano al calibrado en Castillo *et al.* (2009). La elasticidad de la prima cambiaria respecto al nivel de deuda agregada de la economía

²⁶Las Figuras 19, 20 y 21 del Anexo G muestran las distribuciones *a priori* y *a posteriori* obtenidas de la estimación bayesiana del modelo base.

es de 0,0086, que es un valor pequeño, en línea con los estimados de la literatura sobre el tema, mientras que el parámetro ψ_{inv} toma un valor de la media a *posteriori* de 3,6696.

Los parámetros de las cuatro curvas de Phillips presentes en el modelo muestran valores estándar, cercanos a lo observado en la literatura. El grado de rigidez de los precios domésticos denominados en moneda nacional es de 0,7493, lo que indica que estos precios se mantienen rígidos, en promedio, por cuatro trimestres; mientras que su grado de indexación a la inflación pasada es de 0,4345. Para el caso de precios domésticos denominados en moneda extranjera, el valor de la rigidez de precios es de 0,6405, lo que implica que estos precios están rígidos por 2,8 trimestres en promedio, mientras que su grado de indexación es de 0,4777. Respecto al grado de rigidez de precios de los bienes importados, su valor es menor que en el caso de los bienes domésticos, siendo 0,4692, es decir, los precios importados se mantienen rígidos en la economía por 1,9 trimestres en promedio. Su grado de indexación es de 0,4215. Finalmente, la curva de Phillips de bienes exportados contiene un parámetro de rigidez de precios de 0,5469, es decir, se mantienen rígidos por 2,2 trimestres en promedio, en tanto su grado de indexación es de 0,4914.

La respuesta monetaria a variaciones de la inflación, ϕ_{π} , es de 1,2958, mientras que la reacción monetaria a la tasa de crecimiento del PBI es de 0,2456. En tanto, el grado de suavizamiento de la tasa de interés es de 0,7493. Todos estos valores son cercanos a los valores calibrados en Castillo *et al.* (2009) para la regla de Taylor en el caso peruano. Respecto a los valores de la media a *posteriori* que rigen los distintos tipos de dolarización, aquél relacionado a la dolarización de transacciones es de 0,5784, mientras que la dolarización de precios se estima en 0,1791 y el grado de dolarización financiera es de 0,8502. Finalmente, los valores de la media a *posteriori* obtenidos para los parámetros de persistencia de los distintos procesos exógenos, así como las desviaciones estándar estimadas bayesianamente para cada uno de ellos se pueden observar en el Cuadro 6.

Cuadro 6: Valores de la media a posteriori de la estimación del modelo

Símbolo	Posteriori	Inf.	Sup.	Símbolo	Posteriori	Inf.	Sup.
h	0,8133	0,7341	0,8972	ρ_{Δ}	0,8083	0,7622	0,8551
η	1,8735	1,5386	2,1629	ρ_{mup}	0,2967	0,0584	0,5115
ε_H	0,6671	0,5200	0,8205	ρ_{mup}^M	0,5269	0,2013	0,9660
ε_F	0,7458	0,5727	0,9034	ρ_{mup}^X	0,7953	0,4086	0,9918
λ_{pdi}	0,9009	0,8194	0,9905	$\rho_{\sigma\omega}$	0,8290	0,7807	0,8755
λ_{wr}	0,9393	0,9116	0,9680	ρ_{i^*}	0,9114	0,8736	0,9472
ψ^E	0,0086	0,0032	0,0141	ρ_{y^*}	0,4334	0,1492	0,7687
ψ_{inv}	3,6696	3,3244	4,0029	ρ_{π^*}	0,1823	0,0714	0,2884
ϕ_{MN}	0,7493	0,6043	0,8972	$\rho_{p^{com}}$	0,9043	0,8613	0,9501
λ_{MN}	0,4345	0,2696	0,5990	$\rho_{y^{com}}$	0,8249	0,7351	0,9238
ϕ_{ME}	0,6405	0,4416	0,8381	σ_A	0,0081	0,0024	0,0148
λ_{ME}	0,4777	0,3149	0,6285	σ_X	0,0033	0,0022	0,0045
ϕ_M	0,4692	0,2984	0,6463	σ_z	0,0074	0,0062	0,0087
λ_M	0,4215	0,2525	0,5878	σ_G	0,0468	0,0397	0,0543
ϕ_X	0,5469	0,3692	0,7326	σ_{pdi}	0,0265	0,0213	0,0317
λ_X	0,4914	0,3296	0,6550	σ_{ζ}	0,0829	0,0464	0,1175
ϕ_{π}	1,2958	1,0886	1,5043	σ_{Δ}	0,1327	0,1105	0,1562
ϕ_y	0,2456	0,0982	0,3873	σ_{mup}	0,0235	0,0159	0,0318
ϕ_i	0,7493	0,7091	0,8427	σ_{mup}^M	0,0133	0,0024	0,0305
δ^{DT}	0,5784	0,2698	0,8886	σ_{mup}^X	0,0202	0,0027	0,0376
δ^{DP}	0,1791	0,0217	0,3310	$\sigma_{\omega\omega}$	0,1013	0,0849	0,1176
δ^{DF}	0,8502	0,7585	0,9497	σ_{γ^e}	0,0169	0,0132	0,0206
ρ_A	0,5086	0,1801	0,8327	σ_{i^*}	0,0072	0,0053	0,0092
ρ_G	0,9275	0,8774	0,9791	σ_{y^*}	0,0679	0,0528	0,0825
ρ_z	0,0828	0,0136	0,1519	σ_{π^*}	0,0279	0,0237	0,0320
ρ_{pdi}	0,5280	0,3872	0,6745	$\sigma_{p^{com}}$	0,0888	0,0762	0,1013
ρ_{ζ}	0,1554	0,0254	0,2781	$\sigma_{y^{com}}$	0,0290	0,0245	0,0334

Fuente: Simulaciones del modelo base. Elaboración propia.

4.2. Descomposición de varianza

En el Cuadro 7 se presenta la descomposición de varianza incondicional del crecimiento del PBI y de la Inversión. Es importante resaltar que los choques han sido clasificados tal como se señaló en la sección 3.2²⁷. Como se observa en el Cuadro 7, la volatilidad del PBI y de la Inversión fue explicada, principalmente, por choques externos, que contabilizaron alrededor del 64 y 52 por ciento de la varianza de esas variables, respectivamente. Sin embargo, lo resaltante es que el segundo factor en importancia fue el financiero, que contabilizó el 17 y 44 por ciento de la volatilidad del PBI y la Inversión, respectivamente. En términos desagregados, se observaron los siguientes resultados:

- Para el PBI, el factor más importante fue el choque de demanda externa (explicó el 22,6 por ciento), seguido del choque de tasa de interés externa (15,5 por ciento), de inflación externa (14,9 por ciento) y de demanda de materias primas (9,9 por ciento); por el lado de los choques financieros, el más importante fue el de riesgo financiero, que explicó el 9,2 por ciento de su varianza.
- En el caso de la Inversión, el factor más importante fue el choque de tasa de interés externa (explicó el 35,8 por ciento); le siguieron en importancia el choque de eficiencia marginal (24,4 por ciento) y el choque de riesgo financiero (que explica el 15,4 por ciento); otros choques de interés fueron el de inflación externa (12,8 por ciento) y el de riqueza empresarial (4,1 por ciento).

²⁷El lector interesado en observar los resultados desagregados en todos los choques presentes en el modelo, puede ver el Anexo G, Tabla 10.

Cuadro 7: Descomposición de varianza de variables observables del modelo

Variabes	Oferta	Demanda	Externo	Financiero	Error
ΔY_t	6.1	13.2	63.9	16.6	0.2
ΔINV_t	0.8	2.8	52.4	43.9	0.1
ΔC_t	2.1	76.2	20.3	0.7	0.7
π_t	22.9	11.5	64.2	1.1	0.3
i_t	4.4	16.9	75.8	2.8	0.1
RER_t	19.5	2.1	74.8	3.2	0.3
ΔS_t	1.8	6.4	89.7	1.7	0.5
ΔCB_t	18.8	1.5	41.4	37.6	0.7
rp_t	0.7	2.4	41.4	55.5	0.0
ΔN_t	0.8	3.2	57.9	38.0	0.1

Fuente: Simulaciones del modelo base. Elaboración propia.

El Cuadro 7 también muestra la descomposición de varianza de otras variables macroeconómicas de importancia, cuyos principales resultados se describen a continuación:

- En el caso del consumo familiar (C_t^f) su volatilidad fue explicada principalmente por choques de demanda, donde resaltó el rol del choque de preferencias del consumidor (explicó el 68,7 por ciento de su varianza). Muy lejos, en importancia, se ubicaron los choques cambiarios (8,5 por ciento), de política monetaria doméstica (7,3 por ciento) y externa (6,6 por ciento). Ello se explica por la presencia de la dolarización de transacciones en el modelo.
- Las fluctuaciones de la inflación (π_t) fueron explicadas, principalmente, por el choque cambiario (35,3 por ciento), que es un choque externo, y el choque de costos domésticos (20,4 por ciento), que se contabiliza como un choque de oferta. Otros factores de interés fueron los choques de inflación externa (14,2 por ciento) y de tasa de interés externa (13,1 por ciento). Como se observa, los choques externos son los principales determinantes de la volatilidad inflacionaria, lo que se explica porque un porcentaje relativamente alto de los bienes de consumo de la economía son importados -lo que afecta al índice de precios al consumidor- y por la presencia de la dolarización de precios.

- La volatilidad de la tasa de interés (i_t) fue explicada, principalmente, por choques cambiarios (31,5 por ciento) y de tasa de interés externa (26,4 por ciento), además de los propios choques monetarios (11,2 por ciento) y aquellos generados por la inflación externa (14,2 por ciento).

Nótese, además, que las tres variables mencionadas -consumo familiar, inflación y tasa de interés doméstica-, fueron muy poco afectadas por choques financieros (los factores financieros no explican más del 3 por ciento de la volatilidad de estas variables). Por el lado de las variables financieras, los resultados son los siguientes:

- Las fluctuaciones del crédito bancario (CB_t) se explicaron, de forma agregada, por choques externos, seguido de choques financieros. Sin embargo, en términos desagregados, el principal factor fue el choque de riqueza financiera (22,1 por ciento), seguido de los choques de inflación externa (14,4 por ciento), de prima cambiaria (13,6 por ciento), de eficiencia marginal de la inversión (11,7 por ciento) y de tasa de interés externa (10,9 por ciento).
- Por el lado del patrimonio empresarial (N_t), se observa que su variabilidad es explicada, de forma agregada, por factores externos. En términos desagregados, resalta, en mayor medida, el choque de tasa de interés externa (33,8 por ciento), el choque de riesgo financiero (31,5 por ciento) y el de inflación externa (19,3 por ciento).
- En el caso del *spread* bancario (rp_t), sus fluctuaciones se explicaron, principalmente, por el choque de riesgo financiero (49,1 por ciento), aunque también cobraron importancia los choques de tasa de interés externa (22,1 por ciento) y de inflación externa (14,7 por ciento). Ello se explica por el grado de dolarización financiera de la economía.

En síntesis, se puede argumentar la importancia del sector externo para explicar la variabilidad de las “cantidades” financieras. En tanto, la volatilidad de los “precios” financieros se explica, principalmente, por factores financieros.

4.3. Descomposición histórica

En la Figura 8 se presenta la descomposición histórica del crecimiento del PBI y de la Inversión, respectivamente, entre los años 1998-2013. Estos gráficos tienen como fin analizar la contribución de los distintos factores incorporados en el modelo en cada período

temporal (trimestre), especialmente durante los episodios recesivos de la economía peruana. Los choques siguen el mismo criterio de clasificación en cuatro tipos: oferta, demanda, externo y financiero; sin embargo, para el lector interesado en observar los choques desagregados por componentes externos y financieros puede dirigirse a las Figuras 22, 23, 24, 25 y 26 del Anexo G para el caso del PBI, de la Inversión, del Crédito Bancario, del *Spread* financiero y del Patrimonio Empresarial, respectivamente. Se identificaron tres episodios recesivos²⁸ que son identificados mediante áreas grises en los gráficos correspondientes, estos son:

1. Del 4T1998 al 2T1999: por efecto del Fenómeno El Niño y la crisis externa rusa y brasileña.
2. Del 2T2000 al 1T2001: debido a la crisis política y social del país.
3. Del 4T2008 al 2T2009: por efecto de la crisis financiera internacional.

Para el PBI se observa que en los tres casos recesivos identificados, todos ellos se explican, principalmente, por factores externos. El primer episodio recesivo se explica por una caída de la demanda externa; el segundo episodio por una combinación entre la menor demanda externa y una mayor tasa de interés internacional y el tercer episodio es una suma de factores externos negativos: menor precio de *commodities*, un mayor costo del financiamiento externo, un tipo de cambio real apreciándose y una menor demanda externa. En relación a los factores financieros, jugaron un rol menor en la dinámica del primer episodio recesivo. Sólo en el 2T1999, el choque de riesgo contribuye negativamente al crecimiento del PBI. Para el caso del segundo y tercer episodio recesivo identificado, los factores financieros contribuyeron, por lo general, positivamente al PBI. Se resalta el caso de la crisis financiera internacional: durante los dos primeros trimestres recesivos (4T2008 y 1T2009), los factores financieros contribuyeron positivamente a la dinámica del PBI, lo que implica que el canal principal a través del cual operó negativamente la crisis financiera sobre la economía doméstica fue el comercial. Sin embargo, el canal financiero también actuó aunque de forma rezagada. Así, hacia el 2T2009, se observó un efecto negativo del choque de riesgo sobre el PBI, debido al incremento del costo del

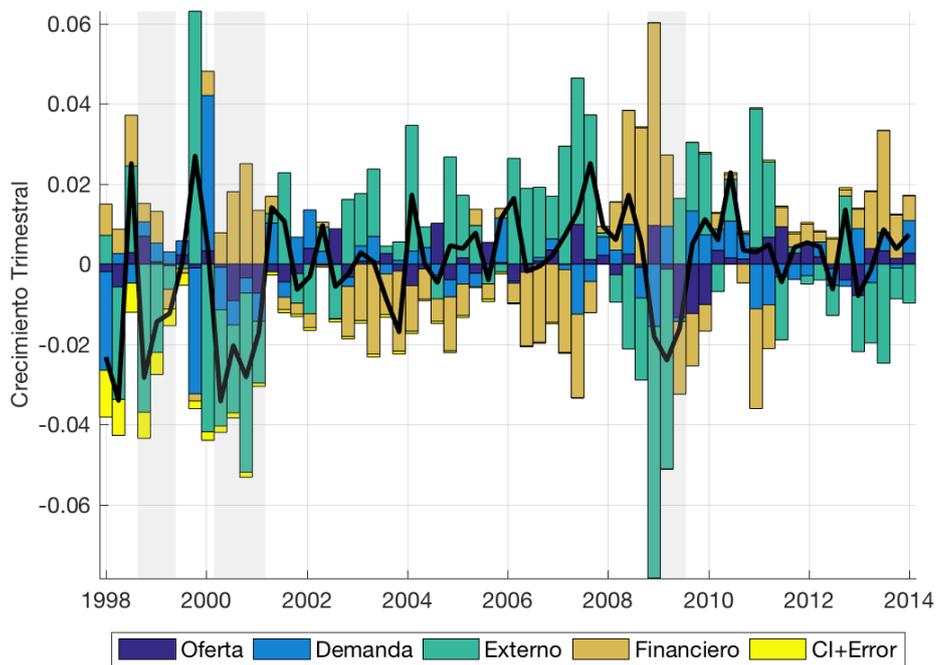
²⁸Se siguió el criterio simple de identificación de recesiones como aquél período con más de dos trimestres consecutivos de caída del PBI.

financiamiento bancario.

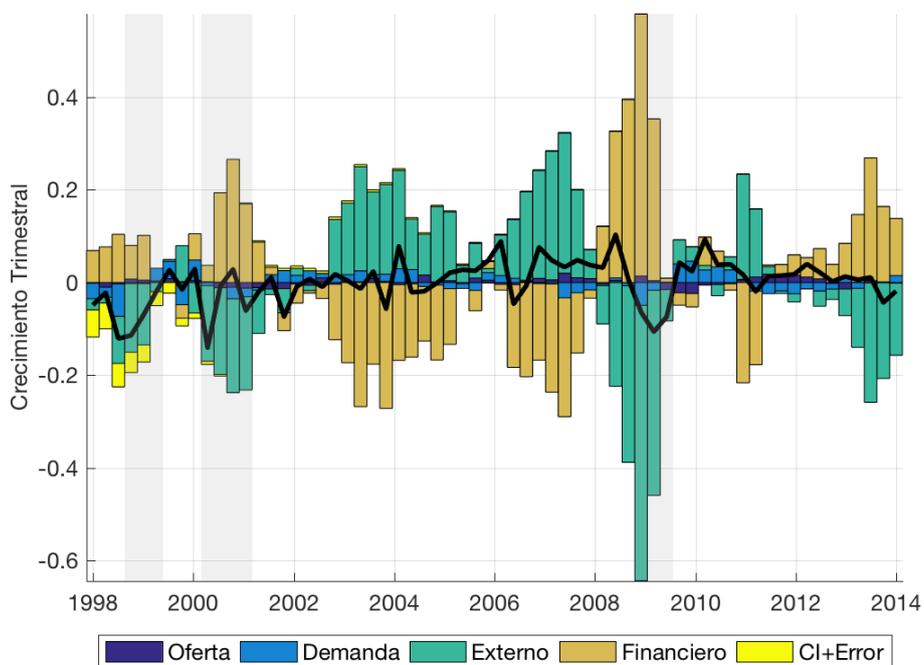
El mismo patrón se encuentra en la Inversión, cuya caída observada en los tres episodios recesivos se explicó básicamente por factores externos, sirviendo de contrapeso los choques financieros positivos. En este caso, el factor externo relevante es la tasa de interés internacional, lo que implica que hubo un incremento del costo de financiamiento externo que redujo la dinámica de la inversión en el país. Sin embargo, durante la crisis financiera internacional, se añadieron como factores explicativos de la caída de la inversión privada un efecto inflacionario externo y la caída en el precio de los *commodities*. Por el lado de los factores financieros, por lo general contribuyeron positivamente al crecimiento de la inversión privada en los tres episodios de crisis identificados. En otras palabras, no se generaron períodos de incremento de la probabilidad de impago (choque de riesgo), ni de ineficiencias en el financiamiento de los bienes de inversión (choque de eficiencia marginal a la inversión); aunque sí se identificaron contribuciones negativas, pero pequeñas, del choque de riqueza financiera.

Finalmente, en la Figura 9 se presentan ejercicios de descomposición histórica para otras variables de interés, como son la inflación, la depreciación cambiaria nominal, la tasa de interés interbancaria, el crédito bancario, el *spread* bancario y el patrimonio empresarial, en ese orden. Los detalles gráficos muestran que para el caso de la inflación (panel *a*), los factores de oferta fueron los más importantes en explicar su evolución, aunque en los períodos de crisis resaltaron los choques de demanda y externos. Por el lado de la depreciación cambiaria (panel *b*), es claro que los factores externos fueron la principal fuente de explicación, tendiendo a generar presiones depreciatorias durante las crisis registradas. La tasa de interés interbancaria (panel *c*) ha respondido, principalmente, a factores financieros y de demanda (doméstica y externa) durante la reciente crisis financiera internacional. En el caso de las variables financieras, se destacó lo ya analizado en la sección 4.2: el crédito bancario (panel *d*) y el patrimonio empresarial (panel *f*) se explican, principalmente, por contribuciones de choques externos; en tanto, el diferencial de tasas bancario (panel *e*) tiende a ser el resultado del choque de dos grandes fuerzas: los factores financieros y externos.

Figura 8: Descomposición histórica, período 1998-2013



(a) ΔY_t

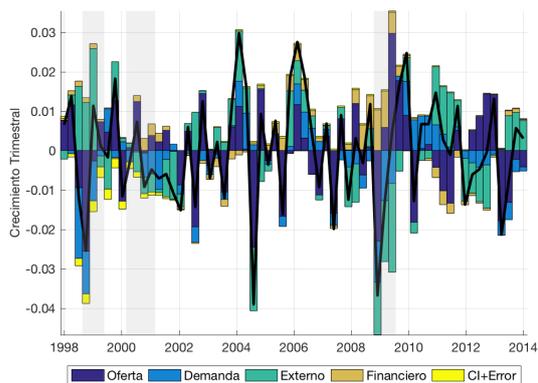


(b) ΔINV_t

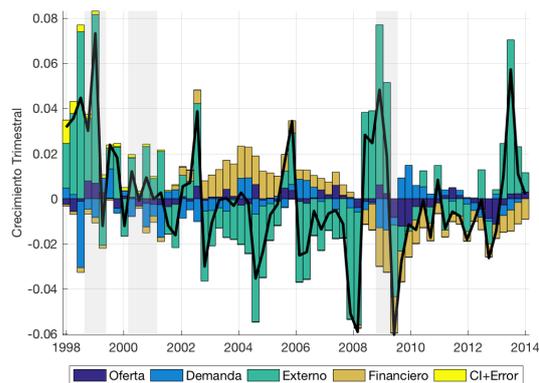
CI: Condiciones iniciales, Error: Error de medida.

Fuente: Simulación del modelo base. Elaboración propia.

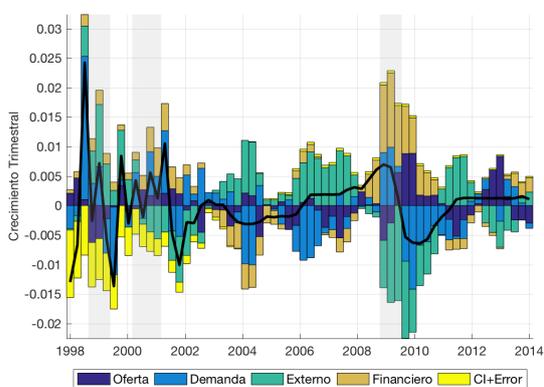
Figura 9: Descomposición histórica, otras variables, período 1998-2013



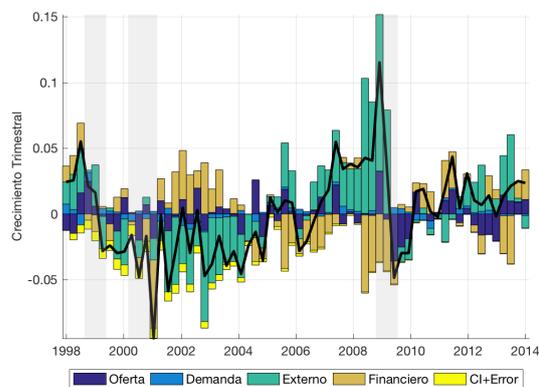
(a) π_t



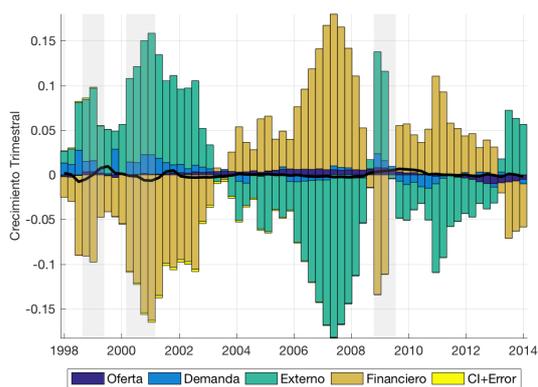
(b) ΔS_t



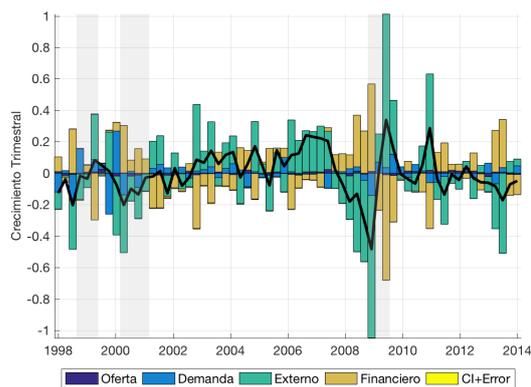
(c) i_t



(d) ΔCB_t



(e) rp_t



(f) ΔN_t

CI: Condiciones iniciales, Error: Error de medida.

Fuente: Simulación del modelo base. Elaboración propia.

