

Requerimientos de capital bancario y ciclos
económicos: un análisis a partir de un modelo de
equilibrio general dinámico estocástico

Alfredo Villca Condori

Trabajo de grado para optar al título de magíster en economía

Asesor: Alejandro Torres García, PhD.

Maestría en Economía
Departamento de Economía
Escuela de Economía y Finanzas
Universidad EAFIT

Junio, 2017

Resumen

Uno de los temas centrales en la macroeconomía financiera es el estudio de los efectos que puede tener la regulación bancaria sobre la dinámica de la economía. Con base en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico, en éste trabajo se examinan los efectos de la regulación sobre requerimientos de capital bancario en la estabilidad del sistema financiero y el ciclo económico. Se realizan dos tipos de simulaciones en cuanto a choques exógenos; un choque de productividad y un choque de tasa de interés (política monetaria expansiva), en cada uno de ellos se consideró dos valores para el requerimiento de capital; 8 % y 16 % que establecen los acuerdos de Basilea. Para ver la conveniencia o no de incrementar los requisitos de capital, se calculó la volatilidad del producto y el valor presente de la utilidad a lo largo de la dinámica de transición como una medida de bienestar económico. Los hallazgos obtenidos dan cuenta que frente un choque de productividad agregada el requerimiento de capital de 8 % se comporta como un mecanismo de acelerador financiero, lo que sugiere que amplifica los efectos de los choques que experimenta la economía, de manera que impulsa las fases de expansión y contrae las fases de recesión. Así mismo, este tipo de regulación genera una mayor volatilidad del producto y pérdidas en el bienestar económico, sin embargo, una política monetaria pasiva contribuye de manera fundamental a disminuir dicha volatilidad y generar un mayor bienestar. Incrementar la regulación a 16 % implica una recomposición de la inversión y una reasignación del riesgo, sin embargo es inoperante en periodos de recesión.

Clasificación JEL: E44, G38, E32, D60,

Palabras Clave: Requerimientos de capital, política de regulación financiera, ciclos económicos, fricciones financieras, bienestar económico.

Índice

1. Introducción	4
2. Los acuerdos de Basilea	6
3. Revisión de literatura	9
4. El modelo	12
4.1. El modelo estático	12
4.2. El modelo de equilibrio general dinámico estocástico	16
5. Resultados	21
5.1. Parametrización y calibración del modelo	21
5.2. Resultados del sistema estático	22
5.3. Funciones de impulso respuesta	24
5.4. Análisis de bienestar	36
6. Conclusiones	40

1. Introducción

En el marco de la regulación del sistema financiero internacional, la exigencia de requerimiento de capital bancario se ha convertido en uno de los temas centrales de discusión tanto en el ámbito académico como en el ámbito político. Estas exigencias se establecen en los acuerdos de Basilea con el fin de frenar la excesiva toma de riesgos de los bancos. Antes de la crisis de 2008 los acuerdos fueron [Basilea-I \(1988\)](#) y [Basilea-II \(2004\)](#) que establecen un capital regulatorio relativo a los activos ponderados por riesgo de al menos 8%. Sin embargo, la crisis financiera reveló que éstos acuerdos presentaron serias deficiencias, por que tuvieron un enfoque microprudencial y que no fueron sensibles a las fases del ciclo económico, que es un problema macroeconómico. A raíz de éste problema, el Comité de Supervisión Bancaria del Banco de Pagos Internacional estableció el acuerdo de [Basilea-III \(2010\)](#) que exige un requerimiento de al menos 10,5%, considerando de manera explícita las fases del ciclo, de modo que, en periodos de expansión, los bancos generen mayores reservas de capital (*Buffer* contracíclico) para ser utilizados en periodos de recesión. Así mismo, se establecen dos requerimientos adicionales; colchón de conservación (2,5%) y colchón anticíclico (2,5%), con los cuales el requerimiento de capital totaliza en 15,5%. En síntesis, el objetivo general de estos acuerdos es lograr la estabilidad del sistema financiero y de la economía en su conjunto.

Diferentes estudios han abordado el tema del requerimiento de capital bancario como uno de los mecanismos de transmisión entre el sistema financiero y el sector real de la economía. [Zhu \(2008\)](#), [Covas and Fujita \(2010\)](#) y [Aliaga-Díaz and Olivero \(2012\)](#) estudian el papel de los requerimientos de capital bancario en las fluctuaciones económicas, concluyendo que este instrumento exacerba la posibilidad de crisis cuando los bancos, en aras de cumplir la regulación, restringen los créditos. Sin embargo, estudios como el de [Galindo \(2011\)](#) sugieren que el capital regulatorio amortigua los choques de productividad negativa. De ésta manera, el estado del arte de la literatura considera que el requerimiento de capital genera una fricción desde una perspectiva de la oferta de créditos porque limita el flujo hacia los empresarios.

También se ha estudiado las fricciones financieras desde una perspectiva de la demanda crediticia; trabajos como el de [Bernanke and Gertler \(1989\)](#), [Carlstrom and Fuerst \(1997\)](#) y [Bernanke et al. \(1999\)](#), basados en el desarrollo teórico de [Townsend \(1979\)](#), constituyen los pioneros bajo éste enfoque, dado que los agentes no financieros enfrentan restricciones al crédito, e introducen el mecanismo del acelerador financiero que fue empleado para capturar los efectos de hoja de balance sobre la inversión en presencia de un contrato tipo de deuda con costo de verificación de estado de la firma, y concluyen que las asimetrías de información son una fuente potencial de los ciclos económicos.

El presente trabajo busca examinar los efectos de la regulación sobre requerimientos mínimos de capital bancario en la estabilidad del sistema financiero y el ciclo económico. Específicamente, la conveniencia o no de incrementar los niveles de requerimiento y

la política contracíclica propuestos en [Basilea-III \(2010\)](#). Para lograr aquello, se utiliza el desarrollo teórico de [Torres \(2016\)](#) que incorpora de manera explícita la existencia de bancos en un modelo a la [Bernanke et al. \(1999\)](#), por medio de la existencia de una segunda asimetría entre banqueros y depositantes. Esto permite comprender el papel del capital bancario en los ciclos económicos y, por esta vía, cómo se afecta el crédito ante regulación bancaria, como es el caso de los requerimientos de capital. También facilita, además de contar con una medida de apalancamiento empresarial, obtener el apalancamiento bancario. Así mismo, es útil para calcular el coeficiente de requerimiento de capital, haciendo posible la comparación del comportamiento de economías con y sin regulación a lo largo del ciclo económico. Particularmente, se efectúan dos tipos de simulaciones con relación a choques exógenos; choque de productividad agregada y choque de política monetaria. También se analiza el rol de la política monetaria activa y pasiva. En cada ejercicio se parametrizan dos tipos de valores para el requerimiento de capital; 8% que establecen los acuerdos de [Basilea-I \(1988\)](#) y [Basilea-II \(2004\)](#) y 16% observado en las economías avanzadas, cercano al 15,5% que establece [Basilea-III \(2010\)](#), lo que nos ayuda a evaluar los efectos de éste acuerdo sobre la economía de manera anticipada. Finalmente, se obtiene la volatilidad del producto y se realiza un ejercicio de bienestar económico mediante el cálculo del valor presente de la utilidad en la dinámica de transición. En cada una de las simulaciones se realiza comparando la dinámica de las variables en presencia y ausencia de regulación.

Los hallazgos obtenidos sugieren que, frente a un choque de productividad positivo, el requerimientos de capital se comporta como un mecanismo de acelerador financiero, e incrementar la regulación muestra una recomposición de la inversión y de sus fuentes de financiamiento, lo que lleva a una reasignación del riesgo en el sentido de que los bancos asumen menor riesgo en comparación a los empresarios. Los resultados también dan cuenta sobre la existencia de una no linealidad en los efectos de los requerimientos de capital sobre el ciclo económico, dado que en la medida que disminuye el ratio de capital bancario se presenta una mayor reacción de los precios de activos y viceversa. Adicionalmente, los requerimientos de capital son irrelevantes cuando la economía se enfrenta a un choque de productividad negativo puesto que, análogamente, funciona como una restricción de precio mínimo en un modelo simple de mercado, lo que implica, que la contracíclicidad propuesta por [Basilea-III \(2010\)](#) es inoperante. Finalmente, cuando los bancos se enfrenta a una regulación del 8% se obtiene una mayor volatilidad del producto en comparación con el modelo sin regulación; así mismo, se obtiene una menor bienestar económico. Adicionalmente, se calibra un segundo modelo para probar la robustez del mismo, dado que se trata de un modelo altamente no lineal y los resultados son consistentes con lo encontrado.

La estructura del documento es como sigue; en la sección 2 se examina los acuerdos de Basilea; en la sección 3 se presenta una revisión bibliográfica; en la sección 4 se desarrolla en modelo; en la sección 5 se presenta los resultados y finalmente se concluye en la sección 6.

2. Los acuerdos de Basilea

Los acuerdos de Basilea son recomendaciones de legislación sobre regulación bancaria emitidos por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (BCBS, sigla de *Basel Committee on Banking Supervision*), del Banco de Pagos Internacionales (BIS, siglas de *Bank for International Settlements*) creado en 1930 para prestar servicios de cooperación monetaria y financiera a nivel internacional y fungir como un Banco de Bancos Centrales¹. Existen tres acuerdos; [Basilea-I \(1988\)](#), [Basilea-II \(2004\)](#) y [Basilea-III \(2010\)](#). La evolución de estos acuerdos dan cuenta de los problemas y desafíos a los que se enfrentan los reguladores al momento de lograr la efectividad implicaciones de éstos.

Aunque los acuerdos de Basilea contemplan una serie de instrumentos de regulación, en éste trabajo se analizará la evolución de la regulación sobre requerimiento de capital, así como las principales diferencias y similitudes entre los acuerdos existentes aclarando que el último acuerdo no sustituye a los acuerdos anteriores, sino que los complementa, refuerza y endurece las exigencias bancarias.

[Basilea-I \(1988\)](#) introduce un sistema de medición de requerimientos de capital, también llamado capital regulatorio, requisitos de capital o coeficiente de solvencia, para las entidades bancarias. Este sistema establece que el capital mínimo de una entidad bancaria debe ser al menos el 8 % de los activos totales ponderados por riesgo, considerando para ello tanto los activos registrados en el balance, como la exposición reflejada en cuentas fuera de balance. Desde ese entonces, este método ha sido progresivamente implementado no solo en países miembros, sino también en el resto de los países. La siguiente expresión ilustra el requerimiento de capital.

$$\tau = 8\% \leq \frac{\text{Capital bancario}}{\text{Activos ponderados por riesgo}}$$

Donde el capital bancario está compuesto fundamentalmente por; i) capital de primer nivel o capital núcleo (TIER 1, acciones y utilidades no distribuidas) que se encuentra permanente y libremente disponible para absorber pérdidas y; ii) capital de segundo nivel (TIER 2, reservas no publicadas y reservas de revalorización). Por su parte, los activos son ponderados de acuerdo al riesgo de crédito² y riesgo de mercado³ multi-

¹Integrado fundamentalmente por los países del G-10; Bélgica, Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Países Bajos, Suecia, Suiza, Reino Unido y Estados Unidos, y dos países más que no son miembros del G-10, Luxemburgo y España.

²El riesgo de crédito son aquellos eventos que conllevan la posibilidad de incurrir en pérdidas ante el incumplimiento de las obligaciones financieras acordadas en el contrato, es decir, la probabilidad de que el deudor no cumpla con sus deudas. El riesgo de crédito se divide en 5 categorías asignándose cierta ponderación para cada categoría

³Posibilidad de obtener pérdidas derivadas de las fluctuaciones en las tasas de interés, tipos de cambios o precios de mercados, como lo son precios de las acciones o commodities.

plicado por el valor nominal de cada activo dentro del balance. Los ponderadores son establecidos por las autoridades supervisoras de cada país.

Por su parte, [Basilea-II \(2004\)](#) recomienda una mejor asignación de capital y se integra el riesgo operacional y reputacional⁴, pero mantiene la regulación del 8%. Una diferencia sustancial con [Basilea-I \(1988\)](#), es que considera las recomendaciones para el supervisor y exige una disciplina de mercado para los bancos. Se sustenta en tres pilares que permiten a las entidades de intermediación financiera y a los supervisores identificar, medir, controlar y monitorear adecuadamente los riesgos a los cuales las se exponen.

- *Pilar 1: Requerimientos de Capital.* Este pilar establece que los bancos calcularán sus requerimientos de capital considerando la ponderación de sus activos por riesgo crediticio y riesgo de mercado para cuyo efecto, y dependiendo del nivel de sofisticación de cada entidad, deben elegir entre una amplia gama de modelos desde los más simples hasta los más complejos. En particular, para la calificación del riesgo crediticio se sugiere dos formas; i) método estándar, que consiste en calificaciones crediticias emitidas por agencias de *rating* externas y, ii) método de calificación interna.
- *Pilar 2: Procesos de supervisión.* Establece las mejores prácticas en la administración para prevenir riesgos operacionales y reputacionales. También, se refiere a que las autoridades supervisoras serán responsables de evaluar la eficiencia con la que los bancos determinan sus requerimientos de capital en función de sus riesgos.
- *Pilar 3: Disciplina de mercado.* Se refiere a los requisitos de transparencia que deben cumplir los bancos que consiste al libre intercambio de información en el mercado bursátil, la estructura de capital y la exposición a los riesgos.