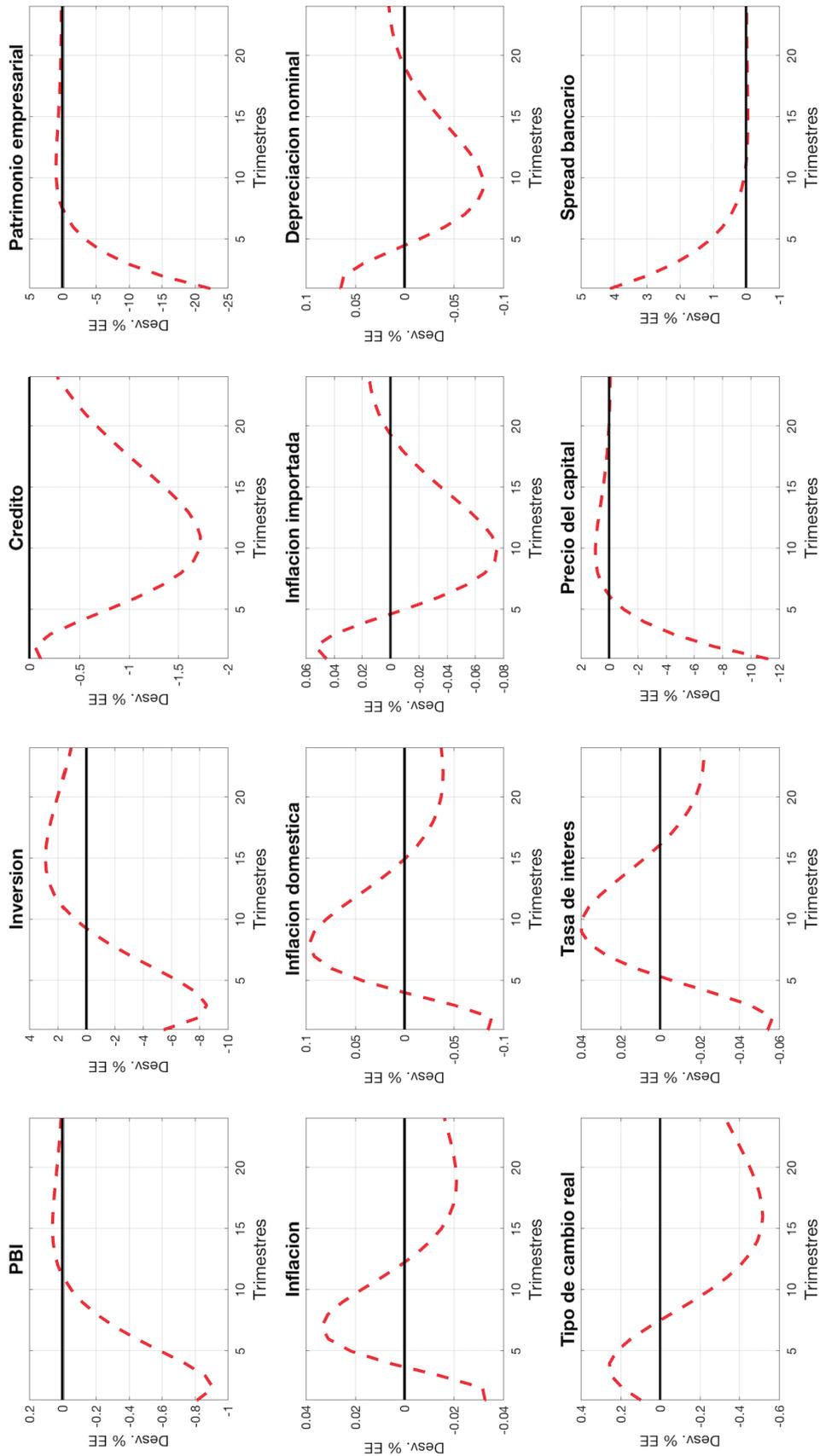
4.4. Funciones Impulso-Respuesta

4.4.1. Choque de riesgo financiero

El mecanismo de propagación de este choque está graficado en la Figura 10. Su efecto inmediato es el de incrementar la percepción de *default* en la economía. Es decir, aumenta la probabilidad de impago del crédito por parte del empresario, lo que incrementa el costo del mismo y reduce la oferta de crédito. Con ello, los empresarios financian (compran) menos a las empresas de bienes de capital, por lo que la demanda por capital disminuye, reduciendo con ello su precio. La disminución del flujo de financiamiento hacia los proyectos de inversión en la economía, hace que la inversión privada caiga. La caída de los activos empresariales, provoca una disminución del patrimonio empresarial en equilibrio, generando un aumento del ratio de apalancamiento empresarial que produce un efecto amplificador del choque inicial sobre el *spread* bancario, haciendo más pronunciada la caída de la inversión. La menor dinámica económica genera una caída del PBI y de los costos marginales que redunda en una menor inflación. Por tanto, la respuesta de política monetaria es una reducción de la tasa de interés de referencia como medida reactivadora. La política monetaria expansiva por parte del banco central genera un incremento del tipo de cambio del período actual, generando una depreciación cambiaria tanto nominal como real, aunque menor a la esperada debido a las intervenciones del banco central en el mercado cambiario. La inflación importada es afectada de forma significativa por los vaivenes cambiarios, por lo que se incrementa. Sin embargo, en términos netos, la inflación total -que es a la que reacciona el Banco Central- disminuye. El mecanismo de transmisión se observa gráficamente en el siguiente diagrama.

$$\uparrow \sigma_{\omega} \Rightarrow \uparrow rp \Rightarrow \downarrow CB \Rightarrow \downarrow K \Rightarrow \begin{cases} \downarrow INV \Rightarrow \downarrow Y \Rightarrow \downarrow \pi \Rightarrow \downarrow i \Rightarrow \uparrow \Delta S \\ \downarrow q \Rightarrow \downarrow N \end{cases}$$

Figura 10: Función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de riesgo financiero



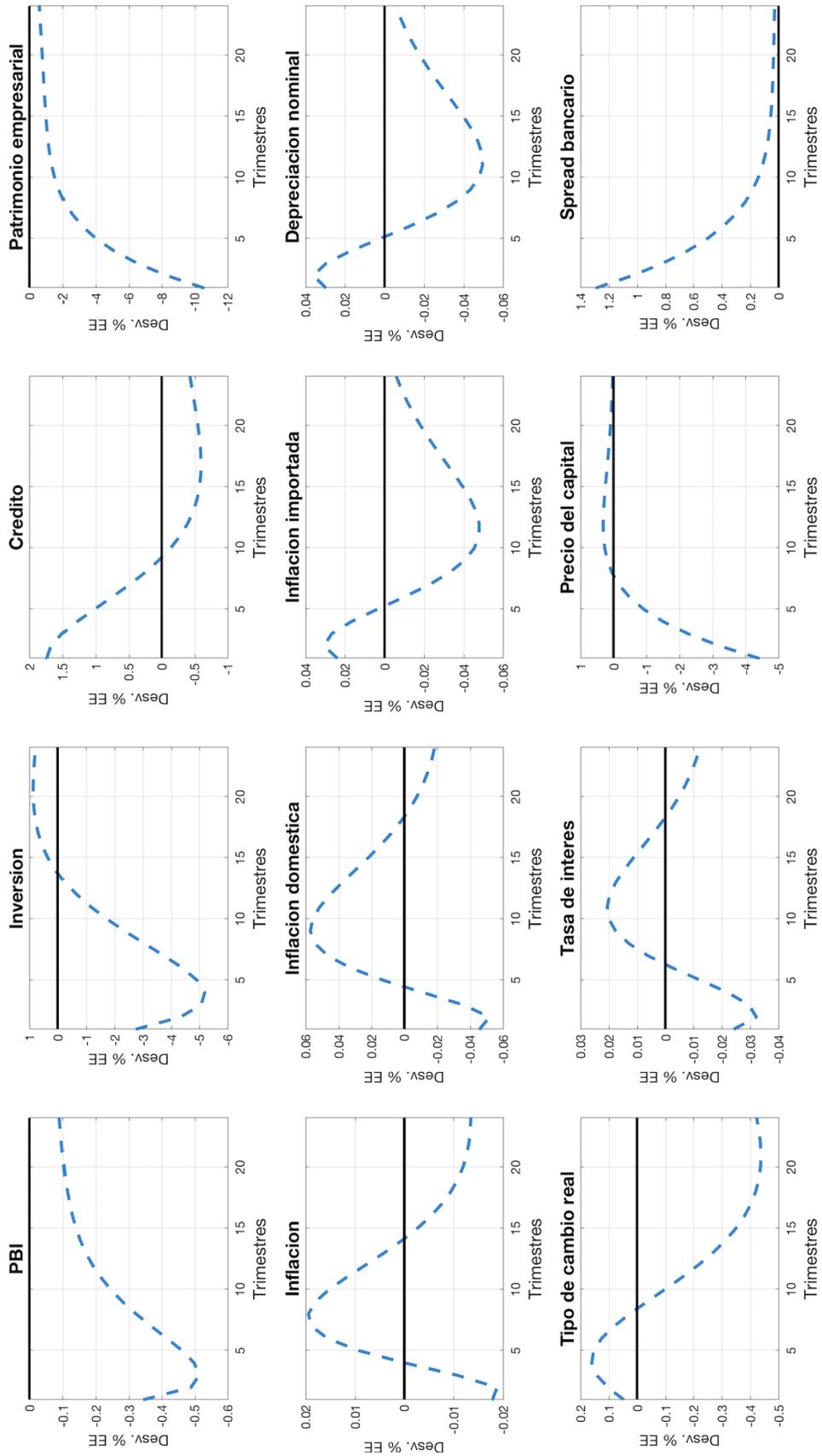
Fuente: Simulaciones del modelo base. Elaboración propia.

4.4.2. Choque de riqueza financiera

Las funciones Impulso-Respuesta ante este choque se observan en la Figura 11. Un choque de este tipo disminuye la riqueza o patrimonio empresarial (puede pensarse en una caída repentina en el índice de la Bolsa de Valores, por ejemplo) lo que genera presiones sobre la hoja de balance empresarial. Como el patrimonio empresarial cae, los empresarios se ven forzados a financiarse mediante crédito bancario, de lo contrario los proyectos de inversión no podrían seguir adelante. Sin embargo, la menor riqueza empresarial implica *-ceteris paribus-* un ratio de apalancamiento mayor que genera un incremento del costo del crédito bancario. Por tanto, la mayor demanda por créditos, así como la menor fortaleza financiera de las empresas, obliga a los bancos a incrementar el *spread* de tasas de interés. En equilibrio general, el aumento del crédito no es lo suficientemente fuerte como para financiar toda la producción de bienes de capital, por lo que la demanda por capital disminuye, el precio del capital también y la inversión cae provocando una contracción económica que es acompañada por una caída de la inflación. El menor valor de los activos no hace más que exacerbar el efecto inicial del choque sobre el patrimonio empresarial. En tanto, la autoridad monetaria responde reduciendo su tasa de interés con el fin de incentivar una recuperación de la demanda agregada. Como en el choque anterior, ello provoca una depreciación cambiaria nominal y real que incrementa la inflación importada; sin embargo, en el neto, la inflación total cae. La característica resaltante en este choque es que genera una correlación negativa entre el crédito y el PBI. El diagrama del mecanismo de transmisión de este choque se muestra a continuación.

$$\downarrow N \Rightarrow \uparrow CB \Rightarrow \uparrow rp \Rightarrow \downarrow K \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \downarrow INV \Rightarrow \downarrow Y \Rightarrow \downarrow \pi \Rightarrow \downarrow i \Rightarrow \uparrow \Delta S \\ \downarrow q \Rightarrow \downarrow N \end{array} \right.$$

Figura 11: Función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de riqueza financiera



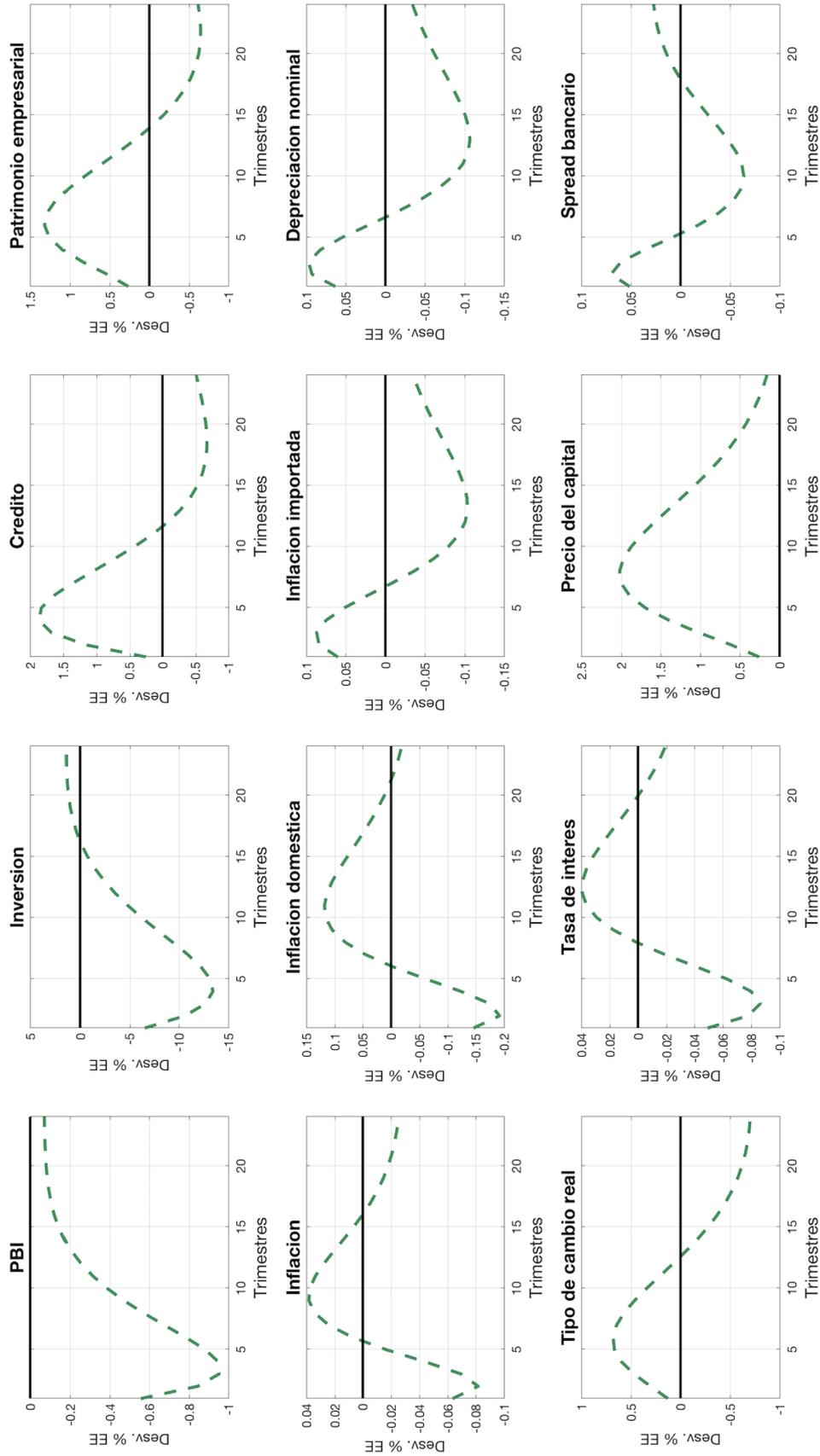
Fuente: Simulaciones del modelo base. Elaboración propia.

4.4.3. Choque de eficiencia marginal de la inversión

Un choque de este tipo implica una dificultad en la producción de bienes de capital, por lo que se interpreta como un *shock* de oferta negativo en el mercado del capital. Las funciones Impulso-Respuesta se observan en la Figura 12. Así, se observa que el efecto inicial de esta perturbación es la disminución del capital -y por tanto, de la inversión- y un aumento en el precio del mismo. En este caso, la elasticidad-precio de la demanda de capital juega un rol importante para entender si este choque incrementa o disminuye el valor de los activos empresariales ($Q_t K_t$). Para identificar su dinámica observamos el comportamiento del crédito y del patrimonio empresarial. En el gráfico, se observa que ambas variables se incrementan ante un choque de este tipo, lo que implica que el valor de los activos empresariales aumentó. Debido a los efectos del acelerador financiero, el incremento del patrimonio empresarial es menor al de los activos empresariales, por lo que se demanda más crédito bancario para cumplir con la hoja de balance empresarial y, además, el ratio de apalancamiento se incrementa, provocando un aumento del *spread* bancario. Se debe tener en cuenta que, en este contexto, la mayor demanda de crédito no logra financiar totalmente los proyectos de inversión de la economía, por lo que la inversión privada cae. Con ello, disminuye el PBI y los costos marginales, disminuyendo la inflación. La autoridad monetaria responde reduciendo su tasa de interés, lo que implica una depreciación cambiaria -nominal y real- que alimenta la inflación importada, aunque es atenuada por la intervención cambiaria. Asimismo, un choque de eficiencia marginal de la inversión genera una correlación negativa entre el PBI y el crédito bancario. Sin embargo, al ser un choque de oferta de capital, el precio del mismo aumenta, a diferencia de lo sucedido en el caso del choque de riqueza financiera. El diagrama con el mecanismo de transmisión del modelo se muestra a continuación.

$$\Downarrow K \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \Downarrow INV \Rightarrow \Downarrow Y \Rightarrow \Downarrow \pi \Rightarrow \Downarrow i \Rightarrow \Uparrow \Delta S \\ \Downarrow q \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \Uparrow CB \\ \Uparrow N \end{array} \right\} \Rightarrow \Uparrow rp \Rightarrow \Downarrow INV \end{array} \right.$$

Figura 12: Función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de eficiencia marginal de la inversión

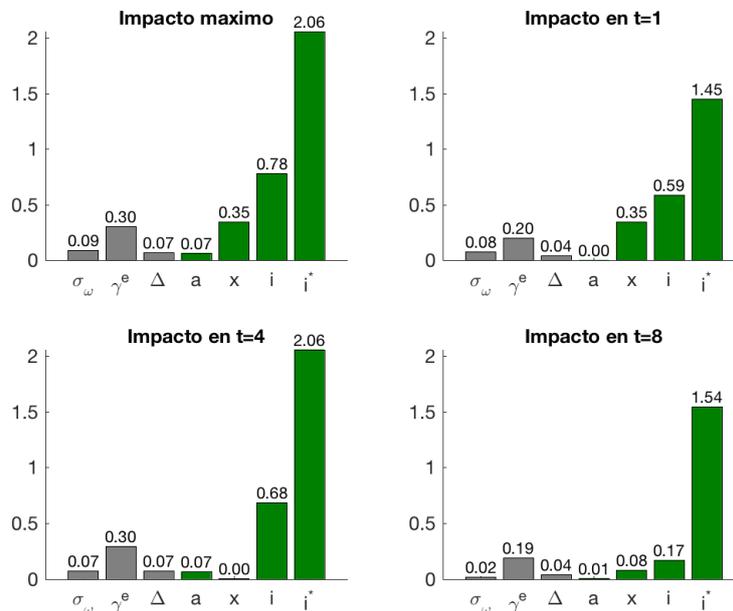


Fuente: Simulaciones del modelo base. Elaboración propia.

4.5. Naturaleza de los choques financieros y comparación con otros choques macroeconómicos

En esta sección se analizaron las características cuantitativas de los choques financieros sobre el PBI y la Inversión y su relación con otros choques macroeconómicos. Para analizar la naturaleza de los choques financieros se hizo uso de la Función Impulso-Respuesta Relativa (FIRR), que no es más que la división entre la serie Impulso-Respuesta (vista en la sección 4.4) y la desviación estándar del choque correspondiente. Con la FIRR se obtuvo una respuesta de la variable de interés ante un incremento del 1 por ciento del choque correspondiente. Si esta respuesta es mayor a uno, entonces los choques financieros reducen el PBI y la Inversión más que proporcionalmente a la magnitud del mismo. En las Figuras 13 y 14, se grafican la FIRR para el caso del PBI y de la Inversión, respectivamente, en cuatro horizontes temporales: a) el valor máximo que toma en los 24 períodos considerados para el análisis, b) el impacto inicial ($t = 1$), c) luego de un año ($t = 4$) y luego de dos años ($t = 8$).

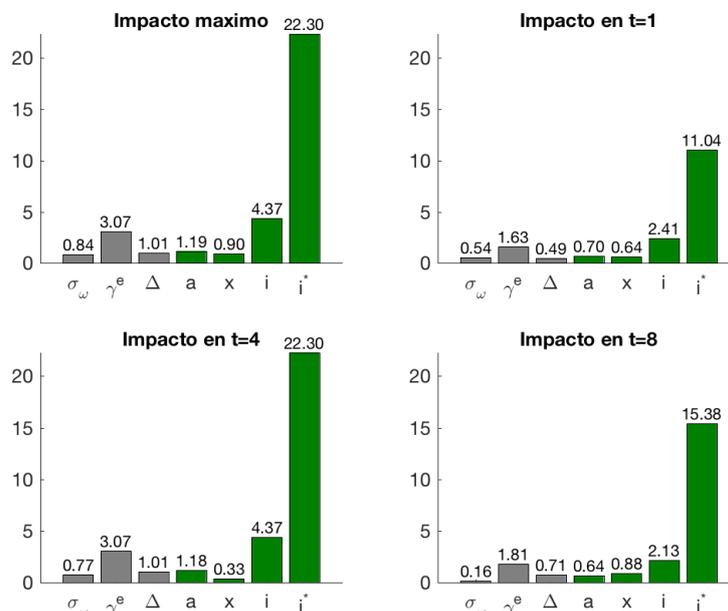
Figura 13: Función Impulso-Respuesta Relativa del PBI (1 por ciento) para una serie de choques macroeconómicos y financieros



σ_ω : riesgo financiero; γ^e : riqueza empresarial; Δ : eficiencia marginal de la inversión; a : productividad transitoria; x : productividad permanente; i : política monetaria doméstica; i^* : política monetaria externa.

Fuente: Simulaciones del modelo base. Elaboración propia.

Figura 14: Función Impulso-Respuesta Relativa de la Inversión (1 por ciento) para una serie de choques macroeconómicos y financieros



σ_ω : riesgo financiero; γ^e : riqueza empresarial; Δ : eficiencia marginal de la inversión; a : productividad transitoria; x : productividad permanente; i : política monetaria doméstica; i^* : política monetaria externa.

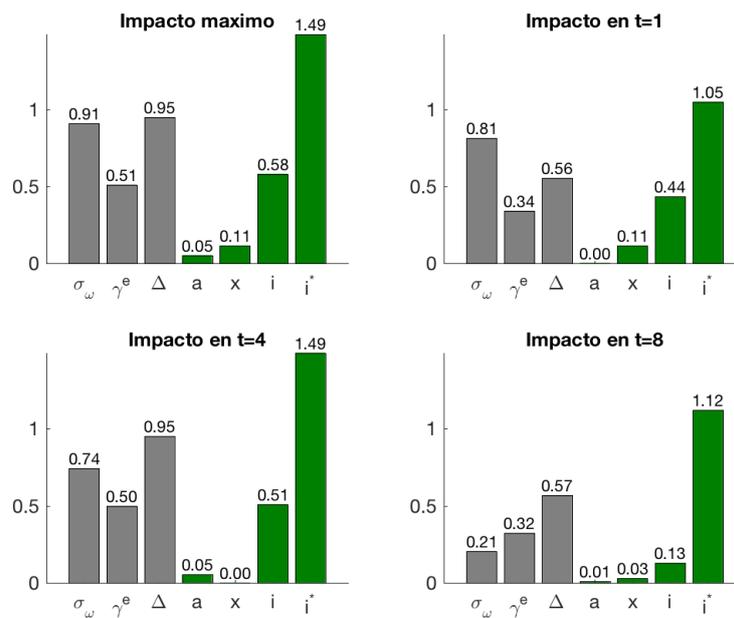
Fuente: Simulaciones del modelo base. Elaboración propia.

Para el caso del PBI (véase la Figura 13), se observó que los choques financieros (de color gris) tuvieron un impacto menor a la magnitud inicial del mismo. Así, un incremento de 1 por ciento de riesgo financiero generó un impacto máximo en el PBI de 0,09 por ciento respecto a su nivel de tendencia durante el primer año de sucedido el choque; para el caso de la riqueza empresarial, una reducción de 1 por ciento en el ratio de sobrevivencia empresarial disminuyó el PBI hasta en 0,3 por ciento respecto a su estado estacionario, lo que sucede después de un año de sucedido el choque; mientras que un choque de 1 por ciento en la eficiencia marginal de la inversión impactó en el PBI haciéndole caer un máximo de 0,07 por ciento respecto a su tendencia, después de un año de sucedido el choque. En cambio, en la Inversión (véase la Figura 14), sí existe un efecto más que proporcional a la magnitud propia de los choques financieros, principalmente de riqueza empresarial y de eficiencia marginal de la inversión. Así, un choque de 1 por ciento en la riqueza de los empresarios redujo la Inversión en un máximo de 3,07 por ciento respecto a su estado estacionario, cerca del primer año de generado el choque; mientras que una caída en la eficiencia productiva de los productores de bienes de capital redujo la Inversión en 1,01

por ciento respecto a su tendencia, un año después de que el choque sucedió. En cambio, un incremento del riesgo financiero en 1 por ciento redujo la Inversión en un máximo de 0,84 por ciento en relación a su Estado Estacionario, durante el primer año de generado el choque.

Para la comparación de los choques financieros con otros choques macroeconómicos, se utilizó la Función Impulso-Respuesta tradicional (FIR). En las Figuras 15 y 16 se muestra la respuesta máxima del PBI y de la Inversión ante una desviación estándar del choque de interés, además de mostrar su impacto inicial ($t = 1$), después de un año ($t = 4$) y después de dos años ($t = 8$).

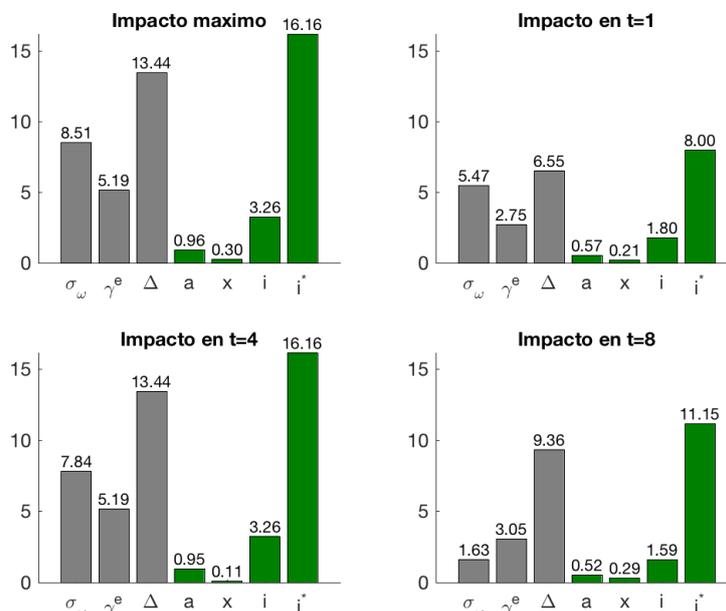
Figura 15: Función Impulso-Respuesta del PBI (1 D. E.) para una serie de choques macroeconómicos y financieros



σ_ω : riesgo financiero; γ^e : riqueza empresarial; Δ : eficiencia marginal de la inversión; a : productividad transitoria; x : productividad permanente; i : política monetaria doméstica; i^* : política monetaria externa.

Fuente: Simulaciones del modelo base. Elaboración propia.

Figura 16: Función Impulso-Respuesta de la inversión (1 D. E.) para una serie de choques macroeconómicos y financieros.



σ_ω : riesgo financiero; γ^e : riqueza empresarial; Δ : eficiencia marginal de la inversión; a : productividad transitoria; x : productividad permanente; i : política monetaria doméstica; i^* : política monetaria externa.

Fuente: Simulaciones del modelo base. Elaboración propia.

Para el caso del PBI (Figura 15), los resultados mostraron que el choque de mayor impacto fue el de la tasa de interés externa. Ello se explica por la característica de economía parcialmente dolarizada del Perú, de tal forma que variaciones en el costo de endeudamiento externo generaron fuertes repercusiones en la dinámica del PBI. El impacto máximo de choques en i^* sobre el PBI se dió después de un año. Asimismo, los choques financieros fueron los segundos en importancia respecto a su influencia en el PBI, principalmente el choque de eficiencia marginal de la inversión y el de riesgo financiero. Un choque de una desviación estándar de riesgo financiero generó una caída máxima de 0,91 por ciento del PBI respecto a su tendencia durante el primer año; y un choque de eficiencia marginal de la inversión generó una caída de 0,95 por ciento en el PBI respecto a su nivel de estado estacionario. El choque de riqueza financiera tuvo un impacto similar al choque de tasa de interés doméstica sobre el PBI. Finalmente, los efectos de los choques de oferta (productividad temporal y permanente) fueron mucho menores a los de los otros choques mencionados.

Para el caso de la Inversión (Figura 16), el choque de tasa de interés externa fue el que mayor efecto macroeconómico tuvo sobre esta variable. De esta manera, un choque de una desviación estándar de i^* redujo la Inversión en 16,16 por ciento respecto a su nivel de tendencia o estado estacionario, alrededor de un año después de producido el choque. Sin embargo, los choques financieros fueron los que siguieron en importancia. Así, un choque de eficiencia marginal de la inversión redujo esta variable en 13,44 por ciento alrededor de un año después; mientras que el choque de riesgo financiero produjo una caída de la Inversión de 8,51 por ciento respecto a su nivel de tendencia entre el primer y segundo año de generado el choque. Finalmente, un choque de una desviación estándar de riqueza financiera generó un impacto máximo en la Inversión de 5,19 por ciento, un año después de producido el *shock*. Tanto los choques de productividad (temporal o permanente), así como el choque de política monetaria tuvieron efectos mucho menores a los del costo del financiamiento externo y de los choques financieros.

4.6. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en las secciones 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5 nos permiten entender la forma en la que los choques financieros afectan a una economía pequeña y abierta como la peruana. En esta sección se confrontó la evidencia obtenida en esta investigación con los resultados provistos por la literatura sobre el tema.

Los resultados de la descomposición de varianza incondicional mostraron que los choques externos, como son el choque de demanda externa, de inflación externa, de tasa de interés externa, de tipo de cambio, de demanda de materias primas y de precio de *commodities*, fueron los principales determinantes del desempeño de las variables analizadas. Este resultado concuerda con lo encontrado por Castillo & Salas (2010), Ministerio de Economía y Finanzas (2011), Winkelried (2013) y Mendoza & Collantes (2017) en relación a la importancia de los factores externos en la explicación de las fluctuaciones de la economía peruana. Además, el ejercicio de descomposición histórica respaldó este resultado, observándose que los factores externos explicaron en gran medida la dinámica del PBI y de la Inversión durante los tres episodios recesivos identificados en la data.

Sin embargo, es importante recalcar que los factores financieros fueron los segundos en

importancia para explicar la volatilidad de las variables de interés. En ese sentido, por el lado del PBI destacó el choque asociado a una mayor probabilidad de impago crediticio, mientras que por el lado de la Inversión se subrayó la importancia de las ineficiencias en el uso de los recursos financieros empresariales, mientras que el choque asociado a contextos de alto grado de apalancamiento empresarial fue poco significativo para explicar las fluctuaciones de ambas variables. Por otro lado, y a diferencia de los artículos referenciados, se destaca que la metodología utilizada permitió identificar y cuantificar cada choque financiero. Ello difiere de otras técnicas econométricas, como la de Vectores Autorregresivos, donde la descomposición de choques se obtiene, por lo general, de forma agregada.

En relación a la correlación entre el crédito bancario y el PBI, las funciones Impulso-Respuesta mostraron una correlación positiva entre ambas variables bajo un choque de riesgo financiero y una correlación negativa entre ambas bajo un choque de riqueza empresarial y de eficiencia marginal de la inversión. Estos resultados son similares a lo encontrado en Christiano *et al.* (2010) y se explican por el origen y la transmisión de cada uno de los choques planteados. Así, un choque de riesgo financiero se inicia en el mercado de crédito e implica una reducción de la oferta crediticia que limita los proyectos de inversión privada, reduciendo con ello el PBI; en tanto, un choque de riqueza empresarial aumenta directamente el ratio de apalancamiento empresarial, aumentando el costo del financiamiento externo y reduciendo los proyectos de inversión y el PBI, aunque tiene como contraparte una mayor demanda de crédito bancario a un costo mucho mayor; finalmente, el choque de eficiencia marginal de la inversión se origina en el mercado del capital, reduciendo la oferta de bienes de capital, dadas las ineficiencias productivas, y con ello la inversión y el PBI, aunque las empresas requieran cada vez más del financiamiento bancario.

Las funciones Impulso-Respuesta también permitieron visualizar que los choques financieros golpean en mayor magnitud a la Inversión que al PBI. En el caso del riesgo financiero su impacto sobre la Inversión fue nueve veces mayor que en el PBI; en el choque de riqueza empresarial su efecto fue diez veces mayor en la Inversión respecto al PBI; y para la eficiencia marginal de la inversión, se observó un impacto catorce veces mayor en la

Inversión respecto al PBI. Estos resultados siguen lo encontrado en Bloom *et al.* (2007), Bloom (2009) y Carrière-Swallow & Céspedes (2013). Aquí también tuvo importancia el mecanismo de transmisión del choque para explicar este resultado, dado que los tres factores financieros afectaron directamente el flujo de financiamiento bancario hacia los proyectos de inversión: el choque de riesgo financiero redujo la oferta crediticia ante el incremento del riesgo de impago, el choque de riqueza empresarial aumentó el ratio de apalancamiento empresarial generando un incremento en el costo del crédito a través del mecanismo del acelerador financiero; mientras que el choque de eficiencia marginal de la inversión redujo la producción de bienes de capital debido a la ineficiencia del sector productivo, incrementándose el ratio de apalancamiento empresarial y el costo del crédito.

Finalmente, los resultados mostraron que los choques financieros fueron cuantitativamente más importantes que choques de demanda u oferta, pero menores en importancia que choques externos. Este resultado se puede explicar bajo dos dimensiones: (i) la preponderancia de los choques financieros sobre aquellos de demanda u oferta se explica por la presencia del mecanismo de acelerador financiero que, de acuerdo a Bernanke *et al.* (1999), tiende a amplificar el efecto de los choques de este tipo; y (ii) la mayor importancia de los choques externos sobre los financieros se debe a que la economía modelada es parcialmente dolarizada. Respecto al mecanismo del acelerador financiero, su importancia radicó en su capacidad de amplificar el efecto inicial de las perturbaciones: un choque financiero incrementa el costo del financiamiento bancario, lo que reduce el crédito y provoca una contracción en el patrimonio empresarial; ello lleva a un aumento del ratio de apalancamiento empresarial que incrementa, más aún, el costo del crédito bancario, generándose un círculo vicioso perjudicial para la economía. Al afectar directamente al sector financiero, los choques de riesgo financiero, de riqueza empresarial y de eficiencia marginal de la inversión tienen efectos más significativos que choques de demanda y de oferta al momento del impacto.

4.7. Análisis de sensibilidad

El modelo base se modificó para evaluar la robustez de los resultados iniciales. Para ello, se obtuvo la descomposición de varianza de las variables de interés en una serie de modelos modificados que se describen a continuación.

- a) **Respuesta cambiaria en la regla de Taylor:** se modifica la ecuación 80 tal que ahora se tiene:

$$\left(\frac{1+i_t}{1+i}\right) = \left(\frac{1+i_{t-1}}{1+i}\right)^{\phi_i} \left[\left(\frac{\pi_t}{\pi}\right)^{\phi_\pi} \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}}\right)^{\phi_y} \left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right)^{\phi_s} \right]^{(1-\phi_i)} Z_t. \quad (99)$$

Se asumió que $\phi_s > 0$, por lo que el banco central responde a las fluctuaciones cambiarias a través del uso de su instrumento de política. Una regla de Taylor con respuesta al tipo de cambio es uno de los hechos estilizados que Vegh (2014) analiza cuando evalúa la política monetaria en economías emergentes y está presente en los modelos de equilibrio general aplicados al Perú, como en Castillo *et al.* (2006) y Castillo *et al.* (2009).

- b) **Curva de Phillips de salarios:** se modificó la ecuación 15, eliminando el modelamiento para capturar rigideces salariales *a la* Blanchard & Galí (2007). Siguiendo a García-Cicco *et al.* (2014), se asumió 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:

$$L_t \equiv \left[\int_0^1 (L_t(j))^{\frac{\varepsilon_L-1}{\varepsilon_L}} dj \right]^{\frac{\varepsilon_L}{\varepsilon_L-1}}, \quad (100)$$

siendo ε_L la elasticidad de sustitución del trabajo. Luego, para obtener la demanda por trabajo que provee el hogar j -ésimo, se minimizó el costo de la mano de obra, dado los salarios reales diferenciados por hogar, resultando:

$$L_t(j) = \left[\frac{W_t(j)}{W_t} \right]^{-\varepsilon_L} L_t, \quad (101)$$

donde $W_t(j)$ es el salario establecido por el hogar j -ésimo y W_t es un índice de salario agregado definido de esta forma:

$$W_t = \left[\int_0^1 (W_t(j))^{1-\varepsilon_L} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_L}}. \quad (102)$$

Se supuso que una fracción $(1 - \phi_L)$ de hogares podía elegir el nivel óptimo de salario nominal. Los hogares que no reoptimizan siguieron la siguiente regla:

$$\frac{W_t(j)}{W_{t-1}(j)} = (\pi_{t-1})^{\lambda_L}. \quad (103)$$

Es decir, aquellos trabajadores que no lograron optimizar su nivel salarial, lo modificaron en función de la inflación pasada. Así, $\lambda_L \in [0, 1)$ es el grado de indexación salarial. Frente a este esquema, la oferta laboral del hogar se determinó mediante la maximización del valor presente de sus beneficios:

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\phi_L)^k \Lambda_{t+k} \left[\frac{W_t^o(j)}{P_{t+k}} \left(\frac{P_{t+k}}{P_{t-1}} \right)^{\lambda_L} - MRS_{t+k} \right] L_{t+k|t}(j) \right\}, \quad (104)$$

donde $\Lambda_{t+k} = \beta^k \frac{U_{C,t+k}}{U_{C,t}}$ y $MRS_{t+k} = L_{t+k}^\eta (C_{t+k} - hC_{t+k-1})$. Además, $L_{t+k|t}(j)$ es la demanda de mano de obra al hogar j en el período $t+k$ condicionado a que el salario ha sido fijado en el período t , lo cual está dado por:

$$L_{t+k|t}(j) = \left[\frac{W_t^o(j)}{P_{t+k}} \left(\frac{P_{t+k}}{P_{t-1}} \right)^{\lambda_L} \right]^{-\varepsilon_L} L_{t+k}. \quad (105)$$

Luego, cada hogar elige $W_t^o(j)$ para maximizar la ecuación 104. La condición de primer orden de este problema es:

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\phi_L)^k \Lambda_{t+k} \left[\frac{W_t^o(j)}{P_t} \Upsilon_{t,t+k}^L - \frac{\varepsilon_L}{\varepsilon_L - 1} MRS_{t+k} \right] (\Upsilon_{t,t+k}^L)^{-\varepsilon_L} L_{t+k} \right\} = 0, \quad (106)$$

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 106 se llega a una Curva de Phillips que determina los salarios en esta economía.

- c) **Consumidores no ricardianos:** se incorporaron consumidores que no tienen acceso a instrumentos financieros (no pueden suavizar su consumo en el tiempo). Esto implicó convertir el modelo en uno de consumidores heterogéneos. Para ello, se asumió que existía una porción $1 - \lambda_C$ de consumidores optimizadores o ricardianos, denotados por el superíndice o , que se guiaron por las condiciones de primer orden establecidas en las ecuaciones 13, 14, 15, 16 y 17. En tanto, los consumidores no ricardianos maximizaron la siguiente función de utilidad:

$$U_t^{nr} = E_t \left[\sum_{k=0}^{\infty} \beta^{t+k} \left(\ln \left\{ \left[b (Con_{t+k}^{nr})^{\frac{w-1}{w}} + (1-b) Z^{nr \frac{w-1}{w}} \right]^{\frac{w}{w-1}} \right\} - \frac{L_{t+k}^{nr} 1+\eta}{1+\eta} \right) \right],$$

sujeto a la restricción presupuestaria:

$$C_t^{nr} = W_t L_t^{nr} - T_t^{nr}. \quad (107)$$

Se supuso que los consumidores no ricardianos mantienen constante sus saldos reales (en moneda nacional y extranjera). Dado que el mercado laboral es no com-

petitivo, se asumió que ambos consumidores se adaptaron a las condiciones de demanda de dicho mercado, por lo que la ecuación de oferta laboral es la siguiente:

$$(L_t^{nr})^\eta \left(\frac{W_{t-1}}{P_{t-1}} \right)^{\lambda_{wr}} = \frac{1}{C_t^{nr} - hC_{t-1}^{nr}} \frac{W_t}{P_t}. \quad (108)$$

En la agregación se tiene:

$$C_t^{fam} = C_t^o + C_t^{nr}, \quad (109)$$

$$L_t = L_t^{nr} + L_t^o. \quad (110)$$

- d) **Cambios en la naturaleza del choque financiero:** ahora el riesgo financiero no surge de un incremento de la probabilidad de impago de los empresarios, sino que consiste en un incremento no esperado del *spread* entre la tasa de retorno del capital y la tasa libre de riesgo, de tal forma que la ecuación 72 se modifica así:

$$\frac{R_{t+1}^K}{R_t^C} = \rho(\bar{\omega}_{t+1})v_t, \quad (111)$$

donde v_t es un choque *ad-hoc* denominado “de oferta del crédito”, al estilo de Gilchrist *et al.* (2009) y Carrillo & Poilly (2014), y evoluciona como un AR(1) en logaritmos:

$$v_t = (v_{t-1})^{\rho_v} \exp(\varepsilon_t^v), \quad (112)$$

en el que $\varepsilon_t^v \sim N(0, \sigma_v^2)$.

- e) **Cambios en el grado de dolarización:** se estimó el modelo con diferentes grados de dolarización. Así, en un primer ejercicio, se eliminó el componente de dolarización financiera y se estimó el modelo sólo con dolarización real ($\delta^{DT}, \delta^{DP} \in [0, 1]$ y $\delta^{DT} = 0$). En el otro escenario, se estimó el modelo sólo con dolarización financiera, mas no con dolarización real ($\delta^{DT}, \delta^{DP} = 0$ y $\delta^{DT} \in [0, 1]$).
- f) **Cambios en el tamaño de muestra:** se redujo la muestra que se incorporó en la estimación del modelo para cubrir únicamente el período de implementación del régimen monetario de *Inflation Targeting*, es decir, la muestra corresponde al 1T2002 – 4T2013.

4.7.1. Resultados del análisis de sensibilidad

En el Cuadro 8 se presentó la densidad marginal de los diversos modelos estimados para el análisis de sensibilidad. Este indicador mide el grado de ajuste del modelo a los datos,

por lo que un mayor valor del mismo, ya sea obtenido mediante el método de Laplace o mediante Media Armónica, es deseable. Su presencia nos permitió la comparación entre modelos, condicional al uso del mismo *set* de estimación, por lo que no es comparable con el ejercicio donde se redujo el tamaño de la muestra. En tanto, en el Cuadro 9 se presenta la descomposición de varianza del PBI y de la Inversión para todos los modelos estimados en esta sección. Los resultados desagregados por choques se pueden observar en la Tabla 13 del Anexo G, mientras que los parámetros *a posteriori* (la media de la distribución) por cada modelo alternativo se pueden consultar en las Tablas 11 y 12 del Anexo G para el caso de los parámetros estructurales y los procesos exógenos, respectivamente. Asimismo, el lector interesado en analizar las funciones Impulso-Respuesta ante los tres choques financieros en los modelos alternativos puede dirigirse a las Figuras 27, 28 y 29 para el caso de variaciones al modelo; a la Figura 30 para analizar la dinámica del choque de oferta del crédito; y a las Figuras 31, 32 y 33 para el caso de variaciones al grado de dolarización de la economía. Todas estas figuras se encuentran en el Anexo G.

Cuadro 8: Densidad marginal de diversos modelos

ID	Modelo	Laplace	Media Armónica
1	Base	1627,5098	1630,5593
<i>Variaciones al modelo</i>			
2	Respuesta cambiaria en la RT	1631,3345	1634,6507
3	Curva de Phillips salarial	1637,1029	1640,4373
4	Consumidores no ricardianos	1610,2437	1615,8488
<i>Cambio en el choque financiero</i>			
5	Choque de oferta del crédito	1563,6785	1568,0876
<i>Dolarización parcial</i>			
6	Dolarización real	1598,5026	1603,8286
7	Dolarización financiera	1629,9140	1632,5902
<i>Tamaño de muestra</i>			
8	Muestra 2002-2013	1316,5056	1323,0280

RT: regla de Taylor.

Fuente: Simulaciones adicionales. Elaboración propia.

Variaciones al modelo. Se observó que los resultados obtenidos de la descomposición de varianza de los tres modelos alternativos no variaron significativamente respecto al modelo base, tanto para el caso del PBI como de la Inversión. Por el lado del ajuste del modelo, se observó que incorporar el tipo de cambio en la regla de Taylor mejoró el ajuste; además, modelar la rigidez de salarios a través de una curva de Phillips a la Calvo (1983) también permitió incrementar el grado de ajuste del modelo a los datos. El primer hallazgo se puede explicar por la naturaleza parcialmente dolarizada de una economía como la peruana, que exige movimientos de política monetaria que luchen contra depreciaciones cambiarias y reduzcan efectos hojas de balance; el segundo hallazgo puede explicarse por la necesidad de incorporar rigideces salariales de una forma microfundamentada y no a través de formas reducidas, como es el caso de Blanchard & Galí (2007). Lamentablemente, las restricciones de la data respecto a series temporales sobre salarios reales limita fuertemente la estimación de parámetros a partir de microfundamentos. El ajuste de un modelo con consumidores no ricardianos fue, inclusive, menor que en el modelo base; ello puede explicarse porque un mecanismo de este tipo incorpora mucha rigidez en el consumo simulado por el modelo que no se condice necesariamente con la volatilidad observada en la data.

En relación a los resultados de la descomposición de varianza, se mantuvieron las conclusiones respecto al rol clave de los choques externos y a los choques financieros como el segundo factor explicativo de su variabilidad en los cuatro modelos considerados. De forma desagregada se obtuvieron los siguientes resultados para el caso del PBI:

- El choque de demanda externa siguió siendo el principal factor explicativo de las fluctuaciones del PBI (22 por ciento en promedio). En orden de importancia le siguieron los choques de inflación externa (promedio de 18 por ciento), de tasa de interés externa (promedio de 14 por ciento) y de demanda de *commodities* (promedio de 10 por ciento).
- En el caso de los choques financieros, el choque de riesgo financiero fue el más importante para explicar la volatilidad del producto (promedio de 9 por ciento), seguido del choque de eficiencia marginal a la inversión (promedio 6 por ciento) y, en menor medida, el choque de riqueza empresarial (promedio de 2 por ciento).

- Las diferencias, en términos de choques desagregados, entre estos modelos con el modelo base fueron mínimas, pero se resaltó lo siguiente:
 - Cuando se incorporó la depreciación cambiaria en la regla de Taylor, la importancia del choque de tasa de interés externa para explicar la varianza del PBI se redujo en 6,8 puntos porcentuales, aumentando la importancia del choque de inflación externa (más 3,9 p.p.) y demanda externa (más 3,2 p.p.).
 - La incorporación de consumidores no ricardianos en el modelo redujo la importancia de los choques de demanda, tanto por el lado doméstico como externo: cayeron en importancia el choque de preferencias del consumidor (menos 5,2 p.p.) y el choque de demanda externa (menos 3,6 p.p.).
 - Las variaciones respecto a la importancia de los choques financieros fueron mínimas en todos los casos.

Por el lado de la Inversión, los resultados mostraron lo siguiente:

- Respecto a los factores externos, fueron los choques de tasa de interés externa (promedio 30 por ciento) y de inflación externa (promedio 15 por ciento) los que explicaron mayormente su volatilidad.
- Por el lado financiero, resaltaron los choques de eficiencia marginal de la inversión (25 por ciento en promedio) y de riesgo financiero (14 por ciento en promedio), en ese orden.
- En términos desagregados, no hubo diferencias importantes respecto a los resultados del modelo base. Sin embargo, y tal como sucedió para el caso del PBI, cuando la regla de Taylor respondió a los movimientos cambiarios, el choque de tasa de interés internacional se redujo fuertemente (menos 14,4 p.p.) como factor explicativo de la varianza de la Inversión.

Cambio en el choque financiero. Se introdujo un choque de oferta del crédito que replicó -de forma estilizada- el choque de riesgo financiero ya analizado. En términos de ajuste del modelo a los datos, este nuevo modelo generó un indicador de densidad marginal menor al modelo base, por lo que no es preferible.

Con este nuevo choque, los resultados de descomposición de varianza del PBI no variaron significativamente en términos agregados para los dos ejercicios ejecutados. Sin embargo, se reporta una mayor importancia de los choques financieros respecto al modelo base en desmedro de los choques de demanda y oferta. En términos desagregados, se observó lo siguiente:

- El choque más importante siguió siendo el de demanda externa (28 por ciento en promedio), seguido por el de tasa de interés externa (19 por ciento en promedio).
- Sin embargo, el tercer factor en importancia fue, justamente, el choque de oferta del crédito, que explicó el 19 por ciento de la varianza del PBI, mucho mayor al que explicaba el choque de riesgo financiero o el de riqueza empresarial (o ambos) en el modelo base.
- En términos comparativos, la inclusión de un choque de este tipo redujo la importancia de los choques de inflación externa (menos 5 p.p. en promedio) pero incrementó el de los choques de tasa de interés externa (más 3 p.p. en promedio) y de demanda externa (más 6 p.p. en promedio).

Para el caso de la Inversión, la incorporación del choque de oferta del crédito sí generó cambios importantes en los factores determinantes de su variabilidad. En el agregado, la importancia de los choques externos se incrementó a costa de una reducción importante de los choques financieros. En términos desagregados, se tiene lo siguiente:

- El choque más importante siguió siendo el de tasa de interés externa, que explicó alrededor del 46 por ciento de la varianza de la Inversión en promedio.
- Después de este factor le siguieron en importancia los choques financieros, donde el choque de oferta crediticia y el de eficiencia marginal de la inversión explicaron, cada uno, alrededor del 13 por ciento en promedio.
- Con la presencia del choque de oferta crediticia, la importancia del choque de EMI para explicar la varianza de la Inversión se redujo fuertemente (menos 11,5 p.p. en promedio) a favor, justamente, del nuevo *shock* incorporado.
- Con la presencia de un choque de oferta del crédito, el choque de demanda externa incrementó su importancia (más 7 p.p. en promedio) así como el choque de tasa de interés internacional (más 9,8 p.p. en promedio).

Dolarización parcial. Los resultados mostraron que, en términos de ajuste del modelo a la data, es preferible el modelo con dolarización financiera, resaltando con ello la menor importancia de incorporar dolarización real (de precios y de transacciones). En ese sentido, sólo se analizó el modelo preferido. La descomposición de varianza mostró que no existieron variaciones significativas en los resultados, dado que los choques externos continuaron siendo los principales *drivers* de la volatilidad del PBI y la Inversión, seguido de los choques financieros. En términos desagregados, las variaciones entre choques fueron menores a 1 p.p. respecto al modelo base, por lo que no se hizo necesario describirlas específicamente.

Tamaño de muestra. En este caso, los resultados de descomposición de varianza no mostraron cambios significativos respecto al modelo base (las modificaciones entre choques fueron menores al 5 por ciento tanto para el PBI como para la Inversión).

Cuadro 9: Descomposición de varianza: Análisis de Sensibilidad

Variable	ID	Modelo	Oferta	Demanda	Externo	Financiero	Error	
ΔY_t	1	Base	6,1	13,2	63,9	16,6	0,2	
	<i>Variaciones al modelo</i>							
	2	Respuesta cambiaria en la RT	7,0	13,0	64,3	15,5	0,2	
	3	Curva de Phillips salarial	4,3	13,4	65,6	16,5	0,3	
	4	Consumidores no ricardianos	5,0	8,5	66,5	19,8	0,2	
	<i>Cambio en el choque financiero</i>							
	5	Choque de oferta del crédito	2,0	9,9	64,4	23,5	0,2	
	<i>Dolarización parcial</i>							
	6	Dolarización real	22,9	15,4	46,2	15,2	0,3	
	7	Dolarización financiera	5,5	15,0	63,0	16,3	0,2	
<i>Tamaño de muestra</i>								
8	Muestra 2002-2013	10,5	10,1	60,2	18,8	0,4		

Variable	ID	Modelo	Oferta	Demanda	Externo	Financiero	Error	
ΔINV_t	1	Base	0,8	2,8	52,4	43,9	0,1	
	<i>Variaciones al modelo</i>							
	2	Respuesta cambiaria en la RT	7,1	2,8	47,0	43,0	0,1	
	3	Curva de Phillips salarial	0,4	1,2	53,8	44,6	0,1	
	4	Consumidores no ricardianos	2,5	2,9	52,0	42,5	0,1	
	<i>Cambio en el choque financiero</i>							
	5	Choque de oferta del crédito	0,4	2,3	67,1	30,2	0,1	
	<i>Dolarización parcial</i>							
	6	Dolarización real	16,7	12,1	7,8	63,3	0,1	
	7	Dolarización financiera	0,7	3,4	52,4	43,4	0,1	
<i>Tamaño de muestra</i>								
8	Muestra 2002-2013	1,7	6,9	47,6	43,7	0,1		

RT: regla de Taylor.

Fuente: Simulaciones adicionales. Elaboración propia

V. Conclusiones

- El estudio tuvo como finalidad evaluar la importancia cuantitativa de los factores financieros sobre las fluctuaciones del PBI y la Inversión para el caso peruano, tomando como muestra el período 1998-2013.
- La influencia de los factores financieros sobre las fluctuaciones del PBI y de la Inversión ha sido menos importante que la de los factores externos, por lo que se rechazó la hipótesis general.
- Los choques externos fueron los principales determinantes de las fluctuaciones del PBI y de la Inversión durante los tres episodios recesivos identificados en la muestra.
- Sólo uno de los factores financieros (riesgo financiero) generó una correlación positiva entre la respuesta del crédito bancario y del PBI. Con ello, se rechazó parcialmente la primera hipótesis específica.
- Los factores financieros afectaron en mayor magnitud a la Inversión que al PBI. Con ello se comprobó la segunda hipótesis específica.
- Los factores financieros impactaron en mayor medida al PBI y la Inversión que perturbaciones de demanda y oferta.
- Los factores externos impactaron en mayor medida sobre PBI y la Inversión que los factores financieros, por lo que se comprobó parcialmente la tercera hipótesis específica.

VI. Recomendaciones

Los resultados obtenidos permiten analizar las fuerzas que originan las fluctuaciones económicas de corto plazo en el Perú. En ese sentido, se recomienda a los hacedores de política tomar en cuenta la importancia empírica de los factores financieros en las fluctuaciones de la economía peruana, generando instrumentos de reducción de la volatilidad macrofinanciera. En este contexto, las medidas macroprudenciales, al estilo de lo planteado por el comité de Basilea III, son de gran ayuda para reducir los costos macroeconómicos de la volatilidad de corto plazo. Sin embargo, es importante señalar que dichos instrumentos deben ser aplicados considerando la realidad peruana: alto grado de dolarización financiera, alta informalidad empresarial, preponderancia de la micro y pequeña empresa y una todavía baja profundización bancaria.