Antes de la crisis de 2008 el marco regulatorio del sistema bancario estaba basado en los acuerdos de [Basilea-I \(1988\)](#) y [Basilea-II \(2004\)](#) sin embargo, la crisis de 2008, ha puesto de manifiesto que los niveles de capital en el sistema bancario eran insuficientes. Como menciona [Rodríguez \(2010\)](#), durante este período la calidad del capital bancario se deterioró, muchas entidades se encontraban excesivamente apalancadas, y otras experimentaron problemas de liquidez al no poder refinanciarse en los mercados. Así mismo, estos acuerdos fueron procíclicos toda vez que el sector financiero y el sector real experimentan comovimientos, tal como los demuestran empíricamente [Koopman et al. \(2005\)](#) y [Jordá et al. \(2016\)](#), además, tuvieron un enfoque microprudencial toda vez que los indicadores financieros de cada banco eran más importantes que el conjunto del sistema lo que constituyó un serio problema a la hora de identificar los ciclos macroeconómicos.

⁴Posibilidad de obtener pérdidas frente a procesos internos inadecuados, fraudes, fallas del personal y tecnologías de información, y la materialización de este tipo de riesgo es el reputacional

Las deficiencias de estos acuerdos llevaron a establecer un nuevo marco regulatorio denominado [Basilea-III \(2010\)](#) que intentó adaptarse a la magnitud de la crisis económica, atendiendo a la exposición de gran parte de los bancos de todo el mundo a los activos tóxicos en los balances de los bancos y en los derivados que circulaban en el mercado. En esencia, el acuerdo de [Basilea-III \(2010\)](#) considera las fases del ciclo económico y tiene un enfoque macroprudencial. Así, en periodos de expansión se recomienda que los bancos generen mayores reservas de capital (*Buffer* contracíclico) para ser utilizados en periodos de recesión, de esta manera se pretende suavizar los ciclos de la economía.

En ese sentido [Basilea-III \(2010\)](#) refuerza el marco de capital regulador a partir de los tres pilares de [Basilea-II \(2004\)](#) con mayor y mejor calidad de capital. Este nuevo acuerdo, considera como base el 8 % del ratio, sin embargo a partir del 2015 lo aumenta a 10,5 %, pero además se añaden requerimientos adicionales; colchón de conservación del 2,5 % y colchón anticíclico también del 2,5 % de los activos ponderados por riesgo a implementarse en forma gradual, en consecuencia el requerimiento mínimo de capital exigido a los bancos sería del 15,5 % del total de activos ponderados por riesgo, a estar plenamente vigente a partir del 2019⁵.

Con respecto al reforzamiento del pilar 2, se les exige a los supervisores financieros, pero también a cada banco, a realizar pruebas de estrés financiero o *stress testing* que forma parte general de la gestión de riesgos y finalmente se les exige a las entidades bancarias una mayor transparencia en cuanto a la estructura de sus bases de capital y una completa divulgación de los estados financieros.

Aunque [Basilea-III \(2010\)](#) pretende en principio mejorar la regulación macroprudencial existente hasta el momento, hay algunos elementos que aún son cuestión de debate. En primer lugar, no existe claridad sobre la forma en que los valores de los requerimientos de capital son establecidos, lo que puede ser clave si existen no linealidades en la respuesta del sistema financiero y la economía. ¿Qué sucede por ejemplo cuando los bancos por decisiones óptimas de operación se encuentran por encima de estos umbrales? Por ejemplo, los datos del *International Monetary Found*(FMI) dan cuenta que en Estados Unidos osciló entorno al 14,4 % durante 2009 - 2016, 16,9 % para Alemania, 17 % para el Reino Unido y 15,9 % para Japón. Un segundo problema está relacionado con la propuesta de adaptar la regulación sobre requerimientos de capital conforme las fases del ciclo económico. Los ciclos de las economías emergentes no coinciden con los ciclos de países desarrollados. Por ejemplo, si las economías emergentes se encuentran en la fase recesiva y los países desarrollados en la fase expansiva, según este acuerdo los bancos de los países desarrollados tendrían que acumular más capital lo que implica una reducción de flujos de capital hacia las economía emergentes, en consecuencia podría exacerbar la recesión de países emergentes.

⁵El colchón de conservación de capital y el colchón anticíclico se aplicará gradualmente, entre 2016 y 2018, para entrar plenamente vigente el 2019, lo cual significa que el requerimiento máximo de colchón de conservación y colchón anticíclico comenzará aplicarse en 0,625 % a partir del 2016 y se incrementará cada año en 0,625 % hasta alcanzar su nivel definitivo del 2,5 % en 2019.

3. Revisión de literatura

El modelo del Ciclo Económico Real, o RBC (*Real Business Cycle*), desarrollado por [Kydland and Prescott \(1982\)](#), [Long and Plosser \(1983\)](#) y [King et al. \(1988\)](#) constituyen las referencias teóricas más importantes para el estudio de las ciclos económicos en el marco del equilibrio general dinámico estocástico. Se trata de una extensión al modelo de crecimiento óptimo de Ramsey en la que; los agentes maximizan el valor actual del flujo de utilidades futuras sujeto a una restricción de recursos. En particular, el modelo RBC considera que la ley que rige la Productividad Total de Factores (PTF), o residuo de Solow, es un proceso autorregresivo de primer orden, AR(1), más un término de innovación (ruido blanco). De ésta forma predicen que; ante una innovación tecnológica las variables macroeconómicas experimentan una desviación respecto a su estado estacionario y posterior convergencia a su senda de equilibrio de largo plazo con una duración temporal razonable hasta que las nuevas tecnologías se adapten plenamente en el proceso productivo. Por lo tanto, éste enfoque concluye que la fuente principal de las fluctuaciones proviene de variables reales que afectan la oferta agregada.

Desafortunadamente, este marco teórico, así como la teoría keynesiana (IS-LM) y la teoría neoclásica del crecimiento, enfrentan serias deficiencias porque suponen que la estructura financiera de las empresas no tienen efectos sobre las decisiones de inversión en presencia de mercados financieros perfectos, principio sintetizado en el teorema de [Modigliani and Miller \(1958\)](#), y por lo tanto concluyen que las dinámicas del sector financiero no tienen efectos reales, además de considerar solamente dos tipos de agentes, hogares y empresarios, sin embargo, en la práctica existen muchos agentes capaces de alterar las condiciones de la economía.

A raíz de este problema los modelos DSGE han incorporado al sector financiero para examinar cómo puede afectar a la economía real, particularmente enfatizando el papel de las fricciones financieras. Trabajos pioneros son de [Bernanke and Gertler \(1989\)](#), [Carlstrom and Fuerst \(1997\)](#), [Kiyotaki and Moore \(1997\)](#), [Bernanke et al. \(1999\)](#) y [Goodfriend and McCallum \(2007\)](#), y después de la crisis del 2008 se desarrolló aun más la literatura que estudia el sistema financiero en los modelos DSGE como en [Curdia and Woodford \(2009\)](#), [Christiano et al. \(2010\)](#), [Dellas et al. \(2010\)](#), [Gertler and Karadi \(2011\)](#), [Jermann and Quadrini \(2012\)](#) entre otros. En el marco de esta última literatura se ha estudiado el papel de la regulación bancaria, a través del requerimientos de capital, en los ciclos económicos y otras cuestiones.

[Zhu \(2008\)](#) desarrolla un modelo dinámico para examinar el impacto de la regulación de capital en las decisiones financieras de los bancos en Estados Unidos. Supone que el requerimiento de capital está en función del tamaño de la cartera de créditos del banco que debe cumplir en cada momento del tiempo. Sus resultados sugieren que las decisiones de los bancos dependerán fundamentalmente de tres elementos, la situación del ciclo económico, la participación de capital inicial y la forma de las normas de

regulación de capital. [Zhang \(2009\)](#), con base en el modelo de [Bernanke et al. \(1999\)](#) estudia cómo la inestabilidad del sistema financiero puede ampliar y propagar los ciclos económicos suponiendo que los intermediarios financieros comparten el riesgo agregado con los empresarios y por lo tanto la incertidumbre en la cartera de créditos, pero además, el intermediario financiero se enfrenta a un coeficiente de capital regulatorio que sigue una distribución probabilística. Sus resultados sugieren que en la fase recesiva del ciclo una caída en la demanda crediticia, debido a que el patrimonio empresarial disminuye, conduce a una contracción en la oferta de créditos lo que implica que los ciclos se amplifican.

[Covas and Fujita \(2010\)](#), con base en [Kato \(2006\)](#) que adopta el contrato financiero desarrollado por [Holmström and Tirole \(1998\)](#), estudian el rol de los requisitos de capital en un modelo DSGE con dependencia de liquidez y cuantifican el impacto sobre las fluctuaciones del producto bajo tres regímenes regulatorios (contracíclico, procíclico y fijo) y sus conclusiones señalan que la regulación contracíclica reduce la volatilidad del producto comparado con el requerimiento de capital fijo que amplifica la volatilidad. Por su parte [Aliaga-Díaz and Olivero \(2012\)](#) analiza el papel del requerimiento de capital bancario en la transmisión de shocks de productividad agregada, particularmente examinan los efectos de la contracción del crédito a causa del requerimiento de capital, y cómo éste puede trabajar como un acelerador financiero que amplía los ciclos económicos. Los resultados tras la calibración de parámetros para los Estados Unidos demuestran que ésta variable se comporta como un acelerador financiero y sostienen cómo una fuente principal de la crisis crediticia, aunque el efecto es débil y la magnitud del acelerador es cuantitativamente pequeño. En esa línea, [Galindo \(2011\)](#) examina los efectos del requerimiento de capital bancario sobre la volatilidad del producto y otras variables económicas y financieras. Sus resultados para la economía del Perú dan cuenta que el capital regulatorio amortigua los choques de productividad negativa.

[Dib \(2010\)](#) estudia las fricciones financieras en el mercado de créditos, para lo cual desarrolla un modelo DSGE neokeynesiano para Estados Unidos y, evalúa el rol de los efectos de choques financieros en los ciclos económicos durante 1980-2008, con la particularidad de que considera dos tipos de bancos, especializado en depósitos y otro especializado en créditos que está sujetos a requisitos de capital bancario. En general sus resultados sugieren que un sector bancario activo amplifica los efectos reales de los *shocks* de oferta, al mismo tiempo amortigua los efectos de los *shocks* de demanda y financiero sobre las variables reales, y argumenta que la presencia de un sector bancario activo reduce el impacto de un choque financiero, disminuye la volatilidad macroeconómica y mejora el bienestar social.

[Dell'Ariccia et al. \(2010\)](#) señala que las condiciones monetarias frágiles pueden llevar a una mayor toma de riesgos bancarios, para ello desarrolla un modelo de apalancamiento financiero con el que examina el problema de si las condiciones de política monetaria expansiva puede conducir a una mayor toma de riesgo o no de los bancos, donde éstos

eligen de forma endógena el riesgo de sus carteras. Señala tres implicaciones, existe una correlación negativa entre la tasa de política y las medidas de riesgo de los bancos, dicha relación es menos significativa para los bancos poco capitalizados y, finalmente predice una relación negativa entre la tasa de política y el apalancamiento bancario

Si bien la literatura mencionada anteriormente focalizan su análisis en los efectos que puede tener el capital regulatorio sobre el comportamiento del producto, hay otras investigaciones que muestran la importancia para la política monetaria, bajo este propósito los modelos DSGE que incluyen sector bancario modifican con la incorporación de rigideces de precios y competencia monopolística, además de una regla de Taylor.

[Borio and Zhu \(2012\)](#) argumentan que se ha prestado poca atención a la relación que existe entre la política monetaria y la percepción y valoración del riesgo por los agentes económicos lo que podría llamarse (*risk-taking channel*) de la política monetaria, y concluyen que la incorporación de fricciones financieras y la búsqueda de mecanismos de riesgos en los modelos DSGE deben ser de prioridad para la investigación científica. Por su parte, [Angeloni and Faia \(2013\)](#) estudia la transmisión de la política monetaria y su interacción con la regulación del capital bancario cuando los bancos son riesgosos. Usando un modelo DSGE con tres agentes (familias, bancos y firmas) encuentran que los requerimientos de capital basados en el riesgo amplifican el ciclo y son perjudiciales para el bienestar, así mismo, señalan que dentro de una clase de reglas de política sencilla, la mejor combinación incluye ratios de capital ligeramente anticíclicos (como en Basilea III) y una respuesta de la política monetaria a los precios de los activos o al apalancamiento bancario. [Valencia et al. \(2016\)](#) estudia el rol del requerimiento del capital y la composición de crédito en la transmisión de shocks macroeconómicos para la economía colombiana, donde el banquero se enfrenta a tres categorías de créditos, para el consumo, para vivienda y para negocios. Los resultados señalan que el requerimiento de capital trabaja a través de las tasas de interés para cada categoría de crédito.