En términos metodológicos, el modelo puede ser ampliado y mejorado en varias dimensiones: incorporando un sector de *commodities* que esté relacionado directamente con la inversión privada, modificando la modelización de la dolarización financiera de una forma más microfundamentada e incorporando mayor información macrofinanciera en el proceso de estimación, como por ejemplo, los ratios de morosidad crediticia o ratios de apalancamiento empresarial.

Bibliografía

- ADJEMIAN, S., BASTANI, H., JUILLARD, M., MIHOUBI, F., PERENDIA, G., RATTO, M. & VILLEMOT, S. (2011). Dynare: Reference Manual, Version 4. Tech. rep., Dynare Working Papers 1, CEPREMAP.
- ADOLFSON, M., LASÉEN, S., LINDÉ, J. & VILLANI, M. (2007). Bayesian estimation of an open economy DSGE model with incomplete pass-through. *Journal of International Economics* **72**(2), 481–511.
- AMADO, M. (2014). Macprudential rules in small open economies. *Documentos de Trabajo - BCRP* (9).
- APARICIO, C., ARAGÓN, G. & RODRÍGUEZ, J. (2011). ¿Qué factores explican las fluctuaciones recientes del Producto Bruto Interno peruano?: Un análisis a través de un modelo de equilibrio general. *Documentos de Trabajo - SBS* .
- BATINI, N., LEVINE, P. & PEARLMAN, J. (2010). Monetary rules in emerging economies with financial market imperfections. *International Dimensions of Monetary Policy* .
- BENES, J., ÖTKER, I. & VÁVRA, D. (2009). Modeling with Macro-Financial linkages: credit and policy shocks in emerging markets. *IMF working paper* (9-123).
- BERNANKE, B. & BLINDER, A. (1989). Credit, money, and aggregate demand. *NBER Working Paper* (2534).
- BERNANKE, B. & GERTLER, M. (1989). Agency costs, net worth, and business fluctuations. *American Economic Review* **1989**, 14–31.
- BERNANKE, B., GERTLER, M. & GILCHRIST, S. (1996). The financial accelerator and the flight to quality. *The Review of Economics and Statistics* **78**(1), 1–15.
- BERNANKE, B., GERTLER, M. & GILCHRIST, S. (1999). The financial accelerator in a quantitative business cycle framework. *Handbook of Macroeconomics* **1**, 1341–1393.
- BIGIO, S. (2012). Financial risk capacity. *Working Paper - New York University* (31).

- BLANCHARD, O., DELL'ARICCIA, G. & MAURO, P. (2010). Rethinking macroeconomic policy. *Journal of Money, Credit and Banking* **42**(s1), 199–215.
- BLANCHARD, O. & GALÍ, J. (2007). Real wage rigidities and the New Keynesian model. *Journal of Money, Credit and Banking* **39**(s1), 35–65.
- BLOOM, N. (2009). The impact of uncertainty shocks. *Econometrica* **77**(3), 623–685.
- BLOOM, N., BOND, S. & VAN REENEN, J. (2007). Uncertainty and investment dynamics. *The Review of Economic Studies* **74**(2), 391–415.
- BRÁZDIK, F. & MARSAL, A. (2011). Survey of research on financial sector modeling within DSGE Models: What Central Banks can learn from it. *Social Science Research Network* .
- BRUNNERMEIER, M., EISENBACH, T. & SANNIKOV, Y. (2012). Macroeconomics with financial frictions: a survey. *National Bureau of Economic Research* .
- CABRERA, N., BEJARANO, E. & SAVINO PORTUGAL, M. (2011). Preferences of the Central Reserve Bank of Peru and optimal monetary policy rules in the Inflation Targeting regime. *Documentos de trabajo - BCRP* .
- CALVO, G. (1983). Staggered prices in a utility-maximizing framework. *Journal of Monetary Economics* **12**(3), 383–398.
- CANOVA, F. (2007). *Methods for Applied Macroeconomic Research*, vol. 13. Princeton University Press.
- CAPUTO, R., MEDINA, J. & SOTO, C. (2009). Financial shocks and optimal monetary policy in small open economies. *Documentos de Trabajo - Banco Central de Chile* .
- CARLSTROM, C. & FUERST, T. (1997). Agency costs, net worth, and business fluctuations: a Computable General Equilibrium Analysis. *American Economic Review* , 893–910.
- CARRERA, C. (2010). The bank lending channel in Peru: evidence and transmission mechanism. *Documentos de Trabajo - BCRP* (21).

- CARRERA, C. & SALAS, J. (2013). Fricciones financieras y comercio internacional. *Revista Moneda* (154), 15–18.
- CARRIÈRE-SWALLOW, Y. & CÉSPEDES, L. F. (2013). The impact of uncertainty shocks in emerging economies. *Journal of International Economics* **90**(2), 316–325.
- CARRIÈRE-SWALLOW, Y. & MEDEL, C. (2011a). Incertidumbre externa sobre la economía chilena. *Economía Chilena* **14**(3), 75–82.
- CARRIÈRE-SWALLOW, Y. & MEDEL, C. (2011b). Incertidumbre global sobre el Pacífico Sur. *Documentos de Trabajo - BCRP* .
- CARRILLO, J. & POILLY, C. (2014). Investigating the zero lower bound on the nominal interest rate under financial instability. *Documentos de trabajo - Banco de México* .
- CASTILLO, P., CARRERA, C., ORTIZ, M. & VEGA, H. (2014). Spillovers, capital flows and prudential regulation in small open economies. *BIS working paper* .
- CASTILLO, P., MONTORO, C. & TUESTA, V. (2006). An estimated stochastic general equilibrium model with partial dollarization: a Bayesian approach. *Documentos de Trabajo - Banco Central de Chile* (381), 1.
- CASTILLO, P., MONTORO, C. & TUESTA, V. (2009). Un modelo de equilibrio general con dolarización para la economía peruana. *Revista Estudios Económicos* (17).
- CASTILLO, P. & SALAS, J. (2010). Los términos de intercambio como impulsores de fluctuaciones económicas en economías en desarrollo: un estudio empírico. *Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, Premio de Banca Central Rodrigo Gómez* .
- CASTRO, J., MORÓN, E. & WINKELRIED, D. (2004). Assessing financial vulnerability in partially dollarized economies. *SSRN Electronic Journal* .
- CHANG, R. & VELASCO, A. (2000). Financial fragility and the exchange rate regime. *Journal of Economic Theory* **92**(1), 1–34.
- CHANG, R. & VELASCO, A. (2001). A model of financial crises in emerging markets. *Quarterly Journal of Economics* , 489–517.

- CHRISTENSEN, I. & DIB, A. (2008). The financial accelerator in an estimated New Keynesian model. *Review of Economic Dynamics* **11**(1), 155–178.
- CHRISTIANO, L., EICHENBAUM, M. & VIGFUSSON, R. (2003). What happens after a technology shock? *National Bureau of Economic Research* .
- CHRISTIANO, L., MOTTO, R. & ROSTAGNO, M. (2010). Financial factors in economic fluctuations. *European Central Bank Working Paper* .
- CHRISTIANO, L., MOTTO, R. & ROSTAGNO, M. (2014). Risk shocks. *American Economic Review* **104**(1), 27–65.
- CHRISTIANO, L. J., TRABANDT, M. & VALENTIN, K. (2011). Introducing financial frictions and unemployment into a small open economy model. *Journal of Economic Dynamics and Control* **35**(12), 1999–2041.
- CLAESSENS, S., UEDA, K. & YAFEH, Y. (2010). Financial frictions, investment, and institutions. *IMF working paper* , 1–45.
- COMITÉ DE SUPERVISIÓN BANCARIA DE BASILEA (2011). The transmission channels between the financial and real sectors: a critical survey of the literature. *BCBS Working Paper* (18).
- ĆORIĆ, B. (2011). The financial accelerator effect: concepts and challenges. *Financial Theory and Practice* **35**(2), 171–196.
- DANCOURT, O., MENDOZA, W. & VILCAPOMA, L. (1997). Fluctuaciones económicas y shocks externos, Perú 1950-1996. *Economía* **20**(39-40), 63–102.
- DE GREGORIO, J. (2007). *Macroeconomía, Teoría y Políticas*. Editores Pearson Educación, 1 ed.
- DE WALQUE, G., PIERRARD, O. & ROUABAH, A. (2010). Financial (in)stability, supervision and liquidity injections: a Dynamic General Equilibrium Approach. *The Economic Journal* **120**(549), 1234–1261.
- DEJONG, D. & DAVE, C. (2011). *Structural Macroeconometrics*. Princeton University Press.

- DEL NEGRO, M., SCHORFHEIDE, F., SMETS, F. & WOUTERS, R. (2007). On the fit of New Keynesian models. *Journal of Business & Economic Statistics* **25**(2), 123–143.
- DENIS, S. & KANNAN, P. (2013). The Impact of uncertainty shocks on the UK economy **66**(13).
- DIB, A., MENDICINO, C. & ZHANG, Y. (2008). Price level targeting in a small open economy with financial frictions: a welfare analysis. *Bank of Canada Working Paper* .
- ELEKDAG, S., JUSTINIANO, A. & TCHAKAROV, I. (2006). An estimated small open economy model of the financial accelerator. *IMF Staff Papers* , 219–241.
- FERNÁNDEZ, A. & GULAN, A. (2012). Interest rates and business cycles in emerging economies: the role of financial frictions. *Bank of Finland Research Discussion Paper* (23).
- FISHER, J. (2006). The dynamic effects of neutral and investment-specific technology shocks. *Journal of political Economy* **114**(3), 413–451.
- FLORIAN, D. & MONTORO, C. (2009). Development of MEGA-D: A DSGE model for policy analysis. *Documentos de Trabajo - BCRP* .
- FREYSTÄTTER, H. (2012). Essays on small open economy macroeconomics. *Scientific Monographs - Bank of Finland* .
- GALÍ, J. (1999). Technology, employment, and the business cycle: Do technology shocks explain aggregate fluctuations? *American Economic Review* **89**(1), 249–271.
- GALÍ, J. (2009). *Monetary policy, inflation, and the business cycle: An introduction to the New Keynesian framework*. Princeton University Press.
- GALINDO, H. (2011). Requerimiento de capital bancario y ciclos económicos en un modelo DSGE. *Documentos de Trabajo - SBS* .
- GARCÍA-CICCO, J., KIRCHNER, M. & JUSTEL, S. (2014). Financial frictions and the transmission of foreign shocks in Chile. *Documentos de Trabajo - Banco Central de Chile* **722**.

- GERALI, A., NERI, S., SESSA, L. & SIGNORETTI, F. (2010). Credit and banking in a DSGE Model of the Euro Area. *Journal of Money, Credit and Banking* **42**(s1), 107–141.
- GERTLER, M., GILCHRIST, S. & NATALUCCI, F. (2007). External constraints on monetary policy and the financial accelerator. *Journal of Money, Credit and Banking* **39**(2-3), 295–330.
- GERTLER, M. & KARADI, P. (2011). A model of unconventional monetary policy. *Journal of Monetary Economics* **58**(1), 17–34.
- GILCHRIST, S., ORTIZ, A. & ZAKRAJSEK, E. (2009). Credit risk and the macroeconomy: evidence from an estimated DSGE model. *Working Paper - Boston University* (13).
- GONDO, R. & ORREGO, F. (2011). Dedollarization and financial robustness. *Documentos de Trabajo - BCRP* (22).
- GRANDA, A., LIENDO, C. & ROJAS, C. (2012). El Indicador de Balance Estructural, una herramienta analítica de la política fiscal. *Documentos de Trabajo - Ministerio de Economía y Finanzas* .
- IACOVIELLO, M. (2015). Financial business cycles. *Review of Economic Dynamics* **18**(1), 140–163.
- JERMANN, U. & QUADRINI, V. (2009). Macroeconomic effects of financial shocks. *National Bureau of Economic Research* .
- JUSTINIANO, A., PRIMICERI, G. & TAMBALOTTI, A. (2010). Investment shocks and business cycles. *Journal of Monetary Economics* **57**(2), 132–145.
- KAMINSKY, G. & REINHART, C. (1999). The Twin Crises: the causes of banking and Balance-of-Payments problems. *American Economic Review* , 473–500.
- KING, R. & REBELO, S. (1999). Resuscitating Real Business Cycles. *Handbook of Macroeconomics* **1**, 927–1007.
- KIYOTAKI, N. & MOORE, J. (1997). Credit cycles. *The Journal of Political Economy* **105**(2), 211–248.

- KYDLAND, F. & PRESCOTT, E. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica* , 1345–1370.
- LAHURA, E. (2011). An empirical analysis of the Credit-Output relationship: evidence from Peru. *Documentos de Trabajo - BCRP* .
- LAHURA, E. & VARGAS, P. (2013). La relación dinámica entre el sistema financiero y el nivel de actividad real en el Perú: 1965-2011. *Documentos de Trabajo - BCRP* .
- LEDUC, S. & LIU, Z. (2012). Uncertainty shocks are aggregate demand shocks. *Federal Reserve Bank of San Francisco Working Paper* **10**.
- LÓPEZ, M., PRADA, J. & RODRÍGUEZ, N. (2008). Financial accelerator mechanism in a small open economy. *Borradores de Economía* **525**.
- MEDINA, J. & SOTO, C. (2006). Model for Analysis and Simulations: A small open economy DSGE for Chile. *Documentos de Trabajo - Banco Central de Chile* .
- MENDOZA, W. & COLLANTES, E. (2017). La economía de PPK. Promesas y resultados: la distancia que los separa. *Documentos de Trabajo - Departamento de Economía PUCP* (440).
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS (2011). Marco Macroeconómico Multianual 2012-2014. *Ministerio de Economía y Finanzas* .
- MORÓN, E. & WINKELRIED, D. (2005). Monetary policy rules for financially vulnerable economies. *Journal of Development Economics* **76**(1), 23–51.
- ORTIZ, A. (2013). Choques en el mercado de crédito, política monetaria y fluctuaciones económicas. *Monetaria* **35**(2), 345–402.
- ORTIZ, A. & WISHART, J. (2012). Trend shocks and financial frictions in small open economies modeling. *Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, CEMLA* .
- OVIEDO, P. (2003). Macroeconomic risk and banking crises in emerging market countries: Business fluctuations with financial crashes. *Working Paper - Iowa State University* .

- PRADA, J. (2008). Financial intermediation and monetary policy in a small open economy. *Documentos de Trabajo - Banco de la República* .
- QUADRINI, V. (2011). Financial frictions in macroeconomic fluctuations. *FRB Richmond Economic Quarterly* **97**(3), 209–254.
- SCHMITT-GROHÉ, S. & URIBE, M. (2003). Closing small open economy models. *Journal of International Economics* **61**(1), 163–185.
- SIMS, C. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica* , 1–48.
- SMETS, F. & WOUTERS, R. (2003). An estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium model of the Euro Area. *Journal of the European Economic Association* **1**(5), 1123–1175.
- SMETS, F. & WOUTERS, R. (2007). Shocks and frictions in US business cycles: A bayesian DSGE approach. *American Economic Review* **97**(3), 586–606.
- SUTHERLAND, A. (2002). International monetary policy coordination and financial market integration .
- TOWNSEND, R. (1979). Optimal contracts and competitive markets with Costly State Verification. *Journal of Economic theory* **21**(2), 265–293.
- VEGA, H. (2012). Fricciones financieras y el diferencial de tasas de interés en una economía dolarizada. *Revista Estudios Económicos* **24**, 9–26.
- VEGA, H. & VEGA, M. (2012). Intermediación financiera y macroeconomía. *Revista Moneda* (150), 20–23.
- VEGA, M. (2015). Monetary policy, financial dollarization and agency costs. *Documentos de Trabajo - BCRP* **19**.
- VEGA, M., BIGIO, S., FLORIÁN, D., LLOSA, G., MILLER, S., RAMÍREZ, N., RODRÍGUEZ, D., SALAS, J. & WINKELRIED, D. (2009). Un modelo semi-estructural de proyección para la economía peruana. *Revista Estudios Económicos* (17), 51–83.
- VEGH, C. (2014). Política monetaria, cambiaria y macroprudencial a través del ciclo económico. *Revista de economía* **21**(2), 7–37.

- VLCEK, M. J. & ROGER, M. S. (2012). Macrofinancial modeling at Central Banks: recent developments and future directions. *IMF working paper* (12-21).
- WALSH, C. E. (2010). *Monetary Theory and Policy*. MIT press.
- WINKELRIED, D. (2013). Modelo de Proyección Trimestral del BCRP: actualización y novedades. *Revista Estudios Económicos* **26**, 9–60.
- YAN, B., LEVINE, P. & GABRIEL, V. (2008). An estimated DSGE model of an emerging economy with financial market imperfections. *Working Paper* .
- ZHANG, H. (2006). *Essays on Macroeconomic Consequences of Financial Frictions*. Ph.D. thesis, Universitäts-und Landesbibliothek Bonn.

Anexos

A. Estado estacionario

- Tasa de interés

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

- Costos marginales

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

- Retorno real del capital

$$R^K = (R^A + \text{Spread})^{\frac{1}{4}}$$

- Productividad marginal del capital

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

- Inversión sobre capital

$$\frac{INV}{K} = \frac{\delta + g}{1 + g}$$

- Capital como % del PBI

$$\frac{K}{Y} = \alpha(1 + g) \frac{MC}{R^H}$$

- Inversión como % del PBI

$$\frac{INV}{Y} = \alpha(\delta + g) \frac{MC}{R^H}$$

- Exportaciones netas como % del PBI

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

- Absorción interna como % del PBI

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

- Consumo empresarial como % del PBI

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

- Consumo de familias como % del PBI

$$\frac{C}{Y} = 1 - \frac{INV}{Y} - \frac{G}{Y} - \frac{C^e}{Y} - \frac{NX}{Y}$$

- Importaciones como % del PBI

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

- Exportaciones como % del PBI

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

- Exportaciones de *commodities* como % del PBI

$$\frac{Y^{com}}{Y} = \gamma_x \frac{X}{Y}$$

B. Ecuaciones log-lineales

- PBI real

$$\hat{y}_t = \frac{ABS}{Y} \hat{abs}_t + \frac{X}{Y} \hat{d}_t^X - \frac{M}{Y} \hat{d}_t^M$$

- Deflactor del PBI

$$t_t^{def} = \frac{X}{Y} \left((1 - \gamma_X) (r\hat{e}r_t + \hat{t}_t^X) + \gamma_X (r\hat{e}r_t + p\hat{c}o_t^{com}) \right) - \frac{M}{Y} \hat{t}_t^M$$

- Tipo de cambio real

$$r\hat{e}r_t = r\hat{e}r_{t-1} + \Delta\hat{s}_t + \hat{\pi}_t^* - \hat{\pi}_t$$

- Absorción interna (demanda interna)

$$\frac{ABS}{Y} \hat{abs}_t = \frac{C}{Y} \hat{c}_t + \frac{G}{Y} \hat{g}_t + \frac{INV}{Y} \hat{inv}_t$$

- Consumo agregado

$$\frac{C}{Y} \hat{c}_t = \frac{C^{fam}}{Y} \hat{c}_t^{fam} + \frac{C^e}{Y} \hat{c}_t^e$$

- Ecuación de Euler

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

- Utilidad marginal del consumo

$$U_{c,t} = - \left[\left(\frac{1+g}{1+g-h} \right) \hat{c}_t^{fam} - \left(\frac{h}{1+g-h} \right) \hat{c}_{t-1}^{fam} - \left(\frac{h}{1+g-h} \right) \varepsilon_t^x \right] + U_{z,t} + \zeta_t$$

- Utilidad marginal de los saldos reales

$$U_{z,t} = - \left(\frac{\beta(1-w)(1-b)^w(1-\beta)^{(1-w)}}{b^w + (1-b)^w(1-\beta)^{(1-w)}} \right) \left((1 - \delta^{DT}) \hat{i}_t + \delta^{DT} \hat{i}_t^* \right)$$

- Consumo empresarial

$$\hat{c}_t^e = \Upsilon_\omega \frac{(1-\gamma^e)R^K}{(1+g)} \frac{K/Y}{C^e/Y} \left(\hat{r}_t^k + \hat{q}_{t-1} + \hat{k}_{t-1} + \frac{\Lambda_\omega(\bar{\omega})\bar{\omega}}{\Lambda(\bar{\omega})} \hat{\omega}_t + \frac{\Lambda_{\sigma_\omega}(\bar{\omega})\bar{\sigma}_\omega}{\Lambda(\bar{\omega})} \hat{\sigma}_{\omega,t-1} - \gamma_t^e - \varepsilon_t^x \right)$$

- Q de Tobin

$$\hat{q}_t = \psi_{inv}(1+g)^2 (\hat{inv}_t - \hat{inv}_{t-1} + \varepsilon_t^x + \hat{\Delta}_t) - \beta \psi_{inv}(1+g)^2 (E_t \hat{inv}_{t+1} - \hat{inv}_t + E_t \varepsilon_{t+1}^x + E_t \hat{\Delta}_{t+1})$$

- Demanda por bienes externos (exportaciones)

$$\hat{d}_t^X = \gamma_X (\hat{y}_t^* - \varepsilon_F (\hat{t}_t^H - r\hat{e}r_t)) + (1 - \gamma_X) \hat{y}_t^{com}$$

- Precio relativo de las exportaciones no primarias

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

- Inflación de exportaciones no primarias

$$\hat{\pi}_t^X - \lambda_X \hat{\pi}_{t-1}^X = \left(\frac{(1 - \phi_X)}{\phi_X} (1 - \phi_X \beta) \right) \hat{m}c_t^X + \beta (E_t \hat{\pi}_{t+1}^X - \lambda_X \hat{\pi}_t^X)$$

- Costos marginales del sector exportador no primario

$$\hat{m}c_t^X = \hat{m}c_t^H - r\hat{e}r_t - \hat{t}_t^X$$

- Demanda por bienes importados (importaciones)

$$\hat{d}_t^M = \hat{a}b s_t - \varepsilon_H \hat{t}_t^M$$

- Precio relativo de bienes importados

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

- Inflación importada

$$\begin{aligned} \hat{\pi}_t^M - \lambda_M \hat{\pi}_{t-1}^M = & \left(\frac{(1 - \phi_M)}{\phi_M} (1 - \phi_M \beta) \right) (\hat{l}o p_t + \hat{m}u p_t^M) \\ & + \beta (E_t \hat{\pi}_{t+1}^M - \lambda_M \hat{\pi}_t^M) \end{aligned}$$

- Desviaciones de la “ley de un sólo precio”

$$\hat{l}o p_t = r\hat{e}r_t - \hat{t}_t^M$$

- Demanda por bienes domésticos

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

- Precio relativo de bienes domésticos

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

- Inflación total

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

- Inflación doméstica

$$\hat{\pi}_t^H = \delta^{DP} \hat{\pi}_t^{MN} + (1 - \delta^{DP}) (\hat{\pi}_t^{ME} + \Delta \hat{s}_t) + m \hat{u}_t$$

- Inflación doméstica en Moneda Nacional

$$\begin{aligned} \hat{\pi}_t^{MN} - \lambda_{MN} \hat{\pi}_{t-1}^{MN} = & \left(\frac{(1 - \phi_{MN})}{\phi_{MN}} (1 - \phi_{MN} \beta) \right) (\hat{m}c_t^{MN} + \delta^{DP} r \hat{p}d_t) \\ & + \beta (E_t \hat{\pi}_{t+1}^{MN} - \lambda_{MN} \hat{\pi}_t^{MN}) \end{aligned}$$

- Inflación doméstica en Moneda Extranjera

$$\begin{aligned} \hat{\pi}_t^{ME} - \lambda_{ME} \hat{\pi}_{t-1}^{ME} = & \left(\frac{(1 - \phi_{ME})}{\phi_{ME}} (1 - \phi_{ME} \beta) \right) (\hat{m}c_t^{ME} + (1 - \delta^{DP}) r \hat{p}d_t) \\ & + \beta (E_t \hat{\pi}_{t+1}^{ME} - \lambda_{ME} \hat{\pi}_t^{ME}) \end{aligned}$$

- Costos marginales

$$\hat{m}c_t^H = \alpha \hat{r}_t^H + (1 - \alpha) \hat{w}_t - \hat{a}_t$$

- Costos marginales en Moneda Nacional

$$\hat{m}c_t^{MN} = \hat{m}c_t^H - \hat{t}_t^S$$

- Costos marginales en Moneda Extranjera

$$\hat{m}c_t^{ME} = \hat{m}c_t^H - \hat{t}_t^S - \hat{t}_t^D$$

- Precio relativo de bienes en Soles

$$\hat{t}_t^S = \hat{t}_t^H - \delta^{DP} \hat{t}_t^D$$

- Precio relativo de bienes en Dólares

$$\hat{t}_t^D = \hat{t}_{t-1}^D + \Delta \hat{s}_t + \hat{\pi}_t^{ME} - \hat{\pi}_t^{MN}$$

- Salario real

$$\hat{w}_t = \lambda_{wr} (\hat{w}_{t-1} - \varepsilon_t^x) + (1 - \lambda_{wr}) \hat{m}r_s_t$$

- Tasa marginal de sustitución

$$m\hat{r}s_t = U_{l,t} - U_{c,t}$$

- Desutilidad marginal del trabajo

$$U_{l,t} = \eta \hat{l}_t$$

- Productividad marginal del capital

$$\hat{r}_t^H = \hat{m}c_t^H + \hat{y}_t - \hat{u}_t - \hat{k}_{t-1} + \varepsilon_t^x$$

- Productividad marginal del trabajo

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

- Acumulación de capital físico

$$\hat{k}_t = \left(\frac{1-\delta}{1+g} \right) \hat{k}_{t-1} + \left(1 + \frac{(1-\delta)}{1+g} \right) (\hat{inv}_t + \hat{\Delta}_t) - \left(\frac{1-\delta}{1+g} \right) \varepsilon_t^x$$

- Ratio de utilización del capital

$$\hat{u}_t = \Phi_u \hat{r}_t^H$$

- Retorno esperado del capital

$$E_t \hat{r}_{t+1}^K = ((1 - \delta^{DF}) \hat{r}_t + \delta^{DF} \hat{r}_t^*) + r \hat{p}_t$$

- Retorno real del capital

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

- Prima de riesgo financiera

$$r \hat{p}_t = \frac{\rho_\omega(\bar{\omega}) \bar{\omega}}{\rho(\bar{\omega})} E_t(\hat{\omega}_{t+1}) + \frac{\rho_{\sigma_\omega}(\bar{\omega}) \bar{\sigma}_\omega}{\rho(\bar{\omega})} \hat{\sigma}_{\omega,t}$$

- Hoja de balance empresarial

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

- Patrimonio empresarial

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

- Activos externos netos

$$\frac{B^*}{Y} (\hat{b}_t^* - \beta^{-1} \hat{b}_{t-1}^*) = \hat{y}_t + \hat{t}_t^{def} - \frac{ABS}{Y} a \hat{b}_{s,t} + \frac{B^*}{Y} \beta^{-1} (\hat{i}_{t-1}^* - \hat{\pi}_t + \Delta \hat{s}_t + \psi_e \hat{b}_t^*)$$

- Paridad descubierta de tasas de interés

$$(1 - \lambda_{pdi}) E_t \Delta \hat{s}_{t+1} - \lambda_{pdi} \Delta \hat{s}_t = \hat{i}_t - \hat{i}_t^* - \psi_e \hat{b}_t + p \hat{d}_t$$

- Regla de Taylor

$$\hat{i}_t = \phi_i \hat{i}_{t-1} + (1 - \phi_i) (\phi_y (\Delta \hat{y}_t + \varepsilon_t^x) + \phi_\pi \hat{\pi}_t) + \hat{z}_t$$

- Restricción de participación de intermediarios financieros

$$R^K \Gamma(\bar{\omega}) \left(\hat{r}_t^k + \hat{q}_{t-1} + \hat{k}_{t-1} + \frac{\Gamma_\omega(\bar{\omega})\bar{\omega}}{\Gamma(\bar{\omega})} \hat{\omega}_t + \frac{\Gamma_{\sigma_\omega}(\bar{\omega})\bar{\sigma}_\omega}{\Gamma(\bar{\omega})} \hat{\sigma}_{\omega,t} \right) = R \left(\left(1 - \frac{N}{K} \right) ((1 - \delta^{DF}) \hat{r}_{t-1} + \delta^{DF} \hat{r}_{t-1}^*) + (\hat{q}_{t-1} + \hat{k}_{t-1} - \varepsilon_t^x) - \frac{N}{K} (\hat{n}_{t-1} - \varepsilon_t^x) \right)$$

Donde $\hat{r}_{t-1} = \hat{i}_{t-1} - \hat{\pi}_t$ y $\hat{r}_{t-1}^* = \hat{i}_{t-1}^* - \hat{\pi}_t^* + \Delta \hat{s}_t^*$.