[Ortiz \(2014\)](#), estima un modelo DSGE mediante el método bayesiano, cuyo propósito fue explicar el efecto de los choques en el mercado crediticio y de la política monetaria sobre los ciclos de Estados Unidos. Sus resultados sugieren que los choques en el mercado de créditos son un factor importante tras las fluctuaciones económicas y que representan un 15% de la varianza en el producto real desde 1985 hasta 2008, así mismo, señalan que al considerar imperfecciones en el mercado crediticio, la política monetaria contrarresta parcialmente los choques en el mercado de créditos durante los tres periodos de inestabilidad financiera y explican un 12.5% de su varianza.

En síntesis, gran parte de la literatura considera una expresión de requerimientos de capital bancario tal como lo definen los acuerdos de Basilea para un valor del 8% y concluyen que éste coeficiente se comporta como una variable acelerador financiero, es decir, en épocas de expansión existen mayor flujo de créditos, pero en épocas de recesión disminuyen, debido a que el requerimiento afecta al nivel de créditos que otorgan los banqueros a los empresarios.

4. El modelo

En esta sección se desarrolla un modelo macroeconómico que se desarrolla en dos etapas; uno estático (de equilibrio parcial) y el otro dinámico (de equilibrio general estocástico), y sigue la propuesta de [Torres \(2016\)](#), basado a su vez en [Bernanke et al. \(1999\)](#), incorpora una segunda fricción financiera entre depositantes y banqueros, lo que permite obtener el nivel de capital bancario. A diferencia de éstos modelos, que suponen ausencia de regulación bancaria, en este trabajo se incorpora de manera explícita una regulación bancaria a través de requerimientos de capital que se establecen en los acuerdos de Basilea. En la primera parte del modelo se desarrolla el contrato financiero con regulación bancaria y en la segunda parte, dicho contrato se incorpora en un DSGE.

4.1. El modelo estático

Sea Q_t el precio por unidad de capital físico K_t al final del periodo t . El empresario j determina la cantidad de capital de operación $Q_t K_{t+1}^j$ para el periodo $t + 1$, que se financia vía dos fuentes; recursos propios N_{t+1}^j , denominado *net worth* empresarial, y recursos externos en forma de créditos B_{t+1}^j otorgados por el banquero j , de manera que el crédito que solicita es:

$$B_{t+1}^j = Q_t K_{t+1}^j - N_{t+1}^j \quad (1)$$

A su vez los banqueros financian los créditos por dos fuentes; capital propio M_{t+1}^j y depósitos D_{t+1} que se captan de las familias, de modo que la hoja de balance del banquero está dado por:

$$B_{t+1}^j = M_{t+1}^j + D_{t+1} \quad (2)$$

Sin embargo, el banquero puede enfrentar una restricción exógena bajo legislación regulatoria del sistema financiera que establece un requerimiento de capital bancario mínimo τ como proporción de sus activos ponderados por riesgo, es decir:

$$\tau \leq \frac{M_{t+1}^j}{B_{t+1}^j} ; \quad \forall t ; \quad 0 \leq \tau < 1 \quad (3)$$

Esta consideración nos permite resolver el modelo con regulación bancaria y sin regulación bancaria (cuando no existe la relación (3), en cuyo caso $\tau = 0$, el modelo sería idéntico que en [Torres \(2016\)](#))

Con el fin de incorporar asimetrías de información y fricciones financieras, se supone que el rendimiento del capital en cada período está determinado por dos factores; la tasa de retorno medio del capital R_{t+1}^K , que conocen todos los agentes, y por un componente estocástico ω^j , ($\omega^j \in \mathbb{R}^+$), que representa las características propias de cada empresa

(choque idiosincrático) y sigue una distribución lognormal $\ln \omega^j \sim \mathcal{N}(-\frac{1}{2}\sigma^2, \sigma^2)$, cuya función de probabilidad (pdf)⁶ está denotado por $f(\omega^j)$ y su acumulada por $F(\omega^j)$. De esta manera, el rendimiento del capital empresarial es dado por la ponderación de éstos dos factores sobre el monto de capital, es decir $\omega^j R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j$.

El contrato entre el banquero y el empresario implica una tasa de rendimiento bruta de Z_{t+1}^j sobre el monto del crédito otorgado por el primero. Utilizando la expresión para el rendimiento esperado del capital, es posible calcular el valor mínimo de ω^j de tal manera que el empresario pueda cumplir con su compromiso frente al banco, así:

$$Z_{t+1}^j B_{t+1}^j = \bar{\omega}^j R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j \quad ; \quad \omega^j \geq \bar{\omega}^j \quad (4)$$

Cuando $\omega^j < \bar{\omega}^j$ el empresario no cumple con su deuda, por lo tanto declara incumplimiento, entonces el banquero interviene la firma realizando una auditoria que implica unos costos que se indexa sobre el rendimiento del capital empresarial, es decir $\eta \omega^j R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j$, siendo η el costo unitario por auditar la empresa y obtiene unos beneficios residuales $(1 - \eta) \omega^j R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j$.

De manera equivalente, el contrato entre el banquero y el depositante implica una tasa de interés bruta sobre los depósitos de S_{t+1}^j otorgado por el primero siempre que el choque idiosincrático supere un valor mínimo ω^{*j} , de manera:

$$S_{t+1}^j D_{t+1} = (1 - \eta) \omega^{*j} R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j \quad , \quad \omega^j \geq \omega^{*j} \quad (5)$$

Si $\omega^j < \omega^{*j}$ implica que el banquero no cumple con los depositantes (corrida bancaria), y éstos, a través de las instituciones competentes, efectúan una auditoria al banco, en el proceso incurren en costos que son indexados sobre los beneficios residuales del banco, es decir $\gamma(1 - \eta) \omega^j R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j$. Así pues, las familias obtienen unos beneficios residuales expresado por $(1 - \gamma)(1 - \eta) \omega^j R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j$.

Por su naturaleza, la variable ω^j no es observado ni por el banquero ni por el depositante, excepto si efectúan un control lo que implica un coste de supervisión (*monitoring costs*), de esta forma se origina un problema de información asimétrica del tipo *Costly State Verification* (CSV). La existencia de éste problema implica la necesidad de diseñar un contrato óptimo simultáneo entre banquero-empresario y banquero-depositante. Para diseñar éste contrato es necesario determinar las funciones de beneficios esperados para cada agente.

Los banqueros se enfrentan a tres escenarios posibles; primero, no existe default, por lo tanto los empresarios cumplen sus deudas con el banquero y estos con las familias, de modo que los beneficios bancarios están dados por el *spread* $Z_{t+1}^j B_{t+1}^j - S_{t+1}^j D_{t+1}$, $\forall \omega^j \geq \bar{\omega}^j$; segundo, existe quiebra empresarial sin default bancario, en éste caso el

⁶La función de probabilidad está dado por: $f(\omega^j) = \frac{1}{\omega^j \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln \omega^j - \mu}{\sigma} \right)^2}$

beneficio esperado está dado por la diferencia entre el beneficio residual, que obtiene al auditar la empresa, menos el interés que le paga al depositante, $(1 - \eta)\omega^j R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j - S_{t+1}^j D_{t+1}$, $\forall \omega^j \in (\omega^{*j}, \bar{\omega}^j)$; tercero, bancarrota con default bancario, por lo tanto los beneficios son nulos. Considerando los tres escenarios, el beneficio esperado del banquero está dado por⁷.

$$\Pi^b = g(\omega^*, \bar{\omega}) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} \quad (6)$$

Siendo $g(\omega^*, \bar{\omega})$ una proporción de beneficios que obtiene el banquero.

$$g(\omega^*, \bar{\omega}) = [1 - F(\bar{\omega})]\bar{\omega} + (1 - \eta) \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega - (1 - \eta)[1 - F(\omega^*)]\omega^* \quad (7)$$

Por otro lado, el beneficio esperado por el empresario contempla dos escenarios posibles; primero, no existe bancarrota, por lo tanto el beneficio está determinado por la diferencia entre ingresos, dado por el rendimiento del capital, menos los costos, dado por el interés que debe pagar por los créditos, $\omega R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j - Z_{t+1}^j B_{t+1}^j$, $\forall \omega \geq \bar{\omega}$; segundo, bancarrota, lo que supone unos beneficios nulos. Con base en estos dos escenarios el beneficio empresarial son⁸:

$$\Pi^e = n(\bar{\omega}) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} \quad (8)$$

De igual forma $n(\bar{\omega})$ es una proporción de beneficios que obtienen los empresarios.

$$n(\bar{\omega}) = \int_{\bar{\omega}}^{\infty} \omega f(\omega) d\omega - [1 - F(\bar{\omega})]\bar{\omega} \quad (9)$$

Finalmente, el beneficio de las familias se deduce a partir de la valoración de dos escenarios; primero el interés por sus depósitos $S_{t+1}^j D_{t+1}$, $\forall \omega \geq \omega^*$; segundo, default bancario, por que se tiene un beneficio residual $(1 - \gamma)(1 - \eta)\omega^j R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j$, $\forall \omega < \omega^*$. Por lo tanto⁹:

$$\Pi^d = h(\omega^*) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} \quad (10)$$

Donde $h(\omega^*)$ también es una fracción de beneficios que obtienen las familias.

$$h(\omega^*) = (1 - \gamma)(1 - \eta) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega + (1 - \eta)[1 - F(\omega^*)]\omega^* \quad (11)$$

Las funciones de beneficios de cada uno de los agentes, ecuaciones (6), (8) y (10), dependen del término $R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$ y además de los factores ω^* y $\bar{\omega}$. Esto implica que el rendimiento del capital empresarial es fundamental y determinante de los beneficios que obtienen tanto las familias, los banqueros así como los empresarios.

⁷La derivación algebraica del beneficio esperado del banquero se presenta en el Anexo 1.

⁸La derivación matemática del beneficio esperado del empresario se presenta en el Anexo 2.

⁹El desarrollo matemático del beneficio esperado del depositante se presenta en el Anexo 3.

Dado que $g(\omega^*, \bar{\omega})$, $n(\bar{\omega})$ y $h(\omega^*)$ constituyen una proporción, entonces el total debe ser igual a los beneficios netos, lo que representa una de las restricciones del modelo.

$$n(\bar{\omega}) + g(\omega^*, \bar{\omega}) + h(\omega^*) = 1 - \eta \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega - [\gamma + \eta(1 - \gamma)] \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega$$

Por construcción, Q_t , M_{t+1}^j y N_{t+1}^j son exógenas en éste modelo¹⁰. De ésta manera, la solución del modelo requiere del diseño de un contrato de tipo deuda que implica la participación simultánea de los tres agentes, de modo que maximice la función de beneficios del empresario sujeto a las restricciones de participación tanto del banquero como del depositante. Matemáticamente el problema a resolver, en el caso de suponer ausencia de regulación bancaria, es el siguiente¹¹:

$$\max_{\{\omega^*, \bar{\omega}, K\}} n(\bar{\omega}) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$$

s.a.

$$\begin{aligned} g(\omega^*, \bar{\omega}) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} &\geq R_{t+1} M_{t+1}^j \\ h(\omega^*) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} &\geq R_{t+1} (B_{t+1}^j - M_{t+1}^j) \end{aligned}$$

Donde la primera restricción representa una comparación de beneficios de parte del banquero, es decir, el beneficio que obtiene de otorgar créditos y recibir depósitos debe ser superior al beneficio que obtendría si invierte en activos libres de riesgos ($R_{t+1} M_{t+1}^j$), siendo R_{t+1} la tasa de rendimiento libre de riesgo. De igual forma, la segunda restricción significa que el beneficio que obtiene las familias por sus recursos debe ser superior si invierte en activos libres de riesgo, éste rendimiento está dado por la ponderación de la tasa de rendimiento libre de riesgo por sus depósitos:

El modelo de optimización se escribe en términos de apalancamiento, para lo cual se divide entre $R_{t+1} N_{t+1}$ y se define; $s = R_{t+1}^K / R_{t+1}$ como el *spread* de la tasa de rendimiento del capital físico respecto de la tasa libre de riesgo; $k = Q_t K_{t+1}^j / N_{t+1}$ es el apalancamiento de la empresa y; $\phi = M_{t+1} / N_{t+1}$ es la brecha del capital bancario. Para encontrar el vector $(k, \omega^*, \bar{\omega})$ se resuelve las siguientes condiciones de primer orden:

$$\begin{aligned} s &= \frac{n'(\bar{\omega}) g'_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})}{n(\bar{\omega}) g'_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega}) h'(\omega^*) - n'(\bar{\omega}) g(\omega^*, \bar{\omega}) h'(\omega^*) + n'(\bar{\omega}) g'_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega}) h(\omega^*)} \\ s &= \frac{k - 1 - \phi}{h(\omega^*) k} \\ k &= \frac{\phi}{g(\omega^*, \bar{\omega}) s} \end{aligned}$$

¹⁰Dado que se supone que el contrato es determinado de manera intratemporal por los tres agentes y que este es renegociado al inicio de cada período, las variables Q_t , M_{t+1} y N_{t+1} son variables estado en la solución del problema. La dinámica de estas estará determinada por su movimiento en la parte del modelo dinámico.