2.1. Procesos exógenos

a) Oferta:

- Productividad transitoria

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

- Productividad temporal

$$\hat{x}_t = \rho_x \hat{x}_{t-1} + \varepsilon_t^x$$

- Costos domésticos

$$\hat{m}\hat{u}p_t = \rho_{mup} \hat{m}\hat{u}p_{t-1} + \varepsilon_t^{mup}$$

- Costos importados

$$\hat{m}\hat{u}p_t^M = \rho_{mup^M} \hat{m}\hat{u}p_{t-1}^M + \varepsilon_t^{mup^M}$$

- Costos de exportación no primaria

$$\hat{m}\hat{u}p_t^X = \rho_{mup^X} \hat{m}\hat{u}p_{t-1}^X + \varepsilon_t^{mup^X}$$

b) Demanda:

- Preferencias del consumidor

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

- Política monetaria

$$\hat{z}_t = \rho_z \hat{z}_{t-1} + \varepsilon_t^z$$

- Política fiscal

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

c) Externo:

- Cambiario

$$\hat{p}di_t = \rho_{pdi} \hat{p}di_{t-1} + \varepsilon_t^{pdi}$$

- PBI *commodities*

$$\hat{y}_t^{com} = \rho_{y^{com}} \hat{y}_{t-1}^{com} + \varepsilon_t^{y^{com}}$$

- Precios *commodities*

$$\hat{p}_t^{com} = \rho_{p^{com}} \hat{p}_{t-1}^{com} + \varepsilon_t^{p^{com}}$$

- 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

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

d) Financiero:

- Eficiencia marginal de la inversión

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

- Riesgo

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

- Riqueza financiera

$$\hat{\gamma}_t^e = \rho_{\gamma^e} \hat{\gamma}_{t-1}^e + \varepsilon_t^{\gamma^e}$$

2.2. Variables observables

- PBI

$$\Delta y_t^{obs} = \Delta \hat{y}_t + \varepsilon_t^x + \zeta_t^y$$

- Consumo

$$\Delta c_t^{obs} = \Delta \hat{c}_t + \varepsilon_t^x + \zeta_t^c$$

- Inversión

$$\Delta inv_t^{obs} = \Delta \hat{inv}_t + \varepsilon_t^x + \zeta_t^{inv}$$

- Gasto Público

$$\Delta g_t^{obs} = \Delta \hat{g}_t + \varepsilon_t^x + \zeta_t^g$$

- Inflación

$$\pi_t^{obs} = \hat{\pi}_t + \zeta_t^{\pi}$$

- Tasa de interés en moneda nacional

$$i_t^{obs} = \hat{i}_t + \zeta_t^i$$

- Tipo de cambio real

$$rer_t^{obs} = r\hat{e}r_t + \zeta_t^{rer}$$

- Tipo de cambio nominal

$$\Delta s_t^{obs} = \Delta \hat{s}_t + \zeta_t^{\Delta s}$$

- PBI *commodities*

$$\Delta y_t^{com,obs} = \Delta \hat{y}_t^{com} + \varepsilon_t^x + \zeta_t^{y,com}$$

- Precios *commodities*

$$\Delta p_t^{com,obs} = \Delta \hat{p}_t^{com} + \zeta_t^{p,com}$$

- Premio financiero externo

$$rp_t^{obs} = \hat{r}p_t + \zeta_t^{rp}$$

- Crédito bancario

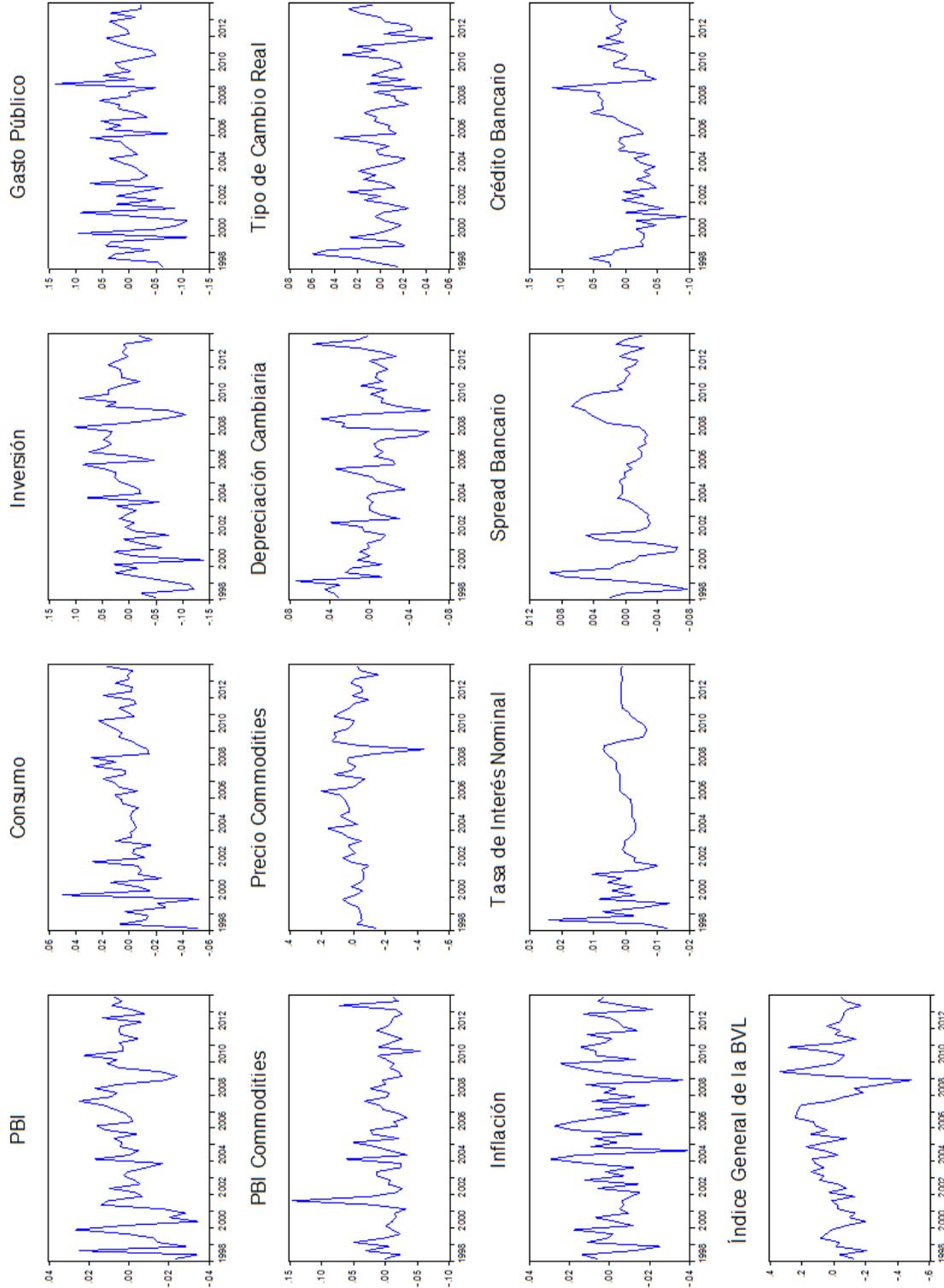
$$\Delta cb_t^{obs} = \Delta \hat{c}b_t + \varepsilon_t^x + \zeta_t^{cb}$$

- Patrimonio empresarial

$$\Delta n_t^{obs} = \Delta \hat{n}_t + \varepsilon_t^x + \zeta_t^n$$

C. Variables observables del modelo

Figura 17: Representación gráfica de las variables incluidas en la estimación del modelo



Fuente: BCRP y Granda *et al.* (2012). Elaboración propia.

D. El contrato de deuda óptima

Los empresarios se dedican a comprar la producción de bienes de capital para luego vendérsela a los productores de bienes intermedios. Para ello, utilizan su propio patrimonio y créditos bancarios (deuda), siendo su hoja de balance:

$$Q_t K_t = CB_t + N_t \quad (113)$$

Donde CB_t es el crédito, en términos reales, otorgado a los empresarios, mientras que N_t es su patrimonio neto. Así, en la ecuación 113 se cumple el principio contable de igualdad entre los activos y los pasivos más el patrimonio. El proyecto del empresario –que evalúa el banco al momento de otorgarle el préstamo– consiste en comprar el capital K_t que produce la empresa productora de bienes de capital, a un precio Q_t y vendérselo a la empresa productora de bienes intermedios hacia el final del período a una tasa de R_{t+1}^K . Sin embargo, el empresario recibe un retorno de capital igual a $E_t \{ \omega_{t+1} R_{t+1}^K \}$ por el proyecto de inversión, donde ω_{t+1} es un shock idiosincrático que sigue una distribución de densidad de probabilidad $f(\omega_{t+1})$, siendo su valor esperado $E(\omega_{t+1}) = \int_0^\infty \omega_{t+1} f(\omega_{t+1}) d\omega = 1$. Es importante mencionar que ω_{t+1} es un parámetro indicativo del desenlace del crédito. Así, existe un valor umbral $\bar{\omega}_{t+1}$ tal que si $\omega_{t+1} > \bar{\omega}_{t+1}$ el empresario paga el crédito al banco debido a que su retorno es mayor al costo del crédito. En cambio si $\omega_{t+1} < \bar{\omega}_{t+1}$, el empresario recibe menos por su inversión que el costo del crédito y entra en *default* por lo que no puede devolver el préstamo. Sólo el empresario puede conocer la realización de ω_{t+1} , por lo que existe un problema de información asimétrica. El banco puede observar dicho valor sólo bajo un costo de monitoreo μ sobre el retorno del capital. Una vez que conoce ω_{t+1} , el empresario paga al banco hacia el final del período $R_{t+1}^L CB_t$ que es la tasa de interés por el crédito multiplicada por el valor del crédito en términos reales.

Por su parte, el banco debe decidir dónde colocar sus fondos en exceso, y tiene dos opciones: otorgarle el crédito al prestamista o desviar sus fondos hacia el mercado interbancario, donde recibirá una tasa de interés R_t^C que refleja su costo de oportunidad. En ese sentido, existirá un diferencial de tasas de interés debido al riesgo de crédito $\left(\frac{R_{t+1}^L}{R_t^C} > 1 \right)$. Asimismo, se asume que la realización de $\omega_{t+1} = \bar{\omega}_{t+1}$. Este caso intermedio implica que el retorno del proyecto de inversión es igual al costo del crédito, por lo que el empresario

obtiene cero beneficios, esto es:

$$\bar{\omega}_{t+1}R_{t+1}^K Q_t K_t = R_{t+1}^L C B_t = R_{t+1}^L (Q_t K_t - N_t)$$

Donde se utiliza la identidad contable presentada en la ecuación 113. Se supone también que el mercado bancario es de competencia perfecta, por lo que el contrato óptimo maximizará los beneficios esperados del empresario mientras que el banco recobrará exactamente el costo de oportunidad de sus fondos. Trasladando este enunciado a un problema de maximización, se obtienen los beneficios del banco (BB_t):

$$BB_t = R_{t+1}^L C B_t \int_{\bar{\omega}_{t+1}}^{\infty} f(\omega_{t+1}) d\omega + (1 - \mu) R_{t+1}^K Q_t K_t \int_0^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega_{t+1} f(\omega_{t+1}) d\omega \quad (114)$$

Donde el primer miembro de la ecuación 114 es la suma de los beneficios bancarios si el empresario recibe un $\omega_{t+1} > \bar{\omega}_{t+1}$, es decir, cuando logra repagar el préstamo bancario; mientras que el segundo término es el beneficio obtenido en caso el empresario entre en *default*, $\omega_{t+1} < \bar{\omega}_{t+1}$. En este último caso, el banco aplica un costo de monitoreo μ para evaluar la situación del empresario y una vez que determina su ω se queda con todo su capital. La ecuación 114 puede simplificarse aún más reemplazando $\bar{\omega}_{t+1} R_{t+1}^K Q_t K_t = R_{t+1}^L C B_t$ en el primer miembro de la suma y luego reordenando términos, así:

$$BB_t = \bar{\omega}_{t+1} R_{t+1}^K Q_t K_t \int_{\bar{\omega}_{t+1}}^{\infty} f(\omega_{t+1}) d\omega + (1 - \mu) R_{t+1}^K Q_t K_t \int_0^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega_{t+1} f(\omega_{t+1}) d\omega \quad (115)$$

$$BB_t = R_{t+1}^K Q_t K_t \left[\int_{\bar{\omega}_{t+1}}^{\infty} \bar{\omega}_{t+1} f(\omega_{t+1}) d\omega + (1 - \mu) \int_0^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega_{t+1} f(\omega_{t+1}) d\omega \right] \quad (116)$$

$$BB_t = R_{t+1}^K Q_t K_t \Gamma(\bar{\omega}_{t+1}) \quad (117)$$

Como se mencionó anteriormente, en un contexto de competencia perfecta los bancos obtienen beneficios iguales a su costo de oportunidad, por lo que se llega a la siguiente igualdad:

$$R_{t+1}^K Q_t K_t \Gamma(\bar{\omega}_{t+1}) = R_t^C C B_t = R_t^C (Q_t K_t - N_t) \quad (118)$$

Por otra parte, los empresarios reciben como beneficios (BI_t):

$$BI_t = R_{t+1}^K Q_t K_t \int_{\bar{\omega}_{t+1}}^{\infty} \omega_{t+1} f(\omega_{t+1}) d\omega - R_{t+1}^L C B_t \int_{\bar{\omega}_{t+1}}^{\infty} f(\omega_{t+1}) d\omega \quad (119)$$

Donde se observa que sus beneficios corresponden a una diferencia entre el retorno del proyecto y el costo total del crédito bancario. Aquí sólo se supone que $\omega_{t+1} > \bar{\omega}_{t+1}$ dado que, de otra forma, el empresario no obtiene beneficios y el capital es desviado hacia el

banco. La expresión se puede simplificar reemplazando $\bar{\omega}_{t+1}R_{t+1}^K Q_t K_t = R_{t+1}^L C B_t$, tal que queda:

$$B I_t = R_{t+1}^K Q_t K_t \int_{\bar{\omega}_{t+1}}^{\infty} \omega_{t+1} f(\omega_{t+1}) d\omega - \bar{\omega}_{t+1} R_{t+1}^K Q_t K_t \int_{\bar{\omega}_{t+1}}^{\infty} f(\omega_{t+1}) d\omega \quad (120)$$

$$B I_t = R_{t+1}^K Q_t K_t \left[\int_{\bar{\omega}_{t+1}}^{\infty} \omega_{t+1} f(\omega_{t+1}) d\omega - \bar{\omega}_{t+1} \int_{\bar{\omega}_{t+1}}^{\infty} f(\omega_{t+1}) d\omega \right] \quad (121)$$

$$B I_t = R_{t+1}^K Q_t K_t \Lambda(\bar{\omega}_{t+1}) \quad (122)$$

Una vez que se obtienen las expresiones simplificadas de los beneficios bancarios y del empresario, se puede establecer el contrato de deuda óptima, que consiste en maximizar los beneficios del empresario sujeto a la restricción de beneficios del banco:

$$\max_{k_t, \bar{\omega}_{t+1}} E_t (\Lambda(\bar{\omega}_{t+1}) R_{t+1}^K Q_t K_t) \quad (123)$$

Sujeto a:

$$E_t (R_{t+1}^K Q_t K_t \Gamma(\bar{\omega}_{t+1})) \geq E_t (R_t^C (Q_t K_t - N_t)) \quad (124)$$

El programa de optimización tiene las siguientes condiciones de primer orden:

$$[K_t] : R_{t+1}^K Q_t \Lambda(\bar{\omega}_{t+1}) + \Xi_t (R_{t+1}^K Q_t \Gamma(\bar{\omega}_{t+1}) - R_t^C Q_t) = 0 \quad (125)$$

$$[\bar{\omega}_{t+1}] : R_{t+1}^K Q_t K_t \Lambda'(\bar{\omega}_{t+1}) + \Xi_t R_{t+1}^K Q_t K_t \Gamma'(\bar{\omega}_{t+1}) = 0 \quad (126)$$

Siendo Ξ_t el multiplicador del lagrangiano. Combinando ambas CPO's se obtiene:

$$S_t = \frac{R_{t+1}^K}{R_t^C} = \left[\Gamma(\bar{\omega}_{t+1}) - \frac{\Lambda(\bar{\omega}_{t+1}) \Gamma'(\bar{\omega}_{t+1})}{\Lambda'(\bar{\omega}_{t+1})} \right]^{-1} = \rho(\bar{\omega}_{t+1}) \quad (127)$$

Luego, se define la tasa de interés real interbancaria, de la siguiente manera:

$$R_t^C = (1 + i_t)^{1 - \delta^{DF}} \left[(1 + i_t^*) \frac{S_{t+1}}{S_t} \right]^{\delta^{DF}} \frac{P_t}{P_{t+1}}$$

Donde δ^{DF} es el grado de dolarización financiera de la economía. Asimismo, se transforma la ecuación de equilibrio bancario:

$$R_{t+1}^K Q_t K_t \Gamma(\bar{\omega}_{t+1}) = R_t^C (Q_t K_t - N_t) \quad (128)$$

Luego combinando las ecuaciones 127 y 128 se obtiene:

$$\frac{R_{t+1}^K}{R_t^C} = \eta_{fin} \left(\frac{Q_t K_t}{N_t} \right) \quad (129)$$

De donde se explicita que la diferencia entre el costo de oportunidad de los fondos prestados y el retorno del capital es una función η_{fin} del ratio entre los activos y el patrimonio del empresario, es decir, de su nivel de apalancamiento financiero. La ecuación 129 es la que comúnmente se presenta en los trabajos sobre acelerador financiero analizados en la revisión de literatura. En este caso, la equivalencia entre ambas expresiones es la siguiente:

$$\frac{Q_t K_t}{N_t} = \left(-\frac{\Lambda(\bar{\omega}_{t+1})\Gamma'(\bar{\omega}_{t+1})}{\Lambda(\bar{\omega}_{t+1})\Gamma'(\bar{\omega}_{t+1}) - \Lambda'(\bar{\omega}_{t+1})\Gamma(\bar{\omega}_{t+1})} \right)^{-1}$$

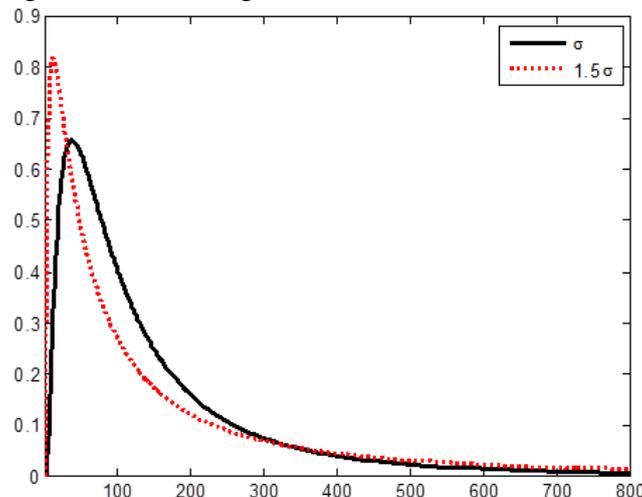
E. El choque de riesgo financiero

En el Anexo D, se observó que ω es una variable aleatoria que se interpreta como un choque idiosincrático que indica si el empresario paga o no el crédito recibido por el banco de acuerdo a un valor umbral $\bar{\omega}$. Aquí, se especifica sus propiedades estadísticas. Se supone que ω sigue una distribución log normal, cuya función de densidad de probabilidades es la siguiente:

$$f(\omega) = \frac{1}{\omega \sigma_{\omega} \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{(\ln \omega - u)^2}{2\sigma_{\omega}^2} \right) \quad (130)$$

Su valor esperado es $E(\omega) = \exp \left(u + \frac{\sigma_{\omega}^2}{2} \right)$, por lo que $\ln(\omega) \sim N \left(-\frac{\sigma_{\omega}^2}{2}, \sigma_{\omega}^2 \right)$, de tal forma que $E(\omega) = 1$. En tanto, la varianza σ_{ω}^2 se interpreta como el riesgo idiosincrático de cada proyecto del empresario. Si σ_{ω}^2 aumenta, entonces se incrementa la dispersión de los retornos probables de los empresarios. En la Figura 18 se observa dos distribuciones de densidad de probabilidades log normales, en la que una de ellas –línea roja punteada– presenta un salto de 50 por ciento de la varianza de la serie original. El gráfico muestra que una mayor dispersión implica que un mayor número de empresarios caerán en la cola izquierda de la distribución, por lo que habrán más inversionistas cuya $\omega < \bar{\omega}$, cayendo en *default*. Ello incrementa el premio por riesgo, aumentando la brecha entre la tasa activa y la tasa de interés interbancaria, y reduciendo los préstamos hacia los empresarios que, a su vez, reducen su inversión generando un menor crecimiento económico.

Figura 18: PDF Log Normal con distintas varianzas



Elaboración propia.

Christiano *et al.* (2014), al evidenciar que el riesgo no es constante en el tiempo, modifican el supuesto de homocedasticidad de la función de distribución log-normal, haciendo que σ_{ω}^2 varíe en el tiempo y se preguntan si este riesgo influye en el crecimiento económico de Estados Unidos. Para ello, asumen que σ_{ω}^2 sigue un proceso de las siguientes características:

$$\ln\sigma_{\omega,t}^2 = \rho_{\sigma_{\omega}} \ln\sigma_{\omega,t-1}^2 + \varepsilon_t^{\sigma_{\omega}} \quad (131)$$

Donde $\varepsilon_t^{\sigma_{\omega}} \sim N(0, \sigma_{\omega\omega}^2)$ es el choque no anticipado de riesgo. Este choque es “no anticipado” en el sentido que el agente que lo enfrenta conoce su realización sólo en el mismo momento en que sucede. Como se analizó en el Anexo D, un incremento de $\sigma_{\omega,t}^2$ afecta directamente a los beneficios bancarios, a través de $\Gamma(\bar{\omega}_{t+1})$ y a los beneficios de los empresarios mediante $\Lambda(\bar{\omega}_{t+1})$, por tanto, también afecta al premio financiero externo $\rho(\bar{\omega}_{t+1})$ y al patrimonio neto del empresario, N_t . A través de las dos últimas variables, el choque de riesgo se transmite al sector real de la economía en el modelo propuesto.

F. Restricción agregada de recursos de la economía

Agregando la ecuación 12 para todos los individuos, se obtiene²⁹:

$$B_t + S_t B_t^* + M_t + P_t C_t = (1 + i_{t-1})B_{t-1} + (1 + i_{t-1}^*)\psi_{t-1}^E S_t B_{t-1}^* + W_t L_t + P_t \Gamma_t - T_t + M_{t-1} \quad (132)$$

Luego, también se agrega la ecuación 76 y se reemplaza M_t en la ecuación 132

$$M_t^j = M_{t-1}^j - T_t - \tau S_t P_t^{com} Y_t^{com} + P_t G_t \quad (133)$$

$$B_t + S_t B_t^* + P_t C_t = (1 + i_{t-1})B_{t-1} + (1 + i_{t-1}^*)\psi_{t-1}^E S_t B_{t-1}^* + W_t L_t + P_t \Gamma_t - P_t G_t + \tau S_t P_t^{com} Y_t^{com} \quad (134)$$

Se define los beneficios empresariales de la siguiente forma:

$$P_t \Gamma_t = P_t^H \Gamma_t^H + P_t^X \Gamma_t^X + (1 - \tau) S_t P_t^{com} Y_t^{com} + P_t^M \Gamma_t^M \quad (135)$$

Donde Γ_t^H , Γ_t^X y Γ_t^M son los beneficios reales de las empresas domésticas, exportadoras e importadoras, respectivamente; y τ son las regalías y/o carga tributaria de las empresas productoras de *commodities*. Los beneficios de los productores domésticos de bienes finales se define así:

$$P_t^H \Gamma_t^H = \int_0^n (P_t^H(j) - MC_t^H P_t^H) Y_t^H(j) \quad (136)$$

Utilizando la definición del índice de precios domésticos y de la dispersión de precios, esta ecuación se redefine así:

$$P_t^H \Gamma_t^H = P_t^H (1 - MC_t^H \Delta_t^H) Y_t^H \quad (137)$$

De forma similar para los importadores y exportadores

$$P_t^M \Gamma_t^M = P_t^M (1 - MC_t^M \Delta_t^M) Y_t^M \quad (138)$$

$$S_t P_t^X \Gamma_t^X = S_t P_t^X (1 - MC_t^X \Delta_t^X) Y_t^X \quad (139)$$

²⁹En esta etapa se considera el modelo sin dolarización de transacciones. Posteriormente se añaden los términos que involucran esta característica, aunque no ejercen influencia importante en la dinámica del modelo loglinealizado.