¹¹La solución algebraica del problema de optimización se presenta en el Anexo 4.

Sin embargo, cuando se supone la existencia de regulación bancaria hace que los agentes se limiten a cumplir sus restricciones. Matemáticamente, implica resolver sólo las dos restricciones del problema anterior para encontrar los valores de $(\omega^*, \bar{\omega})$, debido a que la imposición del requerimiento de capital determina el valor de k . En la relación $\tau = M_{t+1}/B_{t+1}$, al ser M_{t+1} y τ exógeno y parámetro, respectivamente, se determina el valor de B_{t+1} y por lo tanto K_{t+1} a partir de $B_{t+1} = Q_t K_{t+1} - N_{t+1}$ (recordemos que Q_{t+1} y N_{t+1} son exógenos). Rescribimos el modelo a resolver.

$$g(\omega^*, \bar{\omega}) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} \geq R_{t+1} M_{t+1}^j \quad (12)$$

$$h(\omega^*) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} \geq R_{t+1} (Q_t K_{t+1}^j - N_{t+1}^j - M_{t+1}^j) \quad (13)$$

4.2. El modelo de equilibrio general dinámico estocástico

La estructura del modelo DSGE es estándar (y por tanto su solución), está compuesto por cuatro tipos de agente; los hogares deciden la cantidad de consumo, ocio y demanda de saldos reales y maximizan una función de utilidad sujeto a una restricción presupuestaria; los empresarios, alquilan factores productivos y producen bienes aplicando una tecnología de producción para maximizar sus beneficios; los banqueros, acumulan capital a través de una ley de movimiento de capital bancario; finalmente, existe un sector minorista que se incorpora para introducir rigidez de los precios. En general, la estructura del modelo DSGE es similar a [Torres \(2016\)](#) y [Bernanke et al. \(1999\)](#)¹².

a) Los Hogares

Los hogares toman decisiones de consumo C_t , oferta de trabajo H_t y demanda de saldos reales de dinero $\frac{M_t}{P_t}$. Maximizan el flujo esperado de las utilidades descontado por un factor β en un horizonte temporal infinito.

$$\max_{\{C_t, H_t, D_{t+1}, \frac{M_t}{P_t}\}} \mathbb{E}_t \sum_{k=0}^{\infty} \beta^k \left[\ln C_{t+k} + \zeta \ln \frac{M_{t+k}}{P_{t+k}} + \xi \ln(1 - H_{t+k}) \right]$$

s.a.

$$C_t = W_t L_t + \Pi_t + R_t^D D_t - D_{t+1} + \frac{M_{t-1} - M_t}{P_t}$$

La restricción de presupuesto establece que los ingresos laborales $W_t H_t$, los dividendos que obtienen por ser dueñas del sector minorista Π_t ¹³ y los intereses por sus depósitos D_t se distribuyen entre consumo en el periodo t , depósitos D_{t+1} para el periodo $t+1$ y

¹²En el Anexo 4 se resume las condiciones de primer orden del modelo DSGE y para su solución numérica se usó Matlab y Dynare

¹³Cabe señalar que las familias también obtienen beneficios de los empresarios mayoristas y bancos por ser dueñas de éstas, sin embargo en competencia perfecta son nulos.

demanda de saldos reales. Las condiciones de primer orden permiten obtener la ecuación de Euler intertemporal:

$$\frac{1}{C_t} = \beta \mathbb{E}_t \left[\frac{R_{t+1}^D}{C_{t+1}} \right] \quad (14)$$

Así mismo, se obtiene la ecuación intratemporal:

$$\frac{W_t}{C_t} = \frac{\xi}{1 - H_t} \quad (15)$$

Finalmente se deriva la demanda óptima de saldos reales:

$$\frac{M_t}{P_t} = \zeta C_t \left[\frac{R_{t+1}^n - 1}{R_{t+1}^n} \right]^{-1} \quad (16)$$

Donde R_t^n es la tasa de interés nominal de política.

b) Los empresarios

Los empresarios adquieren factores de capital físico K_t , alquilan el factor trabajo de las familias L_t , de los empresarios H_t^e , de los banqueros H_t^b y los combina para producir un bien mediante la función de producción¹⁴

$$Y_t = A_t K_t^\alpha \left[H_t^\Omega (H_t^e)^{\Omega_1} (H_t^b)^{1-\Omega-\Omega_1} \right]^{1-\alpha}$$

Siendo A_t una proceso AR(1), $A_t = \rho_A A_{t-1} + \epsilon_t$, y que $\epsilon_t \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2)$ un término de innovación tecnológica.

El objetivo de los empresarios es maximizar el flujo de beneficios esperados:

$$\max_{\{I_t, H_t, H_t^e, H_t^b, K_{t+1}\}} \mathbb{E}_t \sum_{t=0}^{\infty} \left(\frac{1}{R} \right)^t \left[\frac{1}{X_t} Y_t - I_t - W_t H_t - W_t^e H_t^e - W_t^b H_t^b \right]$$

s.a.

$$K_{t+1} = \Phi \left(\frac{I_t}{K_t} \right) K_t + (1 - \delta) K_t$$

Donde $\Phi \left(\frac{I_t}{K_t} \right)$ es una función de costos de ajuste de capital, es creciente y cóncava y $\Phi(0) = 0$. Se incluye esta función en la ley de acumulación de capital para permitir un precio variable del capital, tal como en [Kiyotaki and Moore \(1997\)](#) y [Bernanke et al. \(1999\)](#), lo que contribuye a las fluctuaciones del patrimonio empresarial.

¹⁴Se supone que tanto empresarios como banqueros ofrecen trabajo de manera inelástica en la producción de bienes mayoristas, esto con el fin de garantizar que siempre tendrán un nivel positivo de patrimonio.

A partir de las condiciones de primer orden se obtienen las productividades marginales de los trabajos:

$$W_t = (1 - \alpha)\Omega \frac{Y_t}{X_t H_t} \quad (17)$$

$$W_t^e = (1 - \alpha)\Omega_1 \frac{Y_t}{X_t H_t^e} \quad (18)$$

$$W_t^b = (1 - \alpha)(1 - \Omega - \Omega_1) \frac{Y_t}{X_t H_t^b} \quad (19)$$

Así mismo, se obtiene el precio del capital Q_t :

$$Q_t = \left[\Phi' \left(\frac{I_t}{K_t} \right) \right]^{-1} \quad (20)$$

También se obtiene la demanda de capital físico:

$$\mathbb{E}_t(R_t^K) = \mathbb{E}_t \left[\frac{\frac{1}{X_{t+1}} \frac{\alpha Y_{t+1}}{K_{t+1}} + (1 - \delta)Q_{t+1}}{Q_t} \right] \quad (21)$$

Siendo δ la tasa de depreciación del capital físico, $(1 - \delta)Q_t$ la ganancia de capital que obtienen los empresarios, $1/X_t$ el precio de bienes mayoristas respecto a los precios de los minoristas, $\alpha Y_t/K_t$ es la productividad marginal del capital y $\mathbb{E}_t(R_t^K)$ es el retorno bruto esperado de mantener una unidad de capital entre t y $t + 1$.

Por otro lado, la ley de movimiento del *net worth* empresarial está dado por la acumulación de riqueza, sujeto a una probabilidad de sobrevivencia γ^e , y los ingresos laborales.

$$N_{t+1} = \gamma^e V_t^e + W_t^e \quad (22)$$

Siendo V_t^e la riqueza neta, dada por la diferencia entre el rendimiento del capital y los costos de endeudamiento.

$$V_t^e = R_t^K Q_{t-1} K_t - R_t^B (Q_{t-1} K_t - N_t) \quad (23)$$

y que R_t^B es la tasa de interés por unidad de crédito¹⁵

$$R_t^B = R_t + \left[\eta \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega + [\gamma + \eta(1 - \gamma)] \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega \right] \frac{R_t^K Q_{t-1} K_t}{Q_{t-1} K_t - N_t} \quad (24)$$

¹⁵La relación (23) se obtiene a partir de la función de beneficios empresariales dado por (8), además, mediante una combinación de las restricciones del problema de optimización del contrato financiero.

En cada período una proporción constante de empresas salen del negocio y se consume todos sus activos. Este es un supuesto que se realiza para evitar que los empresarios logren autofinanciarse.

$$C_t = (1 - \gamma^e)V_t^e \quad (25)$$

c) Los banqueros

El capital bancario está determinado por la acumulación de riqueza V_t^b y los salarios W_t^b , también sujeto a una probabilidad de sobrevivencia, γ^b , en la industria bancaria.

$$M_{t+1} = \gamma^b V_t^b + W_t^b \quad (26)$$

Para determinar la expresión V_t^b se procede de la misma forma que en el caso del empresario, es decir a partir del beneficio esperado dado en el contrato, y mediante un desarrollo algebraico se obtiene:

$$V_t^b = \left[[1 - F(\bar{\omega})]\bar{\omega} + (1 - \eta) \int_0^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega \right] R_t^K Q_{t-1} K_t - R_t^D (Q_{t-1} K_t - N_t - M_t) \quad (27)$$

Siendo R_t^D la tasa de interés de los depósitos¹⁶:

$$R_t^D = R_t + \left[\gamma(1 - \eta) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega \right] \frac{R_t^K Q_{t-1} K_t}{Q_{t-1} K_t - N_t - M_t} \quad (28)$$

El primer términos de la expresión (27) se puede interpretar como los ingresos que obtiene el banquero por unidad de rendimiento de capital empresarial, es decir, el interés que obtiene por los créditos otorgados a los empresarios, en cambio el segundo término corresponde a los costos (costos de monitoreo y costos por tasa de depósitos) por unidad de depósitos.

Por otro lado, el sector bancario puede enfrentar una restricción de requerimientos de capital impuesto por el regulador, lo que se impone con la finalidad de evitar la excesiva toma de riesgo, recordemos que este coeficiente viene expresado por:

$$\tau \leq \frac{M_{t+1}}{B_{t+1}} ; \quad \forall t ; \quad 0 \leq \tau < 1 \quad (29)$$

Siendo M_{t+1} el capital bancario compuesto por acciones comunes y utilidad retenidas, así como acciones ordinarias y preferentes, que se denomina *TIER 1* y *TIER 2* según los acuerdos de Basilea I, II y III.

De manera equivalente, al caso de los empresarios, una proporción constante de banqueros salen del negocio los cuales consumen todos sus activos:

$$C_t^b = (1 - \gamma^b)V_t^b \quad (30)$$

¹⁶De manera equivalente que en el caso delo empresario, la función V^b , dado por (27), se obtiene a partir de la función de beneficios del banquero dado por (6) y de igual forma se aplica las restricciones del problema de optimizacion en el contrato óptimo.

c) Los empresarios minoristas

Existe un conjunto i de empresarios minoristas que se encargan en la venta de producción en un mercado de competencia monopolística. Estos empresarios maximizan el valor esperado de los beneficios fijando un precio P_t^* durante el periodo t , para el siguiente periodo, $t + 1$, existe una probabilidad χ de mantener en P_t^* y $(1 - \chi)$ de cambiar a P_{t+1}^* y así sucesivamente.

$$\max_{\{P_t^*(i)\}} \mathbb{E}_t \sum_{k=0}^{\infty} \Phi_{t,t+k} \chi^k [P_t^*(i) - P_{t+k} s_{t+k}] y_{t+k}(i)$$

s.a.

$$y_t(i) = \left(\frac{P_t(i)}{P_t} \right)^{-\theta} y_t$$

Siendo s_t el costo marginal de la empresa y $\Phi_{t,t+k} = \beta^k \Lambda_{t+k} / \Lambda_t$ es el factor de descuento. La condición de primer orden, suponiendo que todas las empresas que desean cambiar sus precios lo hacen fijando un mismo nivel $P_t^*(i) = P_t^*$, está dado por:

$$P_t^* = \frac{\theta}{\theta - 1} \frac{\mathbb{E}_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta\chi)^k \Lambda_{t+k} P_{t+k}^{1+\theta} s_{t+k} y_{t+k}}{\mathbb{E}_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta\chi)^k \Lambda_{t+k} P_{t+k}^{\theta} y_{t+k}} \quad (31)$$

Tanto el numerador como el denominador admiten una representación recursiva, por lo tanto podemos escribir de la siguiente manera:

$$P_t^* = \frac{P_t^N}{P_t^D} \quad (32)$$

Siendo:

$$P_t^N = \frac{\theta}{\theta - 1} \Lambda_t P_t^{1+\theta} s_t y_t + \beta\chi \mathbb{E}_t(P_{t+1}^N) \quad (33)$$

$$P_t^D = \Lambda_t P_t^{\theta} y_t + \beta\chi \mathbb{E}_t(P_{t+1}^D) \quad (34)$$

El índice de precios de la economía en el agregado será un promedio de todos los precios sujeto a las probabilidades de mantener o cambiar los precios.

$$P_t = [(1 - \chi)P_t^{*1-\theta} + \chi P_{t-1}^{*1-\theta}]^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (35)$$

c) El banco central

Uno de los supuestos del modelo es que la función del gobierno está centrada en administrar la política monetaria a través del banco central, cuyo instrumento es la tasa de interés nominal R_t^n . De ésta manera, se supone una autoridad monetaria convencional, en consecuencia, la tasa de interés es variable en función a los cambios de la brecha de producción $y_t - y^*$ y la brecha de inflación $\pi_t - \pi^*$. Por lo tanto la Regla de Taylor viene dado por:

$$R_t^n = \rho_n R_{t-1}^n + (1 - \rho_n) [\theta^\pi (\pi_t - \pi^*) + \theta^y (y_t - y^*)] + u_t$$

Siendo u_t una proceso AR(1), $u_t = \rho_u u_{t-1} + \epsilon_t$, y que $\epsilon_t \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2)$ es un ruido blanco.

5. Resultados

5.1. Parametrización y calibración del modelo

En el Cuadro 1 se observan los valores de los parámetros del modelo estático, así como los valores de las variables exógenas y predeterminadas (Q, N, M). Los valores de los costos de monitoreo y desviación estándar de ω , (η, γ, σ) , son idénticos que en [Torres \(2016\)](#). En cambio, el *spread* del rendimiento medio del capital respecto a la tasa de rendimiento del activo libre de riesgo, $s = R_{t+1}^K/R_{t+1}$, se calibró en 1,05, así mismo, el *net worth* empresarial se calibró en 2,99 con la finalidad de efectuar un análisis de estática comparativa. Este último significa que la razón del *net worth* empresarial a capital bancario es 2,99 veces. Los valores de Q y M se normalizaron a la unidad. Para calcular el valor del requerimiento de capital bancario (τ) se procedió de la siguiente manera; se considera el modelo sin regulación de donde se obtiene K y tomando en cuenta la ecuación $B_{t+1} = Q_t K_{t+1} - N_{t+1}$ se determina el valor de B y finalmente se aplica el ratio de capital bancario para una condición de igualdad $\tau = M_{t+1}/B_{t+1}$, de donde se obtiene τ .

Cuadro 1: Parametrización del modelo estático

Parámetros	Valor	Descripción
η	0,05	Costos de monitoreo de bancos a empresas
γ	0,3	Costos de monitoreo de familias a bancos
σ	0,3	Desviación estándar de la distribución de ω
μ	$-0,5\sigma^2$	Media de la distribución de ω
s	1,05	<i>Spread</i> de la tasa de rendimiento del capital/tasa libre de riesgo
Q	1	Precio del capital físico
M	1	Capital bancario
N	2,99	<i>Net worth</i> empresarial

Para calibrar el modelo de equilibrio general dinámico estocástico se intentó encontrar un valor de capital regulatorio similar al observado en los países desarrollados. Se supone que este coeficiente es exógeno y constante como en [Aliaga-Díaz and Olivero \(2012\)](#), a diferencia de [Zhang \(2009\)](#) que supone una distribución probabilística. La evidencia empírica efectivamente muestra que este coeficiente varía en el tiempo entre bancos y entre países, sin embargo, en el corto y mediano plazo, consistente con el estudio de las fluctuaciones económicas, se mantiene estable, por ejemplo según los datos del *International Monetary Found*(FMI) para los países desarrollados como Estados osciló entorno al 14,4% durante 2009 - 2016, 16,9% para Alemania, 17% para el Reino Unido y 15,9% para Japón, y por lo tanto el promedio para estas economías es del 16% (Ver Anexo 6). Además, este valor está muy cercano al 15,5% que propone el acuerdo de [Basilea-III \(2010\)](#).

La elasticidad producto-capital se calibró en $\alpha = 0,4$, así mismo, los valores de los costos de monitoreo se calibró en $\eta = 0,031$, $\gamma = 0,01$, la desviación estándar de ω tiene un valor de $\sigma = 0,78$ y finalmente el valor del *spread* (s) es 1,02, y el resto de los parámetros son similares que en [Torres \(2016\)](#) y [Bernanke et al. \(1999\)](#). La calibración del modelo DSGE permite replicar la razón de requerimiento de capital similar a los acuerdos de Basilea I y II, es decir $\tau = 8\%$ y por lo tanto simular para un $\tau = 16\%$ observado y cerca de Basilea III. En el Cuadro 2 se observa el resto de la parametrización y su correspondiente descripción.

Cuadro 2: Calibración del modelo de equilibrio general

Parámetros	Valor	Descripción
τ	0,08	Requerimiento de capital bancario
η	0,031	Costos de monitoreo de bancos a empresas
γ	0,01	Costos de monitoreo de familias a bancos
σ	0,78	Desviación estándar de la distribución de ω
μ	$-0,5\sigma^2$	Media de la distribución de ω
s	1,02	<i>Spread</i> de la tasa de rendimiento del capital/tasa libre de riesgo
Q	1	Precio del capital físico
M	0,45	Capital bancario
N	4,2	<i>Net worth</i> empresarial
β	0,99	Factor de descuento de los hogares
α	0,4	Participación del factor capital en el producto
Ω	0,98	Participación del factor trabajo de los hogares en el producto
Ω_1	0,01	Participación del factor trabajo de los empresarios en el producto
Ω_2	0,01	Participación del factor trabajo de los banqueros en el producto
δ	0,016	Tasa de depreciación del capital
γ^e	0,96	Probabilidad de permanecer en la actividad empresarial
γ^b	0,41	Probabilidad de permanecer en la industria bancaria
α	0,35	Participación de la inversión en capital en
χ	0,75	Probabilidad de cambiar los precios del sector minorista
θ^π	1,06	Coefficiente de la brecha de inflación
θ^y	0	Coefficiente de la brecha de producto

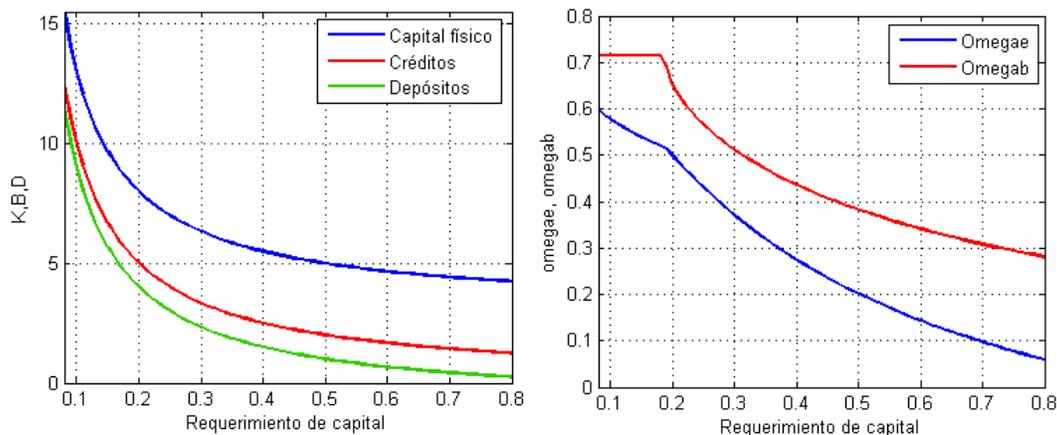
5.2. Resultados del sistema estático

Considerando la parametrización dada en el Cuadro 1 se resuelve el modelo estático de manera simultánea (el que supone regulación bancaria) para obtener los valores de ω^* y $\bar{\omega}$, con $\omega^* < \bar{\omega}$. Para la resolución del sistema se consideran ambas restricciones saturadas. De manera indirecta, esto implica que los agentes son neutrales al riesgo, de tal manera que sólo requieren que se garantice que el beneficio esperado en cada caso sea estrictamente igual al costo de oportunidad expresado por la tasa de interés libre de riesgo. Después de resolver el sistema se efectúa un análisis de estática comparativa frente a cambios en el ratio de capital. En la Figura 1 se observa el efecto de un

incremento del requerimientos de capital, iniciando con $\tau_0 = 0,08 = 8\%$ según Basilea I y II, sobre las variables; capital físico (K_{t+1}), crédito (B_{t+1}), depósito (D_{t+1}) y choques idiosincráticos entre depositante y banquero (ω^*) y banquero-empresario ($\bar{\omega}$).

El primer panel de la Figura 1 muestra que un aumento del requerimiento de capital bancario genera una disminución del crédito hacia el sector empresarial, por que los banqueros consideran que dicha regulación juega el papel de impuestos, es decir implicaría mayores costos para soportar dicha exigencia. Esta reducción de los créditos afecta negativamente el financiamiento de proyectos de inversión, lo que se refleja en una caída del capital físico y por lo tanto reduce la producción de equilibrio, pero también disminuye el nivel de depósitos, toda vez que que los bancos no necesitan recursos para otorgar créditos. En el límite, cuando τ aumenta sucesivamente hasta el 100 %, es insostenible porque desincentiva la participación de los bancos, es decir, obligar a los bancos otorgar créditos con capital propio no es adecuado por que afecta a la acumulación de capital físico y por tanto el crecimiento económico. Este resultado sugiere que nuevos acuerdos de Basilea que se establezcan en el futuro, incrementando el ratio de capital, serán insostenibles en el sistema financiero y en la economía.

Figura 1: Aumentos del requerimiento de capital y sus implicaciones



En el segundo panel de la Figura 1 se observa el efecto del requerimiento de capital bancario sobre los valores mínimos que garantiza el cumplimiento del contrato entre los agentes. Un aumento del ratio de capital genera respuestas diferentes en ω^* (omegae) y $\bar{\omega}$ (omegab). Cuando $0,08 \leq \tau \leq 0,18$, es decir cuando el coeficiente de requerimiento de capital bancario se encuentra en el intervalo 8% (regulación mínima de Basilea I y II) y el 18%, el comportamiento de $\bar{\omega}$ se mantiene constante, a partir del cual experimenta una disminución. Este resultado se explica por el hecho de que los bancos al ser exigidos por un mayor requisito de capital reducen los créditos y por lo tanto no

tiene sentido elevar los umbrales mínimos. Alternativamente, $\bar{\omega}$ se puede interpretar como una aproximación de la tasa de interés de créditos. Recordemos que la igualdad entre los créditos y el rendimiento empresarial está dado por $Z_{t+1}B_{t+1} = \bar{\omega}R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$, en términos matemáticos, dicha relación se satisface cuando $B_{t+1} = R_t^K Q_t K_{t+1}$ y por lo tanto $Z_{t+1} = \bar{\omega}$. De ésta manera, en el tramo 8% y 18% del requerimiento de capital, la tasa de interés que cobra el banquero por los créditos se mantiene constante a partir del 18% disminuye, por que no tiene sentido para el banquero aumentar las tasas de interés una vez que los niveles de créditos se redujeron. De manera equivalente, la tasa de interés de depósitos disminuyen frente a un incremento en el requerimiento de capital, porque implica mayores costos seguir captando depósitos. En consecuencia, cambios de τ se reflejan en las tasas de interés.

5.3. Funciones de impulso respuesta

En esta sección se analizan las respuestas de las variables tanto reales como financieras frente a dos tipos de choques; un choque de productividad y un choque de tasa de interés, pero además se examina el rol de la política monetaria pasiva y activa. En cada tipo de ejercicio se efectúa una comparación del modelo que supone ausencia de regulación con el modelo que incorpora regulación bancaria, éste último calibrado para dos tipos de requerimientos de capital, $\tau = 8\%$ que establece [Basilea-I \(1988\)](#) y [Basilea-II \(2004\)](#) y $\tau = 16\%$, cercano al 15,5% que establece [Basilea-III \(2010\)](#), además de ser similar al estado estable en las economías desarrolladas.

a) Choque de productividad

Primero discutiremos brevemente la dinámica del modelo sin imponer el requerimiento de capital. En la Figura 2 se presentan las respuestas de las variables reales ante un *shock* positivo de productividad agregada de la economía, equivalente a una desviación estándar respecto al estado estacionario. En ausencia de regulación, el producto se expande hasta un 7,9% que se explica por un aumento en los componentes de demanda agregada, como el consumo y la inversión que crecen hasta un 8% y 13% respectivamente con relación a su estado estacionario. El aumento de la inversión se ve afectado fundamentalmente por un incremento en el *net worth* empresarial que crece hasta un 15% que es reflejo de un incremento de los precios del capital, que se desvían positivamente hasta el 7,1%, de un aumento del rendimiento del capital y por lo tanto de una acumulación de riqueza neta empresarial, por lo tanto, el apalancamiento empresarial disminuye hasta un 14%.

La respuesta de las variables financieras se observan en la Figura 3. El nivel de créditos aumenta y también los depósitos hasta el 1,6% y 3% respectivamente, donde claramente los depósitos aumentan en mayor proporción que los créditos lo que explica un aumento en el nivel de apalancamiento bancario (con aumento hasta el 18,4%), es decir, los ban-

queros financian gran parte de los créditos con los depósitos provenientes de las familias que con capital propio. Era de esperar que el capital bancario disminuya en ausencia de requerimiento de capital, toda vez que los intermediarios financieros financian los créditos con otras fuentes, particularmente depósitos. Tanto el *spread* empresarial como el *spread* bancario disminuyen cuando la economía experimenta un auge, sin embargo, no superan el 0,15 % respecto a su estado estable.