Luego, reemplazando las ecuaciones 137, 138 y 139 y aplicando la ecuación 87 en la ecuación 135, se tiene:

$$P_t \Gamma_t = P_t^{def} Y_t - P_t MC_t (\Delta_t^H Y_t^H + \Delta_t^X Y_t^X) + P_t^M (1 - MC_t^M \Delta_t^M) Y_t^M - \tau S_t P_t^{com} Y_t^{com} \quad (140)$$

De las ecuaciones 92 y 93 para todas las firmas productoras de bienes finales, se llega a:

$$MC_t (\Delta_t^H Y_t^H + \Delta_t^X Y_t^X) = R_t^H u_t K_{t-1} + \frac{W_t}{P_t} L_t \quad (141)$$

Que reemplazado en la ecuación 140 da como resultado:

$$P_t \Gamma_t = P_t^{def} Y_t - P_t R_t^H u_t K_{t-1} - W_t L_t + P_t^M (1 - MC_t^M \Delta_t^M) Y_t^M - \tau S_t P_t^{com} Y_t^{com} \quad (142)$$

Posteriormente, se reemplaza $P_t \Gamma_t$ de la ecuación 142 en la ecuación 134:

$$\begin{aligned} B_t + S_t B_t^* + P_t C_t &= (1 + i_{t-1}) B_{t-1} + (1 + i_{t-1}^*) \psi_{t-1}^E S_t B_{t-1}^* \\ &+ P_t^{def} Y_t - P_t u_t R_t^H K_{t-1} + P_t^M (1 - MC_t^M \Delta_t^M) Y_t^M - P_t G_t \end{aligned} \quad (143)$$

Ahora, se reformula convenientemente la ecuación 65:

$$u_t R_t^H K_{t-1} = (Q_{t-1} R_t^K + \Phi_u(u_t) - (1 - \delta) Q_t) K_{t-1} \quad (144)$$

Por su parte, la ecuación 36 puede escribirse -de forma agregada- así:

$$K_{t-1} = \frac{K_t - \Psi \left(\frac{INV_t \Delta_t}{INV_{t-1}} \right) INV_t}{1 - \delta} \quad (145)$$

De tal forma que la ecuación 145 se incluye en la ecuación 144:

$$u_t R_t^H K_{t-1} = (Q_{t-1} R_t^K + \Phi_u(u_t)) K_{t-1} - Q_t \left(K_t - \Psi \left(\frac{INV_t \Delta_t}{INV_{t-1}} \right) INV_t \right) \quad (146)$$

Teniendo en cuenta que los productores de capital se encuentran en un mercado competitivo, sus beneficios son cero, por lo tanto $Q_t \Psi \left(\frac{INV_t \Delta_t}{INV_{t-1}} \right) INV_t - INV_t = 0$. Reemplazando este resultado en la ecuación 146:

$$u_t R_t^H K_{t-1} = (Q_{t-1} R_t^K + \Phi_u(u_t)) K_{t-1} - Q_t K_t + INV_t \quad (147)$$

Reemplazando la ecuación 64 se tiene:

$$u_t R_t^H K_{t-1} = (Q_{t-1} R_t^K + \Phi_u(u_t)) K_{t-1} - N_t - CB_t + INV_t \quad (148)$$

De la ecuación que rige la dinámica del patrimonio de los empresarios, N_t , se redefine $V_{t+1} = R_{t+1}^K Q_t K_t - R_{t+1}^L C B_t \int_{\bar{\omega}}^{\infty} f(\omega) d\omega - R_{t+1}^K Q_t K_t \int_0^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega_{t+1} f(\omega_{t+1}) d\omega$ como las ganancias agregadas de capital de los empresarios y luego se tiene que

$$N_{t+1} = V_{t+1} - C_t^e + W^e \quad (149)$$

Trabajando en V_{t+1} , y tomando en cuenta la ecuación 114 y 117, se llega a la siguiente ecuación:

$$V_{t+1} = R_t^K Q_{t-1} K_{t-1} - R_t^K Q_{t-1} K_{t-1} \Gamma(\bar{\omega}_t) - \mu R_t^K Q_{t-1} K_{t-1} \int_0^{\bar{\omega}_t} \omega_t f(\omega_t) d\omega \quad (150)$$

Utilizando la ecuación 129, se puede reducir aún más esta expresión:

$$V_{t+1} = R_t^K Q_{t-1} K_{t-1} - R_{t-1} C B_{t-1} - \mu R_t^K Q_{t-1} K_{t-1} \int_0^{\bar{\omega}_t} \omega_t f(\omega_t) d\omega \quad (151)$$

Reemplazando la ecuación 151 en 149 e incluyendo todo ello en la ecuación 148, se tiene:

$$R_t^H u_t K_{t-1} = R_{t-1} C B_{t-1} + \mu R_t^K Q_{t-1} K_{t-1} \int_0^{\bar{\omega}_t} \omega_t f(\omega_t) d\omega + C_t^e - W^e - C B_t + INV_t \quad (152)$$

Esta ecuación se introduce en la ecuación 143 y se obtiene:

$$\begin{aligned} B_t + S_t B_t^* + P_t C_t &= (1 + i_{t-1}) B_{t-1} + (1 + i_{t-1}^*) \psi_{t-1}^E S_t B_{t-1}^* \\ &+ P_t^{def} Y_t - P_t R_{t-1} C B_{t-1} - P_t \mu R_t^K Q_{t-1} K_{t-1} \int_0^{\bar{\omega}_t} \omega_t f(\omega_t) d\omega - P_t C_t^e + P_t W^e \\ &+ P_t C B_t - P_t INV_t + P_t^M (1 - MC_t^M \Delta_t^M) Y_t^M - P_t \Phi_u(u_t) K_{t-1} - P_t G_t \end{aligned} \quad (153)$$

Aplicando el hecho que $C B_t$ es el crédito en términos reales y, por tanto, en equilibrio $B_t = P_t C B_t$, es decir, el ahorro de los hogares es igual al crédito ofertado a los empresarios. Además, teniendo en cuenta la definición de $R_t = (1 + i_t) \frac{P_t}{P_{t+1}}$ y de la demanda interna, ABS_t ³⁰, se llega a lo siguiente:

$$\begin{aligned} S_t B_t^* - (1 + i_{t-1}^*) \psi_{t-1}^E S_t B_{t-1}^* &= P_t^{def} Y_t - P_t ABS_t + P_t W^e + P_t^M (1 - MC_t^M \Delta_t^M) Y_t^M \\ &- P_t \Phi_u(u_t) K_{t-1} \end{aligned} \quad (154)$$

Finalmente, para obtener la ecuación de la balanza de pagos, se divide por P_t . Reordenando los términos convenientemente, se llega a lo siguiente:

$$\begin{aligned} \frac{S_t B_t^*}{P_t} - \frac{S_{t-1} B_{t-1}^*}{P_{t-1}} &= \frac{P_t^{def}}{P_t} Y_t - ABS_t + \left(\frac{(1 + i_t^*) S_t / S_{t-1}}{\pi_t} \psi_{t-1}^E - 1 \right) \frac{S_{t-1} B_{t-1}^*}{P_{t-1}} \\ &+ RESTO_t \end{aligned} \quad (155)$$

³⁰ $ABS_t = C_t + INV_t + G_t + \mu R_t^K Q_{t-1} K_{t-1} \int_0^{\bar{\omega}_t} \bar{\omega}_t f(\bar{\omega}_t) dF(\omega)$, donde el costo real del monitoreo bancario, $\mu R_t^K Q_{t-1} K_{t-1} \int_0^{\bar{\omega}_t} \bar{\omega}_t f(\bar{\omega}_t) dF(\omega)$, toma un valor despreciable al momento de la log-linealización.

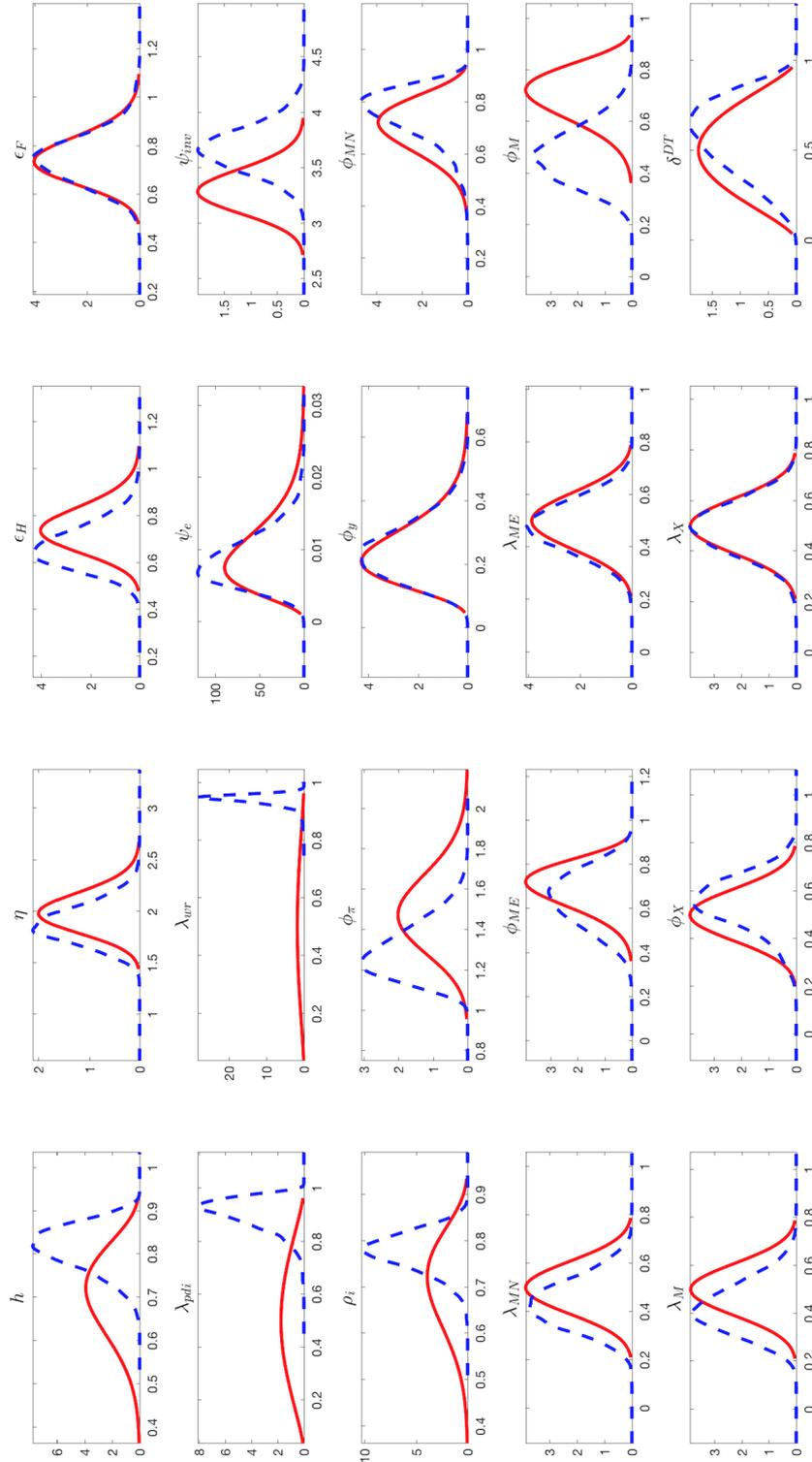
Esta es la ecuación 94. Se define $RESTO_t = W^e + \frac{P_t^M}{P_t} (1 - MC_t^M \Delta_t^M) Y_t^M - \Phi_u(u_t) K_{t-1}$, que es la suma de las transferencias a los nuevos empresarios y los beneficios de las firmas importadoras. Cuando el modelo se amplía para considerar dolarización (de transacciones, financiera y de precios), el componente $RESTO_t$ aumenta con dos nuevos elementos:

$$RESTO_t = W^e + \frac{P_t^M}{P_t} (1 - MC_t^M \Delta_t^M) Y_t^M + \frac{(1 + i_{t-1})}{\pi_t} \left[1 - \left(\frac{(1 + i_{t-1}^*) \frac{S_t}{S_{t-1}}}{1 + i_{t-1}} \right)^{\delta^{DF}} \right] CB_{t-1} - \frac{S_t}{P_t} (M_t^* - M_{t-1}^*) - \Phi_u(u_t) K_{t-1} \quad (156)$$

Donde $\frac{(1+i_{t-1})}{\pi_t} \left[1 - \left(\frac{(1+i_{t-1}^*) \frac{S_t}{S_{t-1}}}{1+i_{t-1}} \right)^{\delta^{DF}} \right] CB_{t-1}$ es el efecto del crédito en dólares y $\frac{S_t}{P_t} (M_t^* - M_{t-1}^*)$ es el crecimiento de la demanda de dinero en moneda extranjera por parte de los consumidores.

G. Cuadros y figuras adicionales

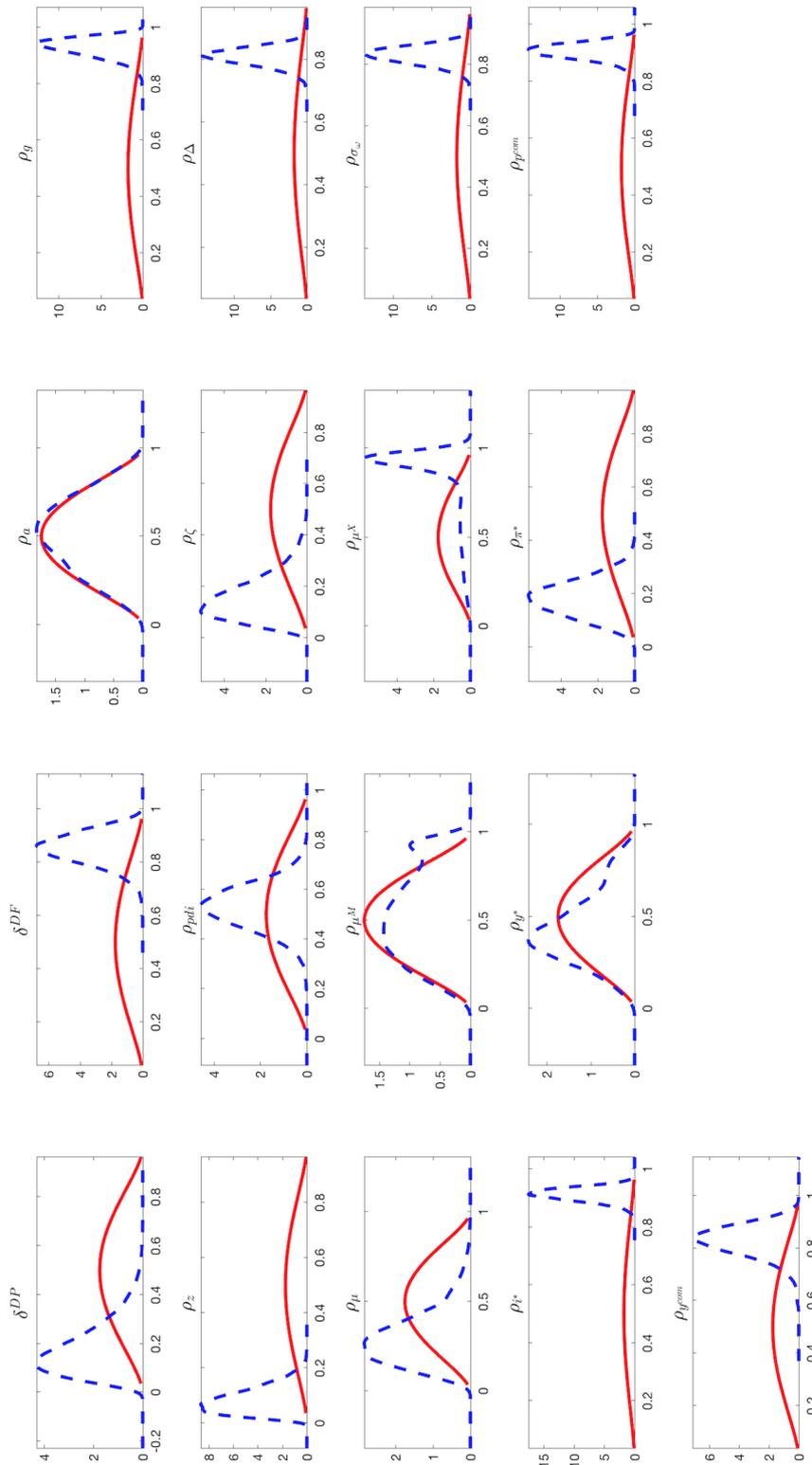
Figura 19: Distribuciones *a priori* y *a posteriori* del modelo base



Línea roja: distribución *a priori*. Línea azul: distribución *a posteriori*.

Elaboración propia.

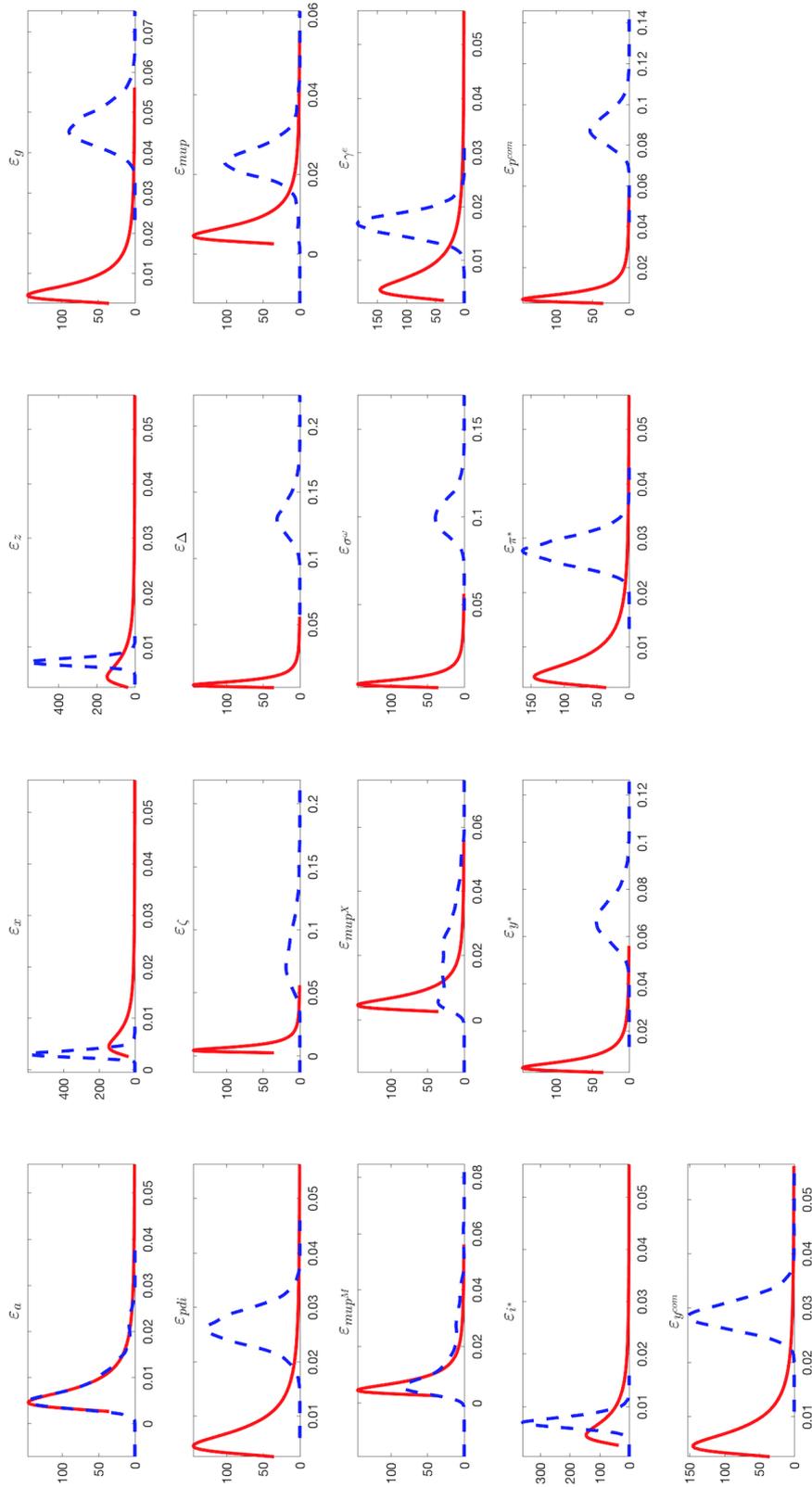
Figura 20: Distribuciones *a priori* y *a posteriori* del modelo base (continuación)



Línea roja: distribución *a priori*. Línea azul: distribución *a posteriori*.

Elaboración propia.

Figura 21: Distribuciones *a priori* y *a posteriori* del modelo base (continuación)



Línea roja: distribución *a priori*. Línea azul: distribución *a posteriori*.

Elaboración propia.

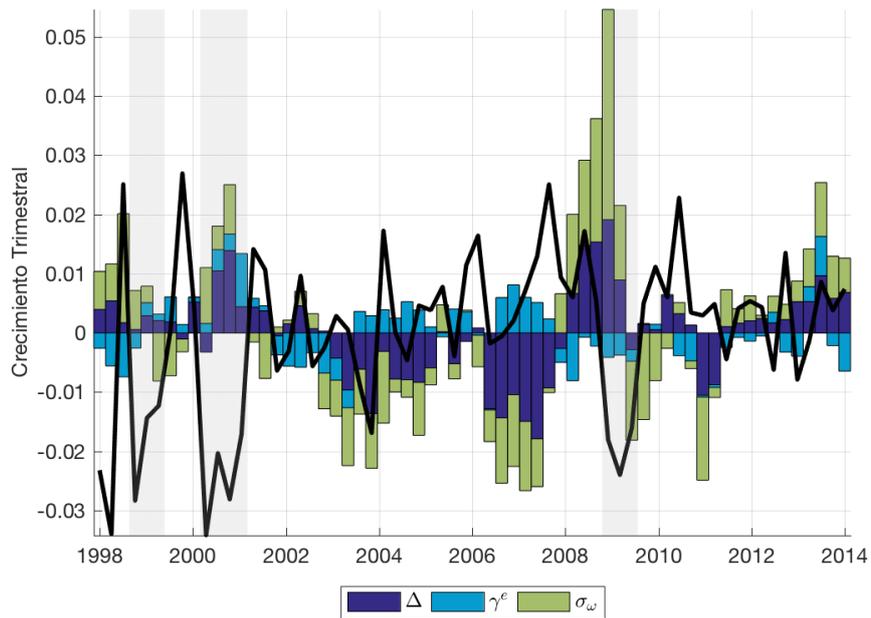
Cuadro 10: Descomposición de varianza desagregada del modelo base

Variables	Oferta				Demanda			Externo				Financiero		Error				
	a	x	mup	mup^M	mup^X	z	g	ζ	pdi	i^*	y^*	π^*	y^{com}	p^{com}	σ_ω	γ^e	Δ	ς
ΔY_t	0,0	0,6	3,9	0,1	1,4	3,1	3,1	7,1	0,3	15,5	22,6	14,9	9,9	0,7	9,2	1,8	5,6	0,2
ΔNV_t	0,2	0,0	0,4	0,0	0,3	1,8	0,4	0,6	0,8	35,8	0,5	12,8	1,3	1,1	15,4	4,1	24,4	0,1
ΔC_t	0,1	0,3	1,5	0,2	0,0	7,3	0,2	68,7	8,5	6,6	0,0	2,8	0,1	2,4	0,1	0,1	0,6	0,7
π_t	0,3	0,0	20,4	2,2	0,1	11,2	0,1	0,2	35,3	13,1	0,1	14,2	0,2	1,3	0,2	0,1	0,8	0,4
i_t	0,1	0,0	3,4	0,7	0,2	16,1	0,4	0,4	31,5	26,4	0,3	13,4	0,5	3,6	0,7	0,3	1,9	0,1
rer_t	0,3	0,0	16,8	2,1	0,2	1,5	0,2	0,4	30,2	7,0	0,3	36,3	0,6	0,5	0,8	0,3	2,1	0,3
Δs_t	0,1	0,0	1,3	0,3	0,1	6,1	0,2	0,2	68,4	14,3	0,1	6,0	0,2	0,7	0,4	0,2	1,1	0,5
ΔCB_t	0,8	5,6	10,8	1,6	0,1	0,7	0,2	0,6	13,6	10,9	1,1	14,4	0,9	0,5	3,8	22,1	11,7	0,7
rp_t	0,3	0,0	0,0	0,1	0,3	1,3	0,4	0,8	1,9	22,1	0,7	14,7	1,3	0,6	49,1	6,3	0,1	0,0
ΔN_t	0,3	0,0	0,1	0,1	0,4	1,9	0,5	0,9	1,6	33,8	0,8	19,3	1,6	0,9	31,5	6,5	0,0	0,1

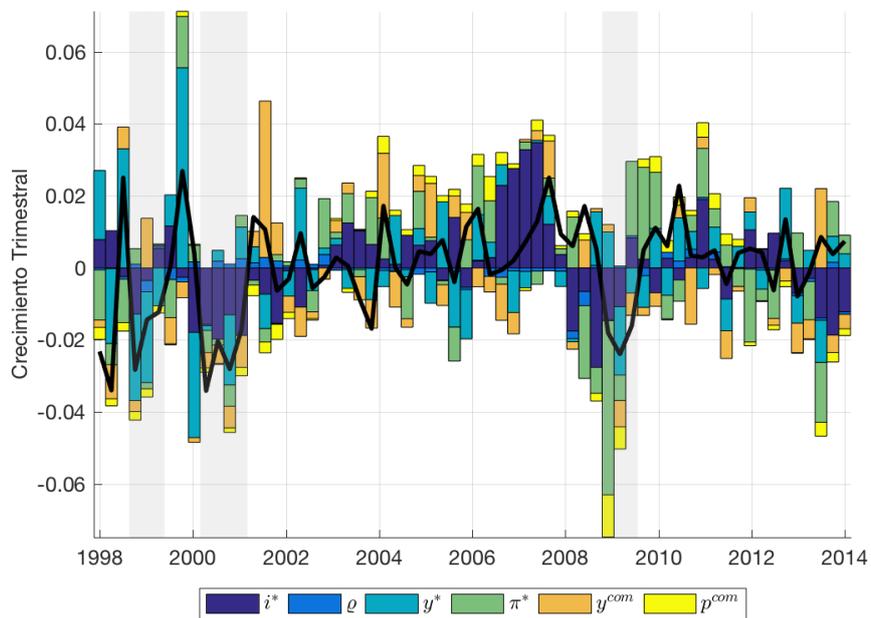
Fuente: Simulaciones del modelo base

Elaboración propia.