Estos resultados, respuesta de variables reales como financieras frente a un choque de productividad, son consistentes con los hallazgos de la literatura estándar.

Figura 2: Respuesta de las variables reales a un choque de productividad (sin regulación)

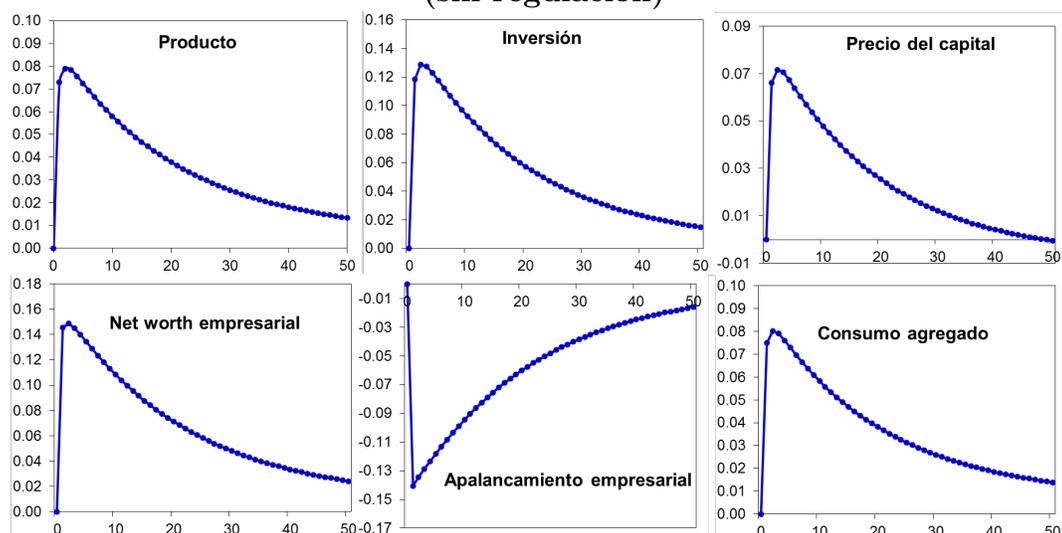
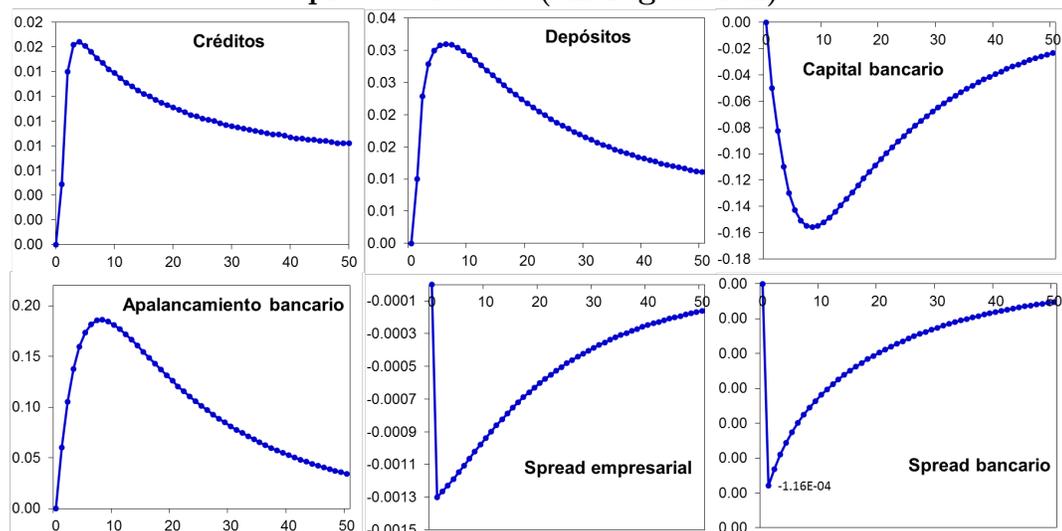


Figura 3: Respuesta de las variables financieras a un choque de productividad (sin regulación)



Segundo, discutimos las respuestas de las variables tanto reales como financieras frente a un choque de productividad, suponiendo la existencia de una regulación bancaria dado por un requerimiento de capital. En la Figura 4 se observan las funciones de impulso respuesta en el sector real de la economía en un escenario de auge. La incorporación de un requerimiento de capital bancario del 8% en el modelo genera un efectos tipo acelerador financiero, es decir se observa una expansión del producto hasta un 10,79% respecto a su equilibrio de largo plazo, lo que se explica por un aumento significativo de la inversión, el net worth empresarial y el precio del capital, los cuales experimentan un crecimiento hasta un máximo del 26%, 33% y 15% respectivamente. Por lo tanto disminuye el nivel de apalancamiento empresarial hasta un 32,4% lo que significa que los empresarios en épocas de auge financian sus proyectos de inversión fundamentalmente con capital propio, pero además de los créditos obtenidos en el sistema financiero de la economía. La expansión del producto también se explica por un mayor crecimiento del consumo agregado que crece hasta un máximo del 10%.

Sin embargo, cuando suponemos un requerimiento de capital del 16% se observa que éste continúa como un mecanismo de acelerador financiero, pero, la cuantía es menor en comparación del modelo que supone una regulación del 8%. Este resultado sugiere que un aumento en el capital regulatorio puede generar un menor crecimiento del producto, cuya pérdida oscilaría en torno al 0,44%. Así mismo, la reacción del resto de las variables son cualitativamente similares al caso de la regulación del 8%, no obstante también se observa un menor crecimiento.

Por su parte, frente a un requerimiento de capital del 8%, los créditos y los depósitos aumentan en cuantías similares hasta un 3,37% y 3,38% respectivamente (Figura 5). Uno de los resultados interesantes es que el requerimiento de capital efectivamente hace que aumente el capital bancario, y de ésta forma, los acuerdos de Basilea I, II y III logran cumplir sus objetivos, en el sentido de que el banquero, como agente intermediador financiero, está sujeto a una reglamentación legislativa que establece que los créditos no sólo deben ser financiados con recursos externos (depósitos) sino también con recursos propios (capital bancario). De ésta manera, el nivel de apalancamiento bancario se mantiene en torno a cero, toda vez que la regulación desincentiva la captación de depósitos, además de constituir un coso para los bancos.

El sector financiero reacciona un tanto diferente que el sector real, cuando se supone una regulación del 16%. Los créditos, depósitos y capital bancario aumentan respecto a su estado estacionario, en cambio, el *spread* empresarial y el *spread* bancario disminuyen respecto a su estado estable. Así mismo, el nivel de apalancamiento bancario oscila en torno al 0%, debido a que los bancos costean los créditos con un elevado capital propio. En cuanto a la convergencia de las trayectorias, se observa una alta persistencia de los créditos y depósitos en el proceso de convergencia hacia el equilibrio de largo plazo, en tanto que el resto de las variables convergen inmediatamente a su senda de equilibrio dinámico, tal como se observa con los riesgos empresarial y banquero.

Figura 4: Respuesta de las variables reales a un choque de productividad (sin regulación vs con regulación al 8% y 16%)

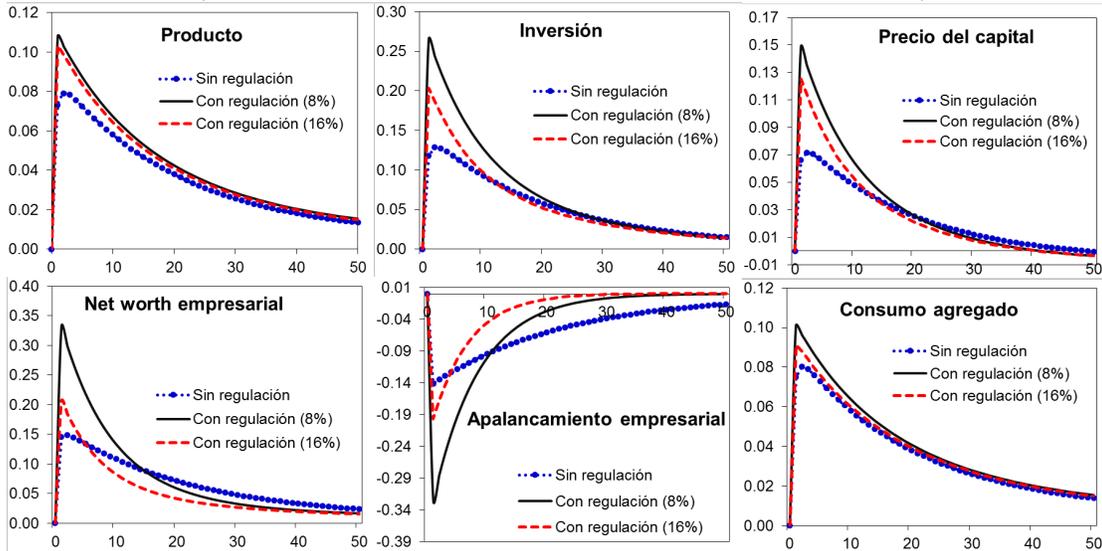
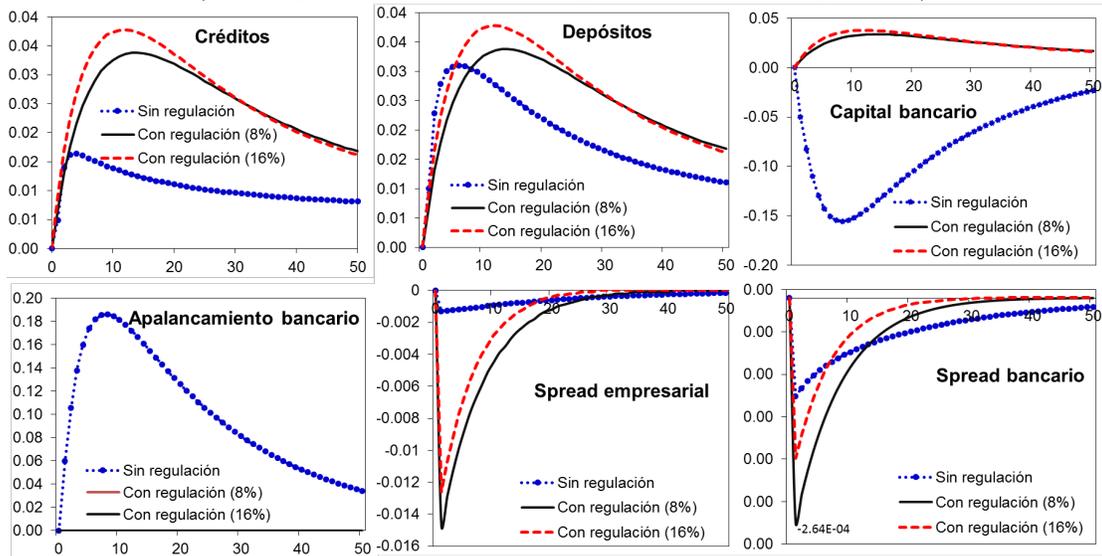


Figura 5: Respuesta de variables financieras a un choque de productividad (sin regulación vs con regulación al 8% y 16%)



En resumen, el resultado fundamental que se obtiene, es que; ante un choque de productividad, sea negativo o positivo, el requerimiento de capital bancario del 8% se comporta como un mecanismo de acelerador financiero, es decir cuando una economía se encuentra en la fase expansiva del ciclo (choque positivo) el producto aumenta debido a un crecimiento de la inversión explicado por un mayor capital empresarial y un crecimiento de los créditos lo que aumenta el producto respecto a su estado estacionario, sin embargo, cuando una economía se encuentra en la fase recesiva (choque negativo) el producto se contrae aun más debido en parte a la disminución del nivel

de inversión explicado por caídas en el net worth empresarial y fundamentalmente una contracción de la oferta crediticia lo que amplifica la recesión económica. Estos resultados se respaldan por la literatura que estudian los efectos de la regulación bancaria sobre los ciclos económicos como en [Zhang \(2009\)](#) cuyo argumento es que los choques agregados tienen un impacto no sólo en el balance de las empresas, sino también en el balance de los bancos, es decir los empresarios y banqueros comparten el riesgo agregado de la economía conduciendo a una contracción del producto que también se explica por la presencia de una regulación. De igual manera autores como [Covas and Fujita \(2010\)](#) y [Aliaga-Díaz and Olivero \(2012\)](#) encuentran que el requerimiento de capital amplifica los ciclos económicos generando una mayor volatilidad del producto cuando los bancos se enfrentan a una restricción regulatoria.

Está claro que los resultados de las funciones impulso respuesta, suponiendo una regulación del 8 %, dan cuenta que el requerimiento de capital se comporta como un acelerador financiero y este resultado ha sido respaldado ampliamente por la literatura. Sin embargo, la cuestión esencial es que en la práctica los ratios de capitalización bancaria están encima del umbral que establece los acuerdos de [Basilea-I \(1988\)](#) y [Basilea-II \(2004\)](#). La pregunta es ¿qué sucede con la dinámica de las variables cuando la regulación fuese del 16 % observado, y cercano al que exige [Basilea-III \(2010\)](#) del 15,5 %?. Los resultados muestran que el requerimiento de capital mantiene el mecanismo de acelerador, pero que la magnitud se reduce en comparación de la regulación del 8 %. En tanto que se logra estabilizar el sistema financiero de la economía haciendo que la trayectoria del producto presente menos persistencia, es decir, el requerimiento de capital sirve para mitigar la desviación del producto respecto a su estado estacionario. La estabilización del producto, a su vez, se explica por una desviación menor de la inversión respecto a su estado estacionario.

b) Choque de política monetaria

En la Figura 6 se observan las funciones de impulso respuesta frente a un choque de tasa de interés, equivalente a una política monetaria expansiva, cuando se supone ausencia de regulación. Este choque representa una política monetaria convencional expansiva y los resultados son similares al de un choque de productividad. Una reducción en la tasa de interés incentiva la inversión y por lo tanto aumenta respecto a su estado estacionario, lo cual se explica por aumento en el nivel de precios del capital y un aumento del *net worth* empresarial. Este comportamiento tiene su efecto sobre la producción que se desvía del estado estacionario hasta un 10,6 % pero disminuye inmediatamente en el periodo 5 a partir del cual se mantiene estable y su convergencia al estado estacionario es sumamente lento. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de la literatura estándar sobre política monetaria.

Por otro lado, la Figura 7 muestra la respuesta de las variables del sistema financiero ante una reducción de la tasa de interés. Se observa una disminución de los créditos, pese a un aumento en la demanda, prevalece la supremacía de la oferta crediticia, debido

a que bajas tasas de interés implica disminuir beneficios bancarios, lo que se explica por un aumento en los costos de financiación.

Figura 6: Respuesta de variables reales a un choque de tasa de interés (sin regulación)

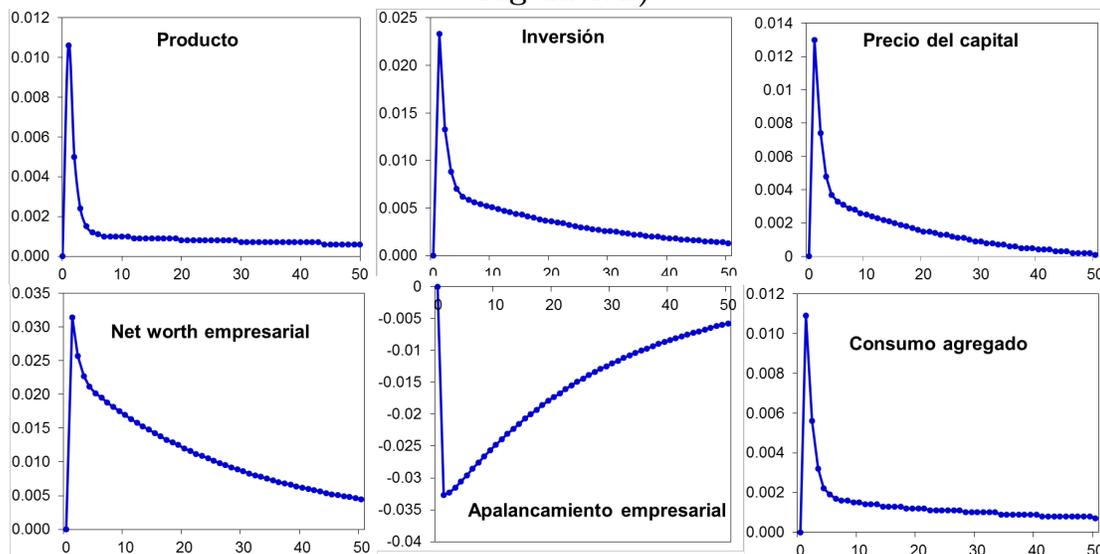
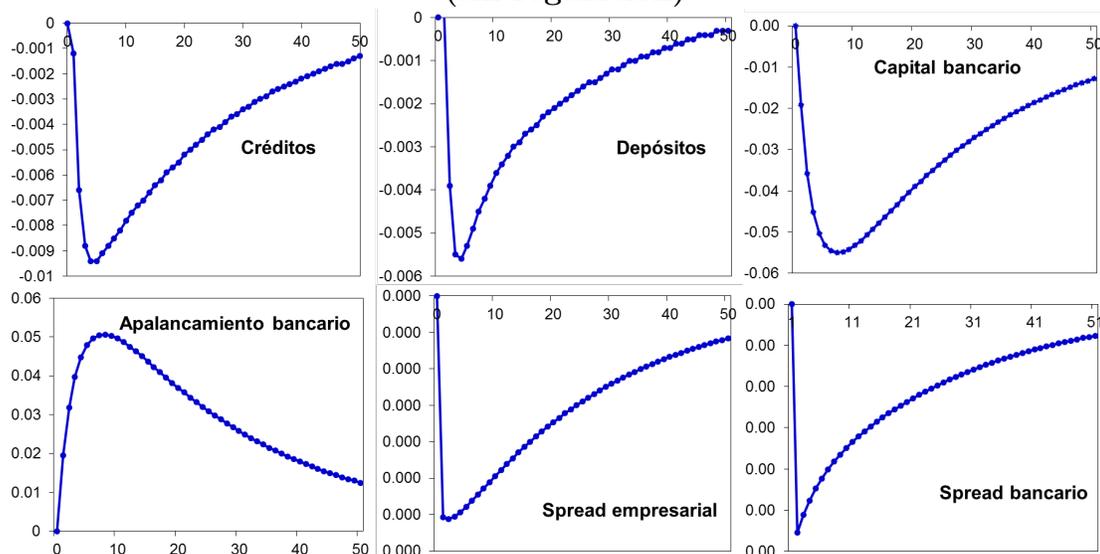


Figura 7: Respuesta de variables financieras a un choque de tasa de interés (sin regulación)



En la Figura 8 se observa la respuesta de las variables económicas frente a un choque de tasa de interés, en el modelo que supone requerimiento de capital bancario. Se debe señalar que el efecto acelerador del capital regulatorio permanece en todos los casos, sin embargo la cuantía es muy pequeño. Todos los resultados cualitativamente

son consistentes con las predicciones de la teoría estándar. La inversión, el precio del capital, el *net worth* empresarial y el consumo agregado experimentan un aumento respecto a su estado estacionario. Todas las variables convergen inmediatamente en el quinto periodo aproximadamente. Por su parte, las variables financieras también tienen

Figura 8: Respuesta de variables reales un choque de tasa de interés (sin regulación vs con regulación al 8% y 16%)

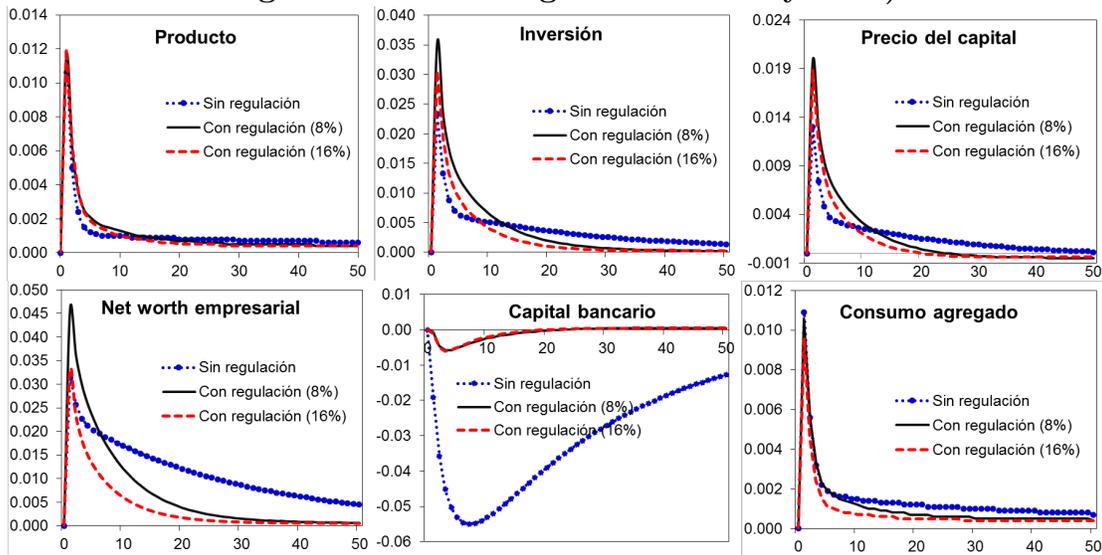
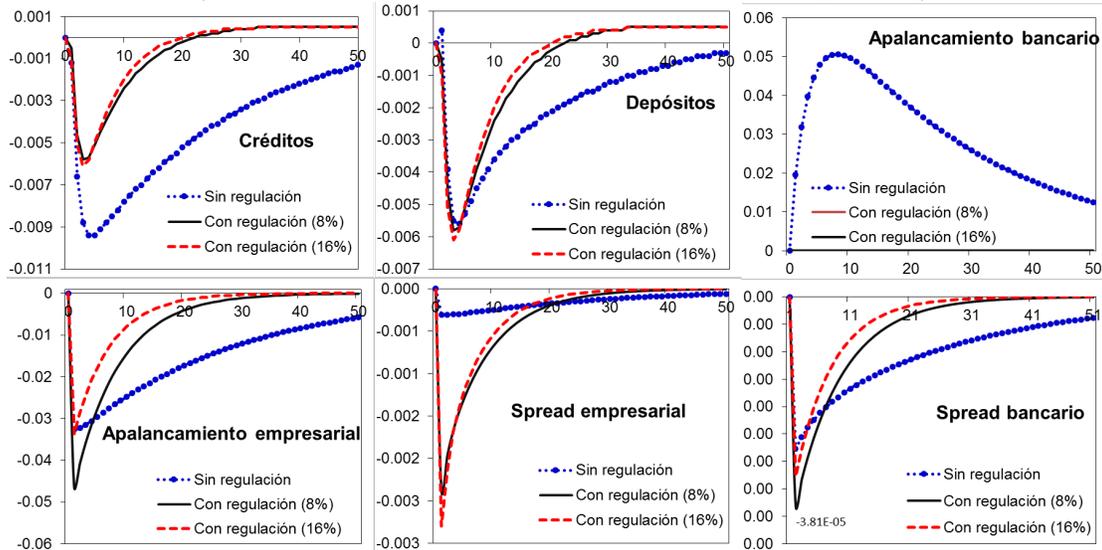


Figura 9: Respuesta de variables financieras a un choque de tasa de interés (sin regulación vs con regulación al 8% y 16%)



un comportamiento similar a la economía sin regulación y también se parece mucho a las reacciones frente a un choque de productividad (Figura 9). Estos resultados también son estándares en la literatura. No obstante, un caso particular surge en el

caso de spread empresarial. [Bernanke et al. \(1999\)](#) argumentan que el impacto del acelerador financiero se refleja en el comportamiento de la prima de la financiación externa, que es pasiva en el modelo sin regulación pero disminuye bruscamente cuando la regulación es del 16 % y cae menos que proporcionalmente cuando la regulación es del 8 %. La disminución imprevista de la tasa de interés de política estimula la demanda de capital, lo que a su vez aumenta la inversión y el precio del capital. El aumento imprevisto de los precios de los activos aumenta el patrimonio neto, lo que reduce la prima de la financiación externa, lo que a su vez estimula la inversión.

Cuando se lleva a cabo una política monetaria expansionista, decidida por el banco central, se incrementa la oferta monetaria. Esta política tiene un efecto de aumento del nivel de producción ya que favorece la inversión privada, cumpliendo de ésta manera el objetivo es aumentar la cantidad de dinero en circulación cuando en el mercado hay poco dinero circulando. Por ejemplo, las actuaciones del Banco Central Europeo han sido fundamentales en la estabilización de los mercados de bonos soberanos, puesto que han permitido llevar los tipos de interés de la deuda soberana a niveles más razonables y reducir la prima de riesgo.

c) Política monetaria pasiva versus activa

En ésta sección se intentará responder a la pregunta ¿cómo reacciona las variables económicas en presencia y ausencia de requerimientos de capital cuando la política monetaria es activa o pasiva?. Para ésta cuestión consideramos un choque de productividad positivo. Cabe mencionar que los ejercicios anteriores (resultados de los incisos a y b) se efectuaron tomando en cuenta que la autoridad monetaria sólo tenía el objetivo de mantener la estabilidad macroeconómica, es decir, sólo era importante mantener la brecha de inflación en una constante mínima, de modo que en la regla de Taylor se tenía $\theta^y = 0$ y que $\theta^\pi \neq 0$. Ahora consideramos el caso donde la autoridad monetaria, además de tener el objetivo de mantener estable la inflación, tiene como finalidad mantener una brecha de producción también mínimo. De ésta manera, la calibración de parámetros en la regla de Taylor es; $\theta^\pi = 1,5$ para capturar la política monetaria pasiva y $\theta^\pi = 2$ para referirnos a la política monetaria activa, siendo $\theta^y = 0,3$ en ambos caso.