Figura 22: Descomposición histórica del PBI por factores



(a) Factores financieros



(b) Factores externos

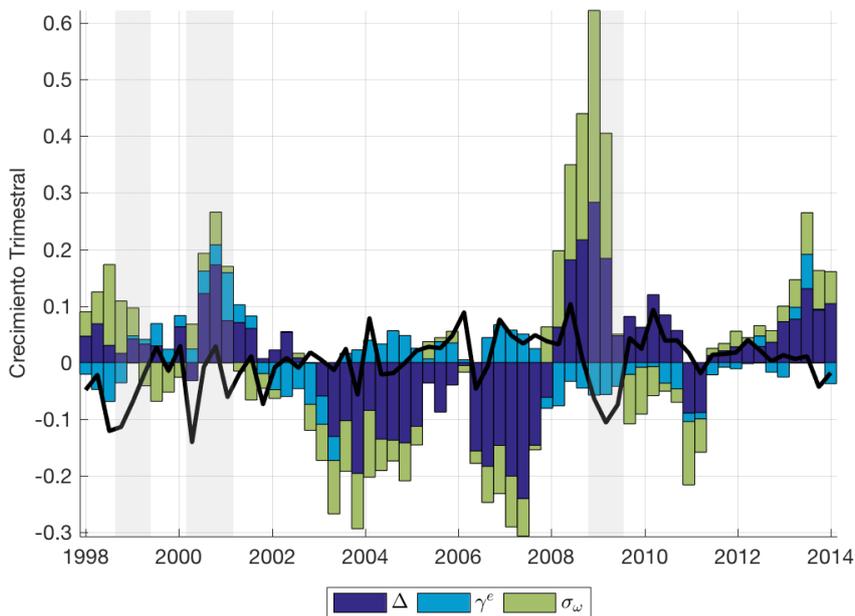
Δ : eficiencia marginal de la inversión; γ^e : riqueza empresarial; σ_ω : riesgo financiero.

i^* : tasa de interés externa; ρ : prima cambiaria; y^* : demanda externa; π^* : inflación externa

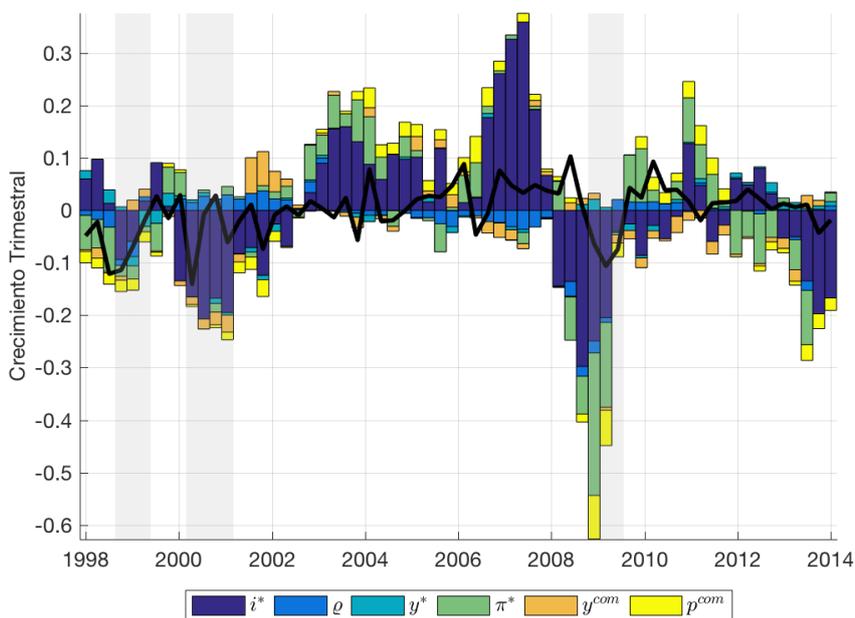
y^{com} : demanda de *commodities*; p^{com} : precios de *commodities*.

Fuente: Simulación del modelo base. Elaboración propia.

Figura 23: Descomposición histórica de la Inversión por factores



(a) Factores financieros



(b) Factores externos

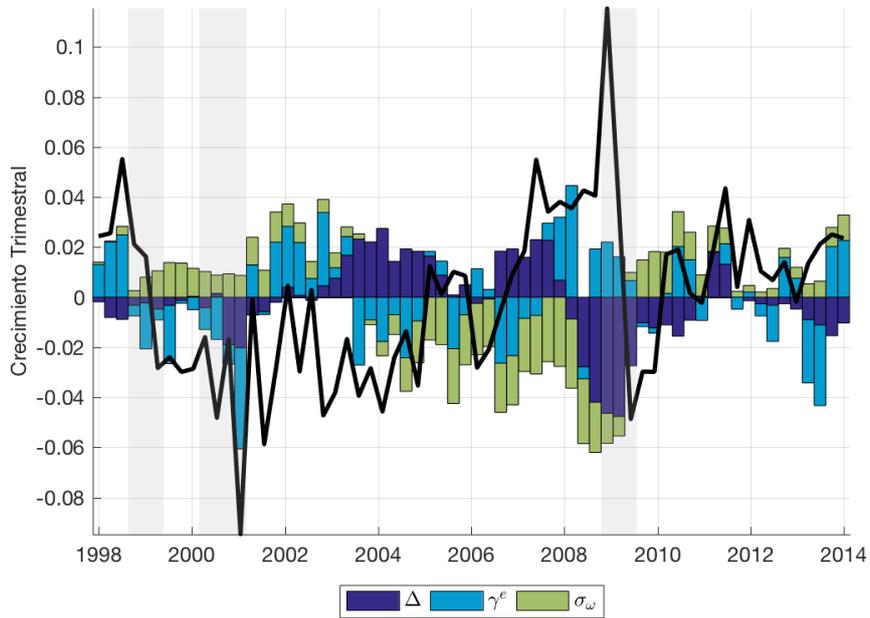
Δ : eficiencia marginal de la inversión; γ^e : riqueza empresarial; σ_ω : riesgo financiero.

i^* : tasa de interés externa; ρ : prima cambiaria; y^* : demanda externa; π^* : inflación externa

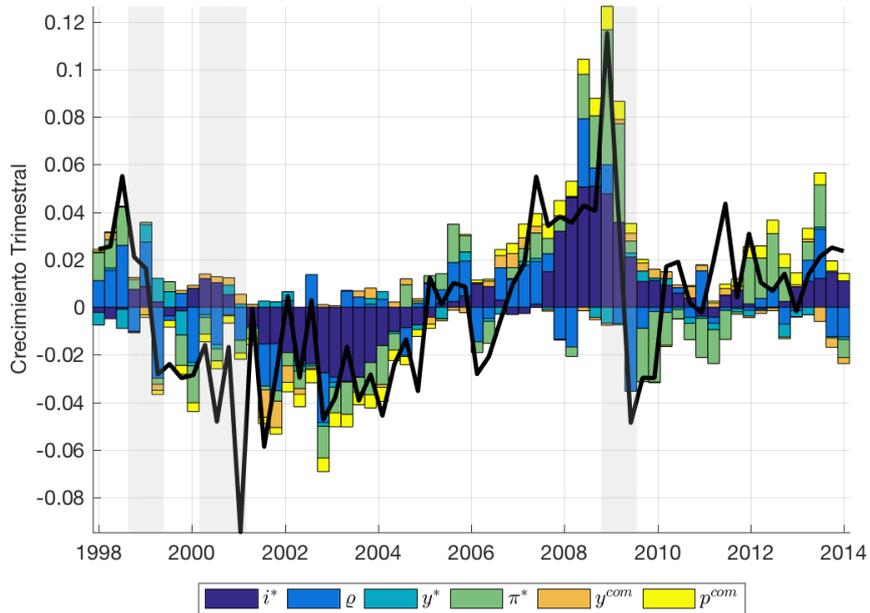
y^{com} : demanda de *commodities*; p^{com} : precios de *commodities*.

Fuente: Simulación del modelo base. Elaboración propia.

Figura 24: Descomposición histórica del Crédito Bancario por factores



(a) Factores financieros



(b) Factores externos

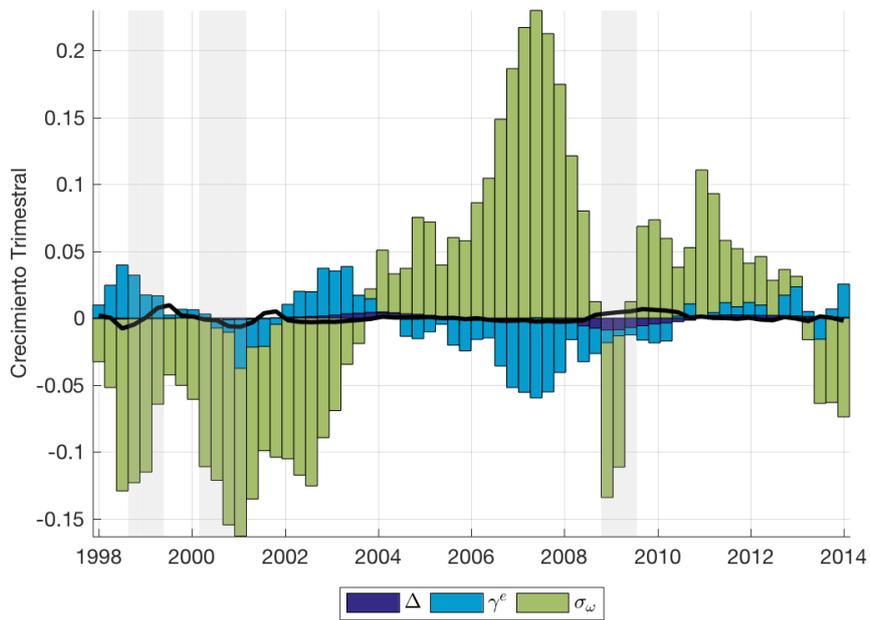
Δ : eficiencia marginal de la inversión; γ^e : riqueza empresarial; σ_ω : riesgo financiero.

i^* : tasa de interés externa; ρ : prima cambiaria; y^* : demanda externa; π^* : inflación externa

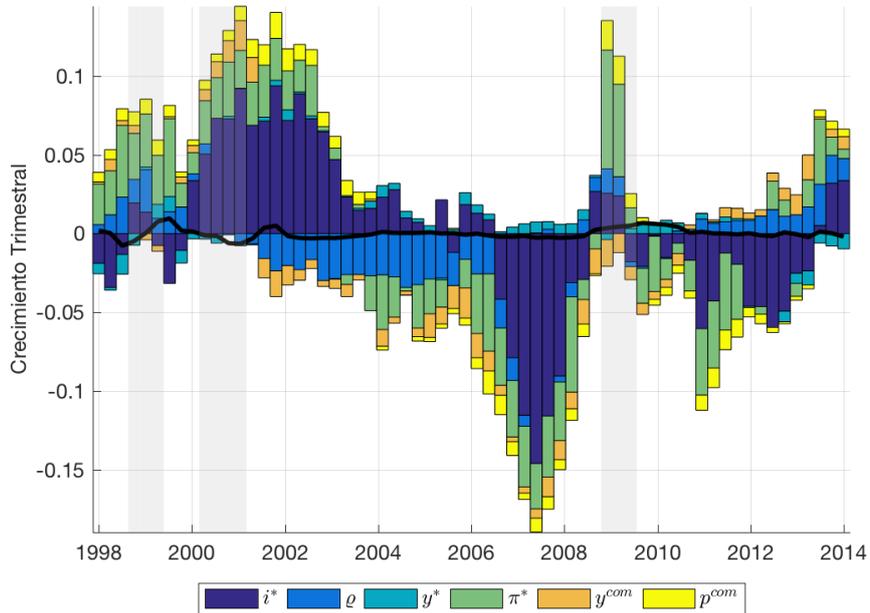
y^{com} : demanda de *commodities*; p^{com} : precios de *commodities*.

Fuente: Simulación del modelo base. Elaboración propia.

Figura 25: Descomposición histórica del *Spread* Bancario por factores



(a) Factores financieros



(b) Factores externos

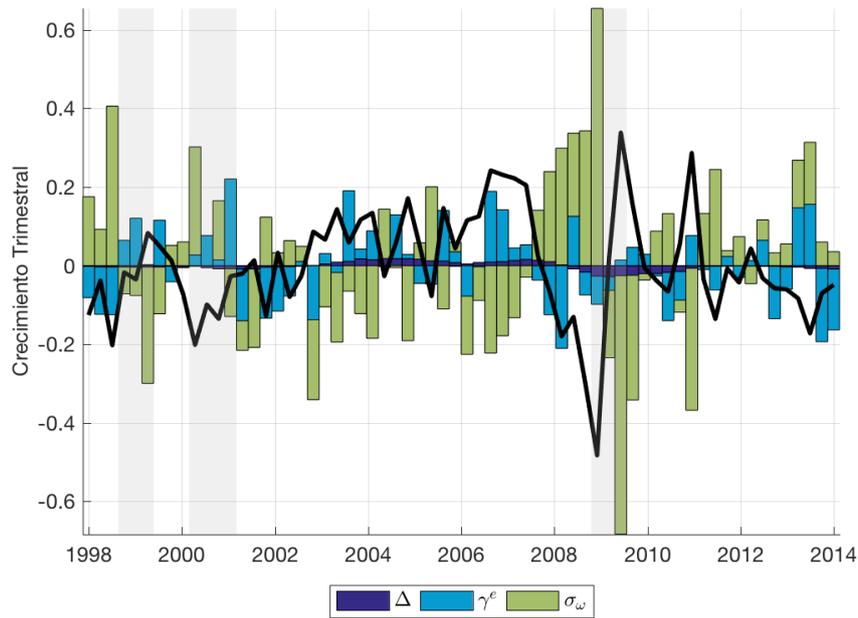
Δ : eficiencia marginal de la inversión; γ^e : riqueza empresarial; σ_ω : riesgo financiero.

i^* : tasa de interés externa; ρ : prima cambiaria; y^* : demanda externa; π^* : inflación externa

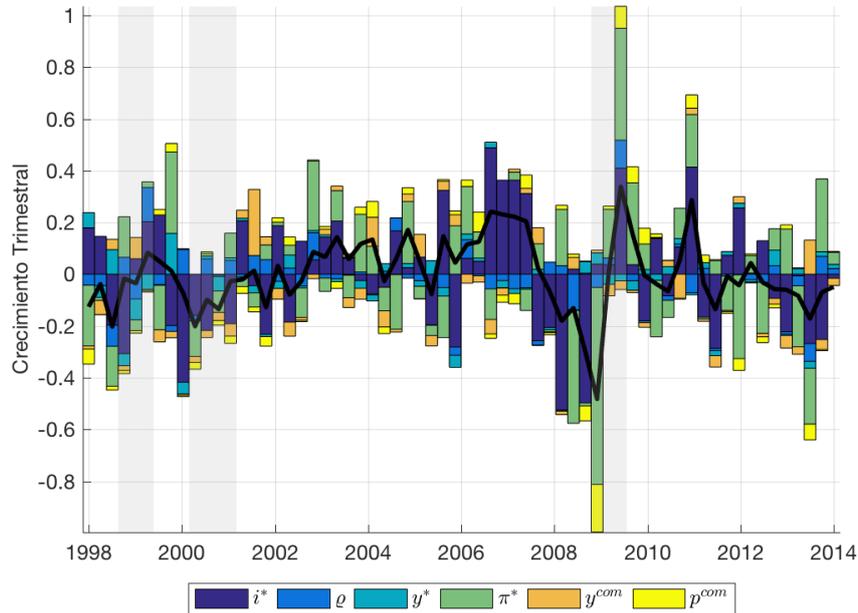
y^{com} : demanda de *commodities*; p^{com} : precios de *commodities*.

Fuente: Simulación del modelo base. Elaboración propia.

Figura 26: Descomposición histórica del Patrimonio Empresarial por factores



(a) Factores financieros



(b) Factores externos

Δ : eficiencia marginal de la inversión; γ^e : riqueza empresarial; σ_ω : riesgo financiero.

i^* : tasa de interés externa; ρ : prima cambiaria; y^* : demanda externa; π^* : inflación externa

y^{com} : demanda de *commodities*; p^{com} : precios de *commodities*.

Fuente: Simulación del modelo base. Elaboración propia.

Cuadro 11: Análisis de sensibilidad, media a *a posteriori* de los parámetros estructurales

Parámetros	2	3	4	5	6	7	8
h	0,8411	0,8320	0,8271	0,7408	0,7639	0,8418	0,8198
η	1,8614	1,9469	1,8468	1,9641	1,9219	1,8562	1,8628
ε_H	0,6509	0,6255	0,6714	0,6800	0,8162	0,6741	0,7012
ε_F	0,7302	0,6862	0,7680	0,7426	0,7566	0,7305	0,7338
λ_{pdi}	0,7045	0,9212	0,9041	0,9102	0,4377	0,9134	0,8620
λ_{wr}	0,8779		0,9538	0,9629	0,336	0,9375	0,1781
ψ_E	0,0069	0,0084	0,0084	0,0067	0,0037	0,0087	0,0125
ψ_{inv}	3,6249	3,6488	3,6913	3,2401	3,7478	3,6718	3,6020
ϕ_i	0,7136	0,7931	0,7811	0,7697	0,5958	0,7942	0,9389
ϕ_π	1,1828	1,2961	1,3062	1,3625	1,6098	1,2937	1,5173
ϕ_y	0,2766	0,2452	0,2622	0,2579	0,2649	0,2526	0,2143
ϕ_{MN}	0,8766	0,7001	0,7846	0,8623	0,7492	0,7321	0,5722
λ_{MN}	0,4621	0,4724	0,4596	0,4402	0,442	0,4096	0,4165
ϕ_{ME}	0,6898	0,6635	0,6571	0,6971	0,7505	0,7046	0,6683
λ_{ME}	0,4900	0,4717	0,4807	0,4841	0,4154	0,5030	0,4789
ϕ_M	0,4051	0,4945	0,4523	0,3677	0,2981	0,4478	0,6247
λ_M	0,4274	0,4381	0,4109	0,3923	0,415	0,4148	0,4429
ϕ_X	0,4333	0,5027	0,4358	0,4534	0,3536	0,5323	0,4277
λ_X	0,4840	0,4980	0,4846	0,4933	0,4586	0,4873	0,4847
δ^{DT}	0,5803	0,5723	0,5918	0,5121	0,5066		0,4897
δ^{DP}	0,1691	0,2124	0,1667	0,1238	0,5607		0,2434
δ^{DF}	0,8134	0,8597	0,8386	0,8761		0,8555	0,7947
ϕ_s	0,4403						
ϕ_L		0,6678					
λ_L			0,5228				
λ_C				0,2944			

2: Tipo de cambio en la Regla de Taylor; 3: Curva de Phillips en Salarios

4: Consumidores no ricardianos; 5: Choque de oferta de crédito

6: Dolarización real; 7: Dolarización financiera

8: Tamaño de muestra 2002-2013.

Fuente: Simulaciones adicionales. Elaboración propia.

Cuadro 12: Análisis de sensibilidad, media a *a posteriori* de los procesos exógenos

Parámetros	2	3	4	5	6	7	8
ρ_A	0,6059	0,5222	0,3868	0,5559	0,9140	0,4917	0,5282
ρ_G	0,9289	0,9271	0,9329	0,9270	0,9240	0,9250	0,7463
ρ_z	0,0960	0,0835	0,0803	0,0810	0,0952	0,0873	0,2490
ρ_{pdi}	0,5633	0,5249	0,5612	0,4557	0,2830	0,5347	0,4194
ρ_ζ	0,1936	0,1615	0,1987	0,1887	0,1711	0,1579	0,3326
ρ_Δ	0,8183	0,8080	0,8029	0,7176	0,8225	0,8094	0,7721
ρ_{mup}	0,2984	0,2965	0,3550	0,4663	0,8572	0,2893	0,6107
ρ_{mup^M}	0,5674	0,7194	0,4456	0,2462	0,5179	0,5818	0,6637
ρ_{mup^X}	0,6003	0,6049	0,6647	0,4996	0,5099	0,7625	0,4991
$\rho_{\sigma\omega}$	0,8186	0,8295	0,8166	0,2718	0,7903	0,8266	0,8092
ρ_{i^*}	0,8935	0,9129	0,9143	0,9208	0,2984	0,9143	0,9182
ρ_{y^*}	0,6333	0,4226	0,5522	0,9067	0,8124	0,4031	0,4337
ρ_{π^*}	0,1707	0,1994	0,1828	0,0963	0,3208	0,1802	0,1687
$\rho_{p^{com}}$	0,8966	0,9115	0,9022	0,9060	0,9008	0,9059	0,8186
$\rho_{y^{com}}$	0,8236	0,8273	0,8256	0,8020	0,8082	0,8227	0,7808
σ_A	0,0326	0,0085	0,0224	0,0081	0,0266	0,0081	0,0092
σ_X	0,0034	0,0032	0,0034	0,0044	0,0048	0,0033	0,0031
σ_Z	0,0074	0,0073	0,0073	0,0075	0,0107	0,0073	0,0022
σ_G	0,0468	0,0468	0,0475	0,0474	0,0474	0,0472	0,0355
σ_{pdi}	0,0192	0,0275	0,0264	0,0312	0,0086	0,0267	0,0216
σ_ζ	0,1074	0,0947	0,1161	0,0597	0,0696	0,1083	0,0588
σ_Δ	0,1379	0,1318	0,1306	0,0990	0,1501	0,1323	0,1257
σ_{mup}	0,0237	0,0250	0,0164	0,0084	0,0392	0,0231	0,0452
σ_{mup^M}	0,0084	0,0168	0,0368	0,0591	0,0376	0,0141	0,0080
σ_{mup^X}	0,0148	0,0101	0,0166	0,0085	0,0083	0,0208	0,0086
$\sigma_{\omega\omega}$	0,1038	0,1010	0,1027	0,2098	0,1087	0,1017	0,1078
σ_{γ^e}	0,0136	0,0173	0,0162	0,0155	0,0236	0,0171	0,0161
σ_{i^*}	0,0055	0,0070	0,0074	0,0076	0,0071	0,0072	0,0054
σ_{y^*}	0,0757	0,0689	0,0665	0,0837	0,0821	0,0678	0,0497
σ_{π^*}	0,0276	0,0279	0,0277	0,0279	0,0286	0,0277	0,0298
$\sigma_{p^{com}}$	0,0904	0,0888	0,0889	0,0892	0,0893	0,0893	0,0971
$\sigma_{y^{com}}$	0,0286	0,0285	0,0290	0,0287	0,0287	0,0289	0,0227

2: Tipo de cambio en la Regla de Taylor; 3: Curva de Phillips en Salarios

4: Consumidores no ricardianos; 5: Choque de oferta de crédito

6: Dolarización real; 7: Dolarización financiera

8: Tamaño de muestra 2002-2013.

Fuente: Simulaciones adicionales. Elaboración propia.

Cuadro 13: Descomposición de varianza desagregada de los modelos del Análisis de Sensibilidad

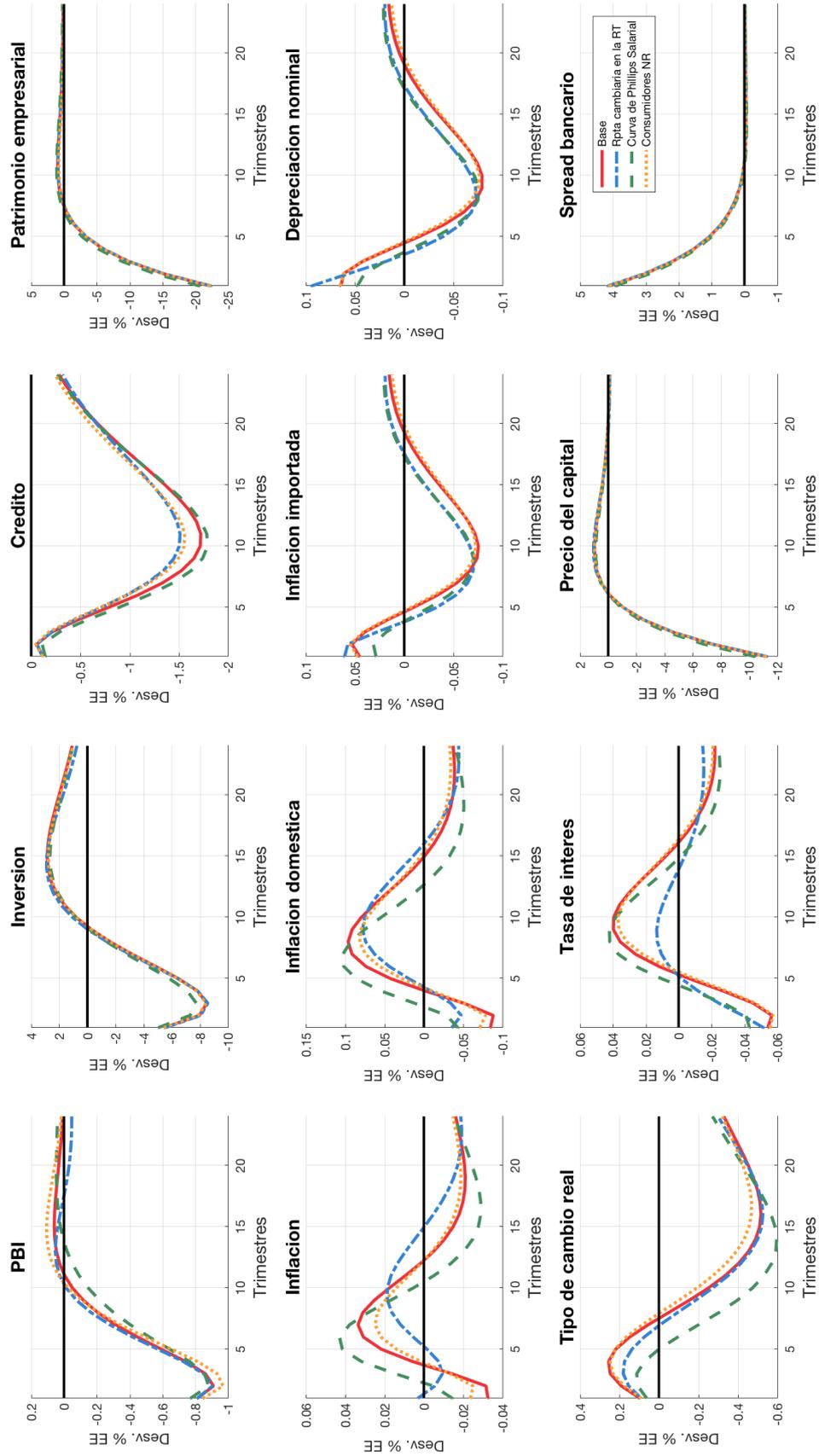
Variables	Modelos	Oferta				Demanda			Externo				Financiero			Error				
		A	X	MUP	MUP ^M	MUP ^X	Z	G	ζ	PDI	t*	Y*	π*	Y ^{com}	P ^{com}		σ ₀	γ ^e	Δ	v
ΔY _t	2	0,33	0,6	5,88	0,02	0,17	1,82	2,82	8,38	0,14	8,75	25,74	18,84	9,5	1,32	8,5	1,1	5,88	0	0,21
	3	0,17	0,56	2,45	0,73	0,31	3,2	3,38	6,5	0,39	16,27	20,87	16,38	10,13	0,65	9,27	1,9	6,63	0	0,21
	4	1,9	0,5	1,49	1,09	0,02	3,04	3,61	1,86	0,86	16,59	18,97	18,69	10,82	0,58	10,16	2,04	7,58	0	0,19
	5	0,0	0,7	0,6	0,6	0,0	3,0	2,2	4,7	0,2	17,4	29,4	10,2	6,6	0,7	0,0	1,3	2,8	19,5	0,2
	6	8,71	1,66	12,19	0,35	0,03	5,01	2,97	7,41	0,11	0,05	32,5	4,43	8,93	0,15	7,85	3,21	4,12	0	0,31
	7	0,02	0,57	3,59	0,15	1,12	2,98	3,13	8,88	0,51	15,22	22,22	14,84	9,55	0,67	8,91	1,84	5,58	0	0,23
	8	1,11	1,13	7,89	0,26	0,07	2,6	2,62	4,9	1,06	12,16	20,12	17,62	8,86	0,39	11,43	1,97	5,37	0	0,47
	ΔINV _t	2	5,46	0,03	1,56	0	0,02	1,3	0,41	1,1	0,31	21,47	1,99	18,92	1,85	2,49	14,84	2,62	25,54	0
3		1,13	0,01	0,3	0,02	0,04	1,84	0,57	0,83	0,39	34,81	0,89	13,68	1,52	0,88	14,26	3,94	24,82	0	0,07
4		2,28	0,01	0,19	0,03	0	1,93	0,53	0,47	0,27	34,81	1,19	13,39	1,52	0,86	14,08	3,77	24,61	0	0,07
5		0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	1,5	0,4	0,4	0,6	45,0	8,5	11,2	1,0	0,9	0,0	3,5	12,9	13,8	0,1
6		7,12	0,1	9,47	0,02	0	11,05	0,38	0,66	0,23	0,2	4,4	0,99	1,18	0,76	17,46	11,15	34,73	0	0,09
7		0,15	0,02	0,35	0	0,21	1,99	0,42	0,96	0,57	36,3	0,48	12,65	1,29	1,12	15,02	4,19	24,21	0	0,07
8		0,2	0,07	1,44	0,02	0	6,39	0,08	0,4	2,39	32,19	0,41	10,72	0,78	1,13	16,26	4,16	23,28	0	0,09

2: Tipo de cambio en la Regla de Taylor; 3: Curva de Phillips en Salarios 4: Consumidores no ricardianos; 5: Choque de oferta crediticia

6: Dolarización real (4); 7: Dolarización financiera; 8: Muestra 2002-2013

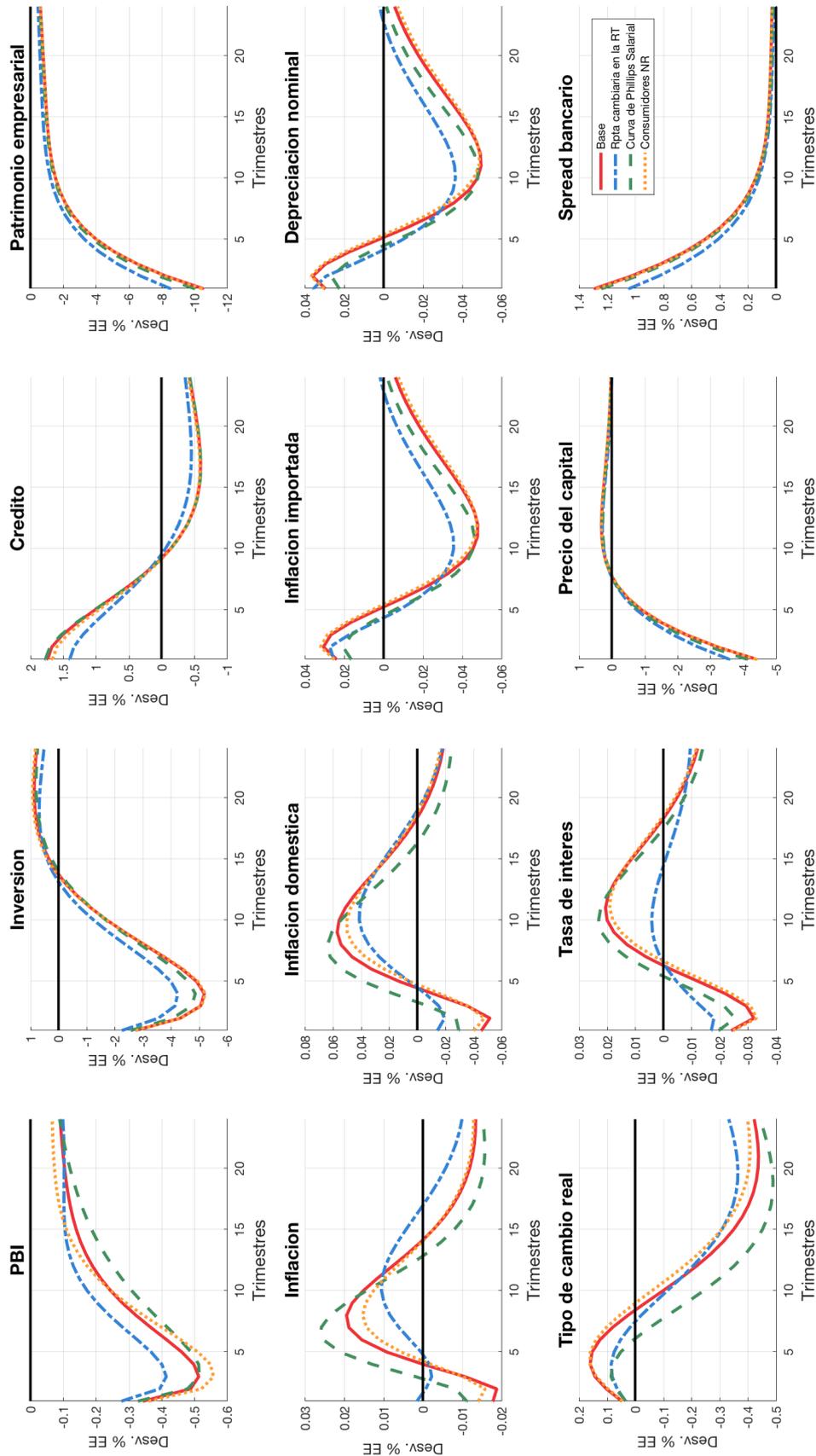
Fuente: Simulaciones adicionales. Elaboración propia.

Figura 27: Variaciones al modelo, función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de riesgo financiero



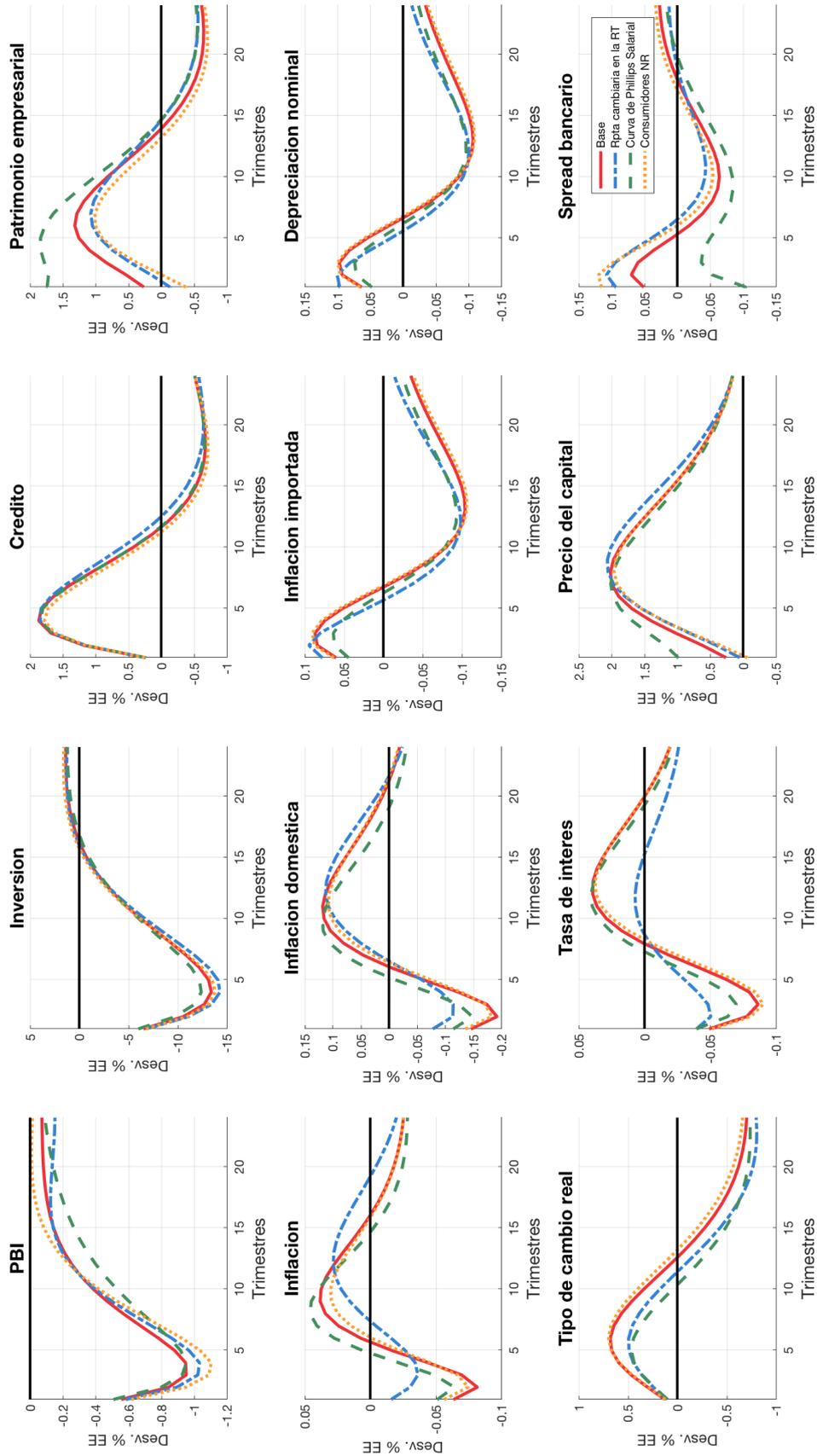
Fuente: Simulaciones del modelo base y adicionales. Elaboración propia.

Figura 28: Variaciones al modelo, función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de riqueza empresarial



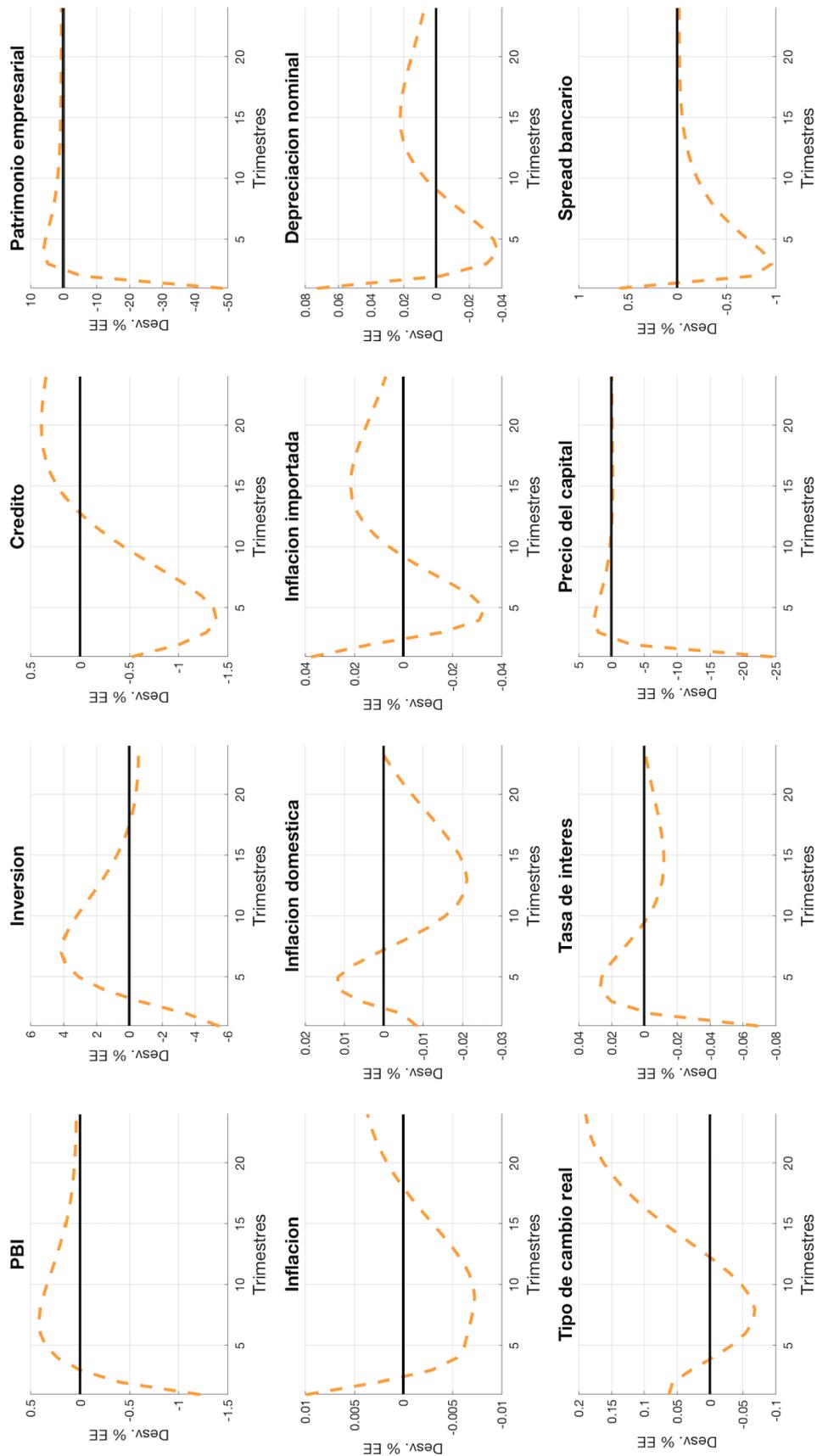
Fuente: Simulaciones del modelo base y adicionales. Elaboración propia.

Figura 29: Variaciones al modelo, función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de eficiencia marginal de la inversión



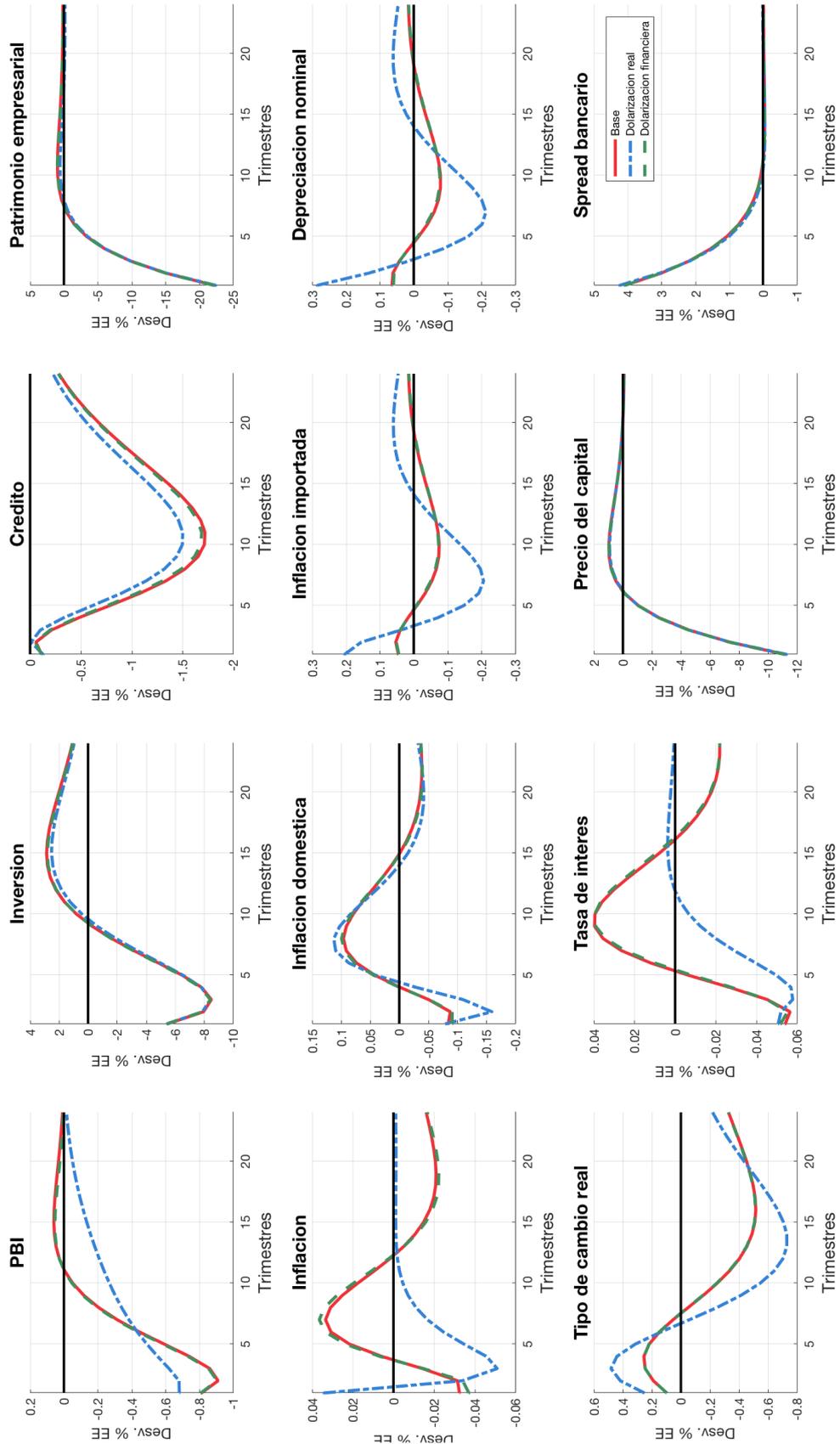
Fuente: Simulaciones del modelo base y adicionales. Elaboración propia.

Figura 30: Cambio en el choque financiero, función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de oferta del crédito



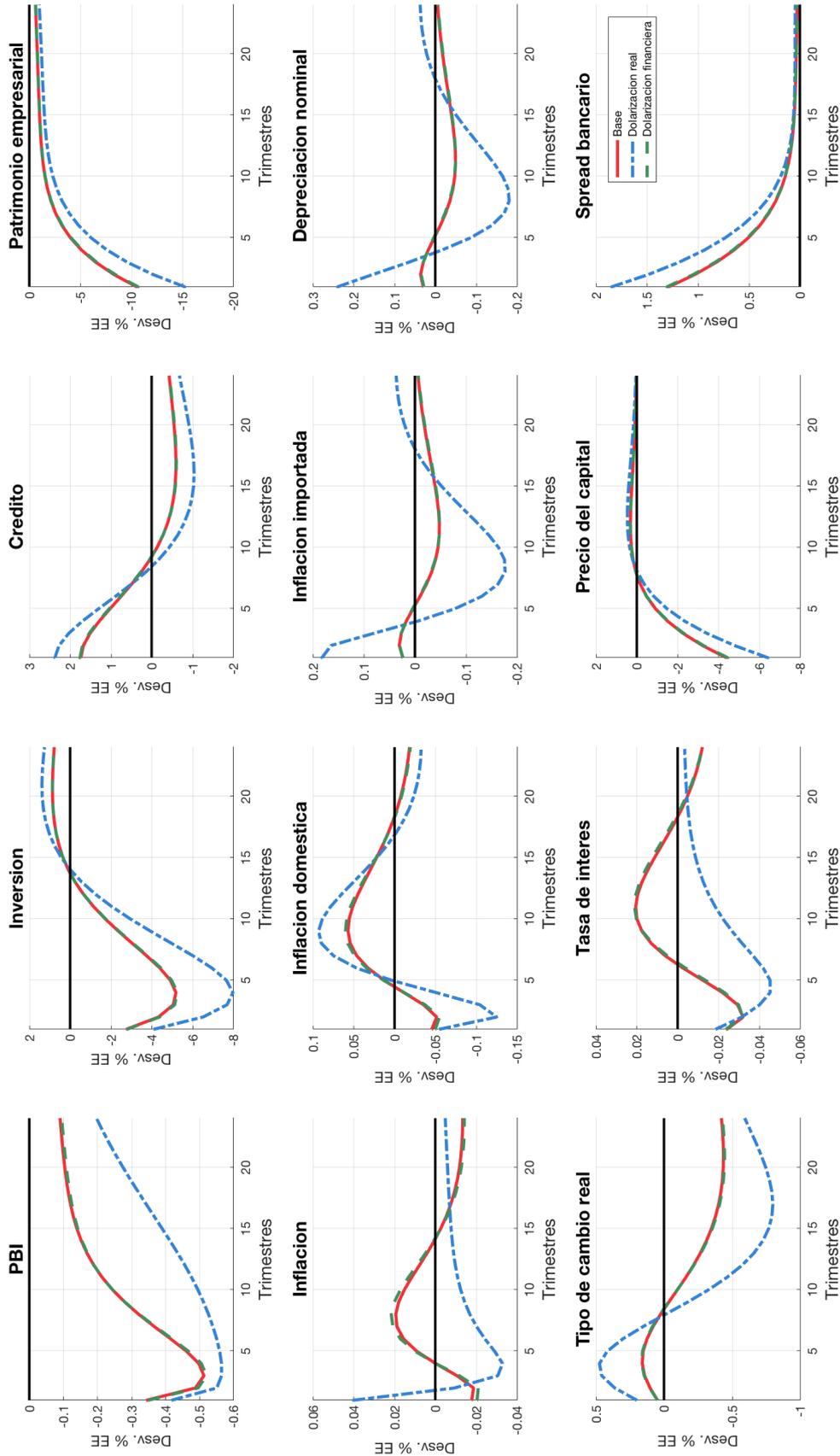
Fuente: Simulaciones del modelo alternativo. Elaboración propia.

Figura 31: Dolarización parcial, función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de riesgo financiero



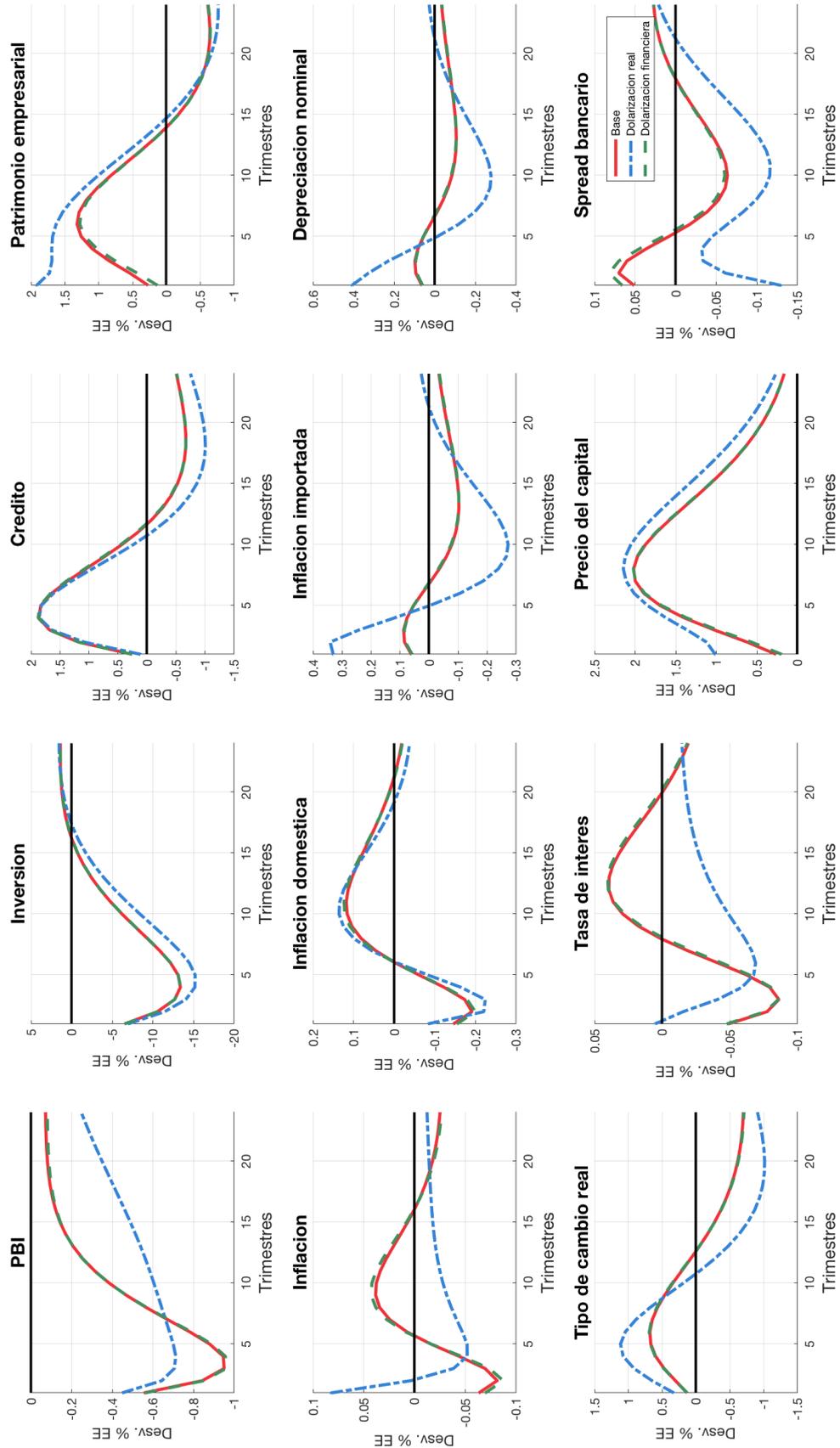
Fuente: Simulaciones del modelo base y adicionales. Elaboración propia.

Figura 32: Dolarización parcial, función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de riqueza empresarial



Fuente: Simulaciones del modelo base y adicionales. Elaboración propia.

Figura 33: Dolarización parcial, función Impulso-Respuesta ante un choque de una D.E. de eficiencia marginal de la inversión



Fuente: Simulaciones del modelo base y adicionales. Elaboración propia.