En la Figura 10 se representan las funciones de impulso respuesta de las variables del sector real. En general los resultados muestran cualitativamente similares a los casos anteriores, donde la producción experimenta un crecimiento hasta un 7 % respecto a su estado estacionario. No obstante, se observa que el efecto acelerador del requerimiento de capital bancario tiende a desaparecer, resultado que era de esperarse por que la autoridad monetaria no solamente intenta minimizar la brecha de inflación sino también la brecha de producción.

Las variables del sector financiero (Figura 11) también presentan resultados similares a los casos anteriores, donde se observan aumentos en el capital bancario cuando existe

regulación a los mismo, así mismo, se observa un crecimiento de los créditos y depósitos, y por lo tanto los niveles de apalancamiento bancario permanecen constantes.

Figura 10: Respuesta de variables reales a un choque de productividad (Política monetaria pasiva)

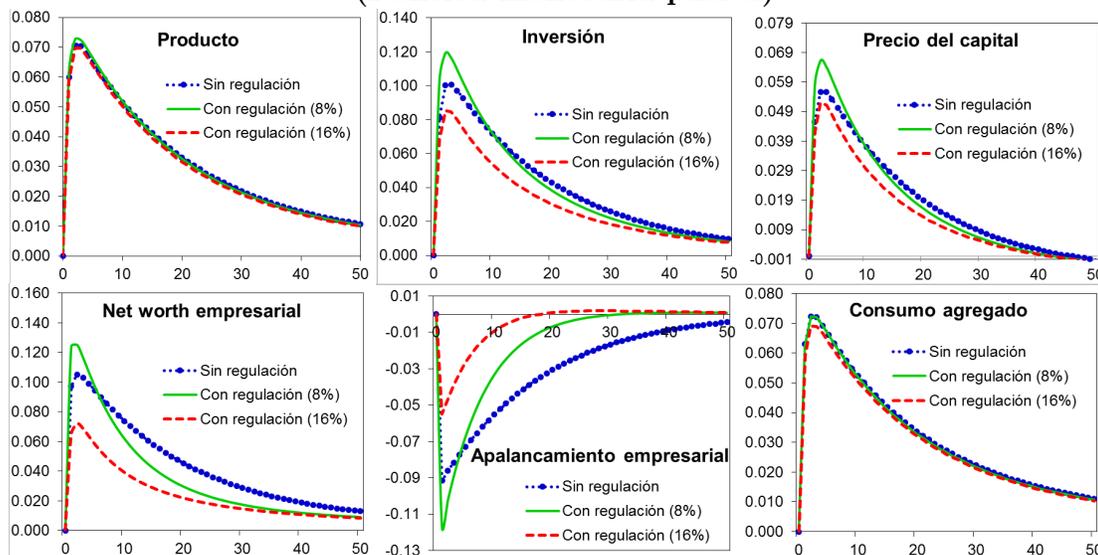
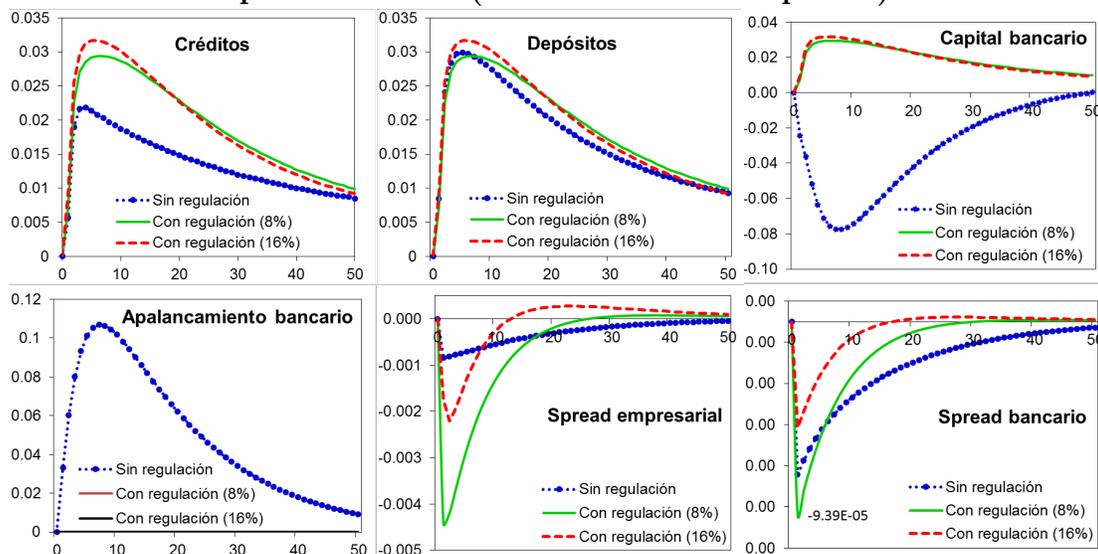


Figura 11: Respuesta de variables financieras a un choque de productividad (Política monetaria pasiva)



La Figura 12 muestra los resultados cuando se supone política monetaria activa, en la que se observa una mayor expansión del producto hasta un 8% lo que es explicado, como se podrá notar, por los componentes de demanda agregada que también experimentan un crecimiento mayor que en el caso de la política pasiva. Así mismo, la Figura 13 muestra que las variables financieras también experimentan un crecimiento mayor.

Los resultados muestran que la política monetaria es un instrumento para minimizar no solamente la brecha de inflación sino también la brecha de producto. En particular, al existir un mecanismo de acelerador financiero de los requerimientos de capital bancario, el accionar de la política monetaria es fundamental para minimizar los ciclos. Sin embargo, en un escenario de recesión, la política monetaria activa se comporta similar el requerimiento de capital.

Figura 12: Respuesta de variables reales a un choque de productividad (Política monetaria activa)

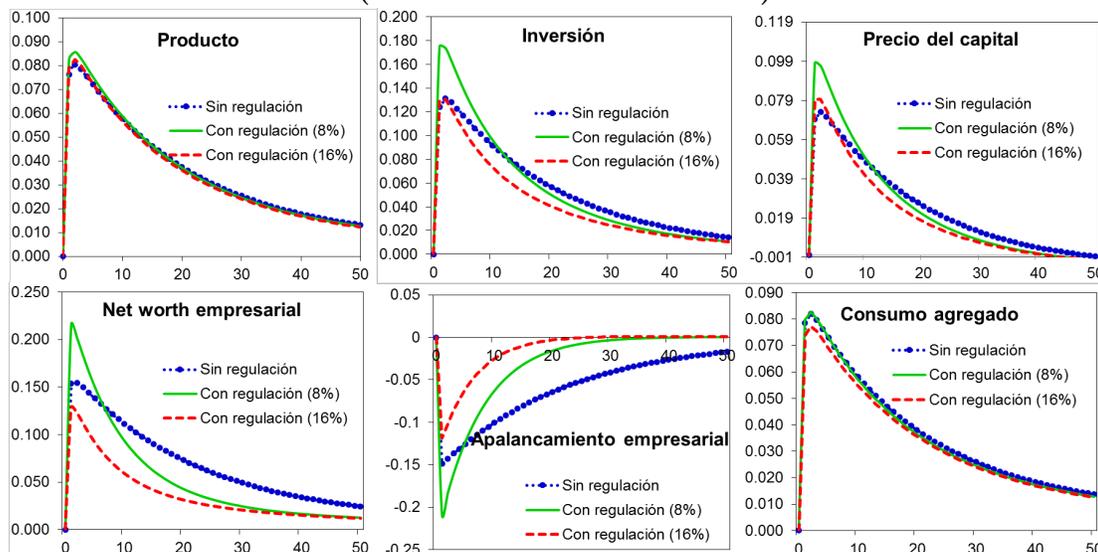
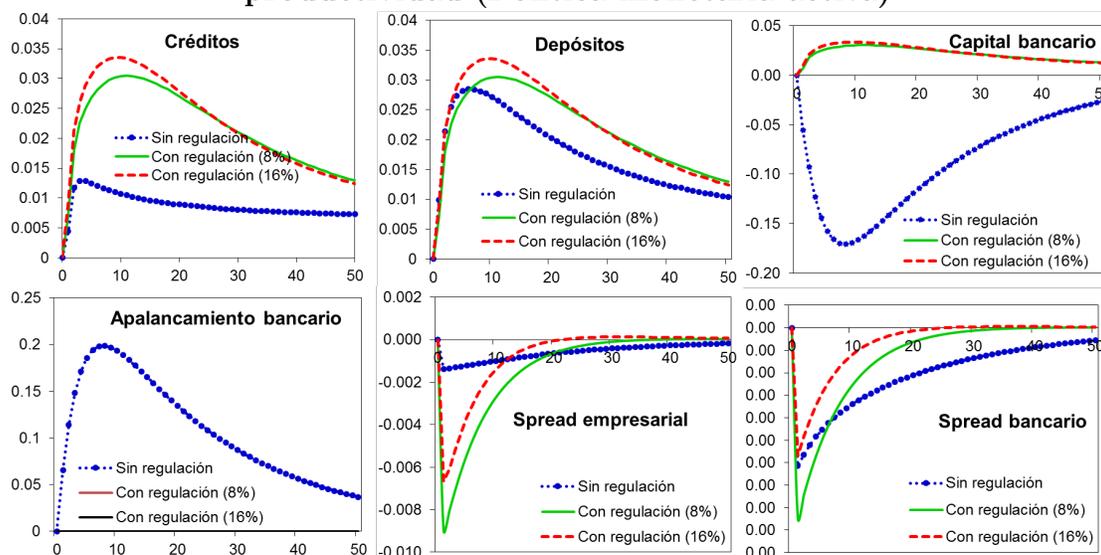


Figura 13: Respuesta de variables financieras a un choque de productividad (Política monetaria activa)



d) Volatilidad del producto

En el Cuadro 3 se presentan los cuatro primeros momentos estadísticos que se obtienen a partir de una simulación de mil periodos. Para considerar la volatilidad del producto se considera solamente el momento de segundo orden, es decir la varianza, o de manera equivalente su desviación estándar. Frente a un choque de productividad agregada de la economía, y cuando los bancos se enfrentan a una regulación del 8 % se observa que la desviación estándar es de 34,12 % frente al 28,5 % que cuando no existe regulación. Y si la regulación fuese del 16 % la volatilidad que experimenta la economía es menor (32,85 %) en comparación (34,12 %) del modelo que supone una regulación fuese del 8 %, pero que sigue siendo mayor en comparación al modelo sin regulación. Por consiguiente, el requerimiento de capital bancario que establecen los acuerdos de [Basilea-I \(1988\)](#) y [Basilea-II \(2004\)](#) genera una mayor volatilidad del producto, por el contrario, si el umbral del requerimientos de capital fuese el observado del 16 %, cercano al de [Basilea-III \(2010\)](#) 15,5 %, la volatilidad del producto disminuye pero que permanece aun mayor que el modelo sin regulación.

Por otro lado, cuando la economía enfrenta un *shock* de política monetaria, una economía regulada ya sea al 8 % o al 16 % genera mayor volatilidad en el producto en comparación de la economía sin regulación.

Así mismo, se puede observar que ante un choque de productividad y en presencia de una autoridad monetaria pasiva, la volatilidad del producto se mantiene constante en torno al 25 % (con y sin regulación bancaria al 8 %), cuando aumenta el requerimiento de capital, ésta autoridad disminuye la volatilidad de producto en 1 %. Por su parte, cuando se supone que la política monetaria es activa la volatilidad del producto aumenta un punto porcentual cuando la regulación es del 8 % en comparación de una economía sin regulación, pero disminuye cuando la regulación es de 16 %.

Cuadro 3: Momentos teóricos del producto

Momentos teóricos	Media	Des. Est.	Varianza	Asimetría	Kurtosis
CHOQUE DE PRODUCTIVIDAD					
Sin regulación	0,0424	0,2850	0,0812	0,1583	0,3681
Con regulación (8%)	0,0144	0,3412	0,1164	0,1432	0,3478
Con regulación (16%)	-0,0976	0,3285	0,1079	0,1601	0,3526
CHOQUE DE TASA DE INTERÉS DE POLÍTICA					
Sin regulación	0,1866	0,0133	0,0002	-0,0165	0,1432
Con regulación (8%)	0,1873	0,0148	0,0002	0,0027	0,1368
Con regulación (16%)	0,0665	0,0147	0,0002	-0,0026	0,1086
POLÍTICA MONETARIA PASIVA					
Sin regulación	0,0704	0,2510	0,0630	0,1760	0,3477
Con regulación (8%)	0,0715	0,2530	0,0640	0,1738	0,3360
Con regulación (16%)	-0,0433	0,2445	0,0598	0,1870	0,3362
POLÍTICA MONETARIA ACTIVA					
Sin regulación	0,0452	0,2843	0,0808	0,1625	0,3655
Con regulación (8%)	0,0464	0,2914	0,0849	0,1602	0,3455
Con regulación (16%)	-0,0676	0,2820	0,0795	0,1756	0,3484

e) Robustez del modelo

Considerando que el modelo es altamente no lineal, puede ocurrir que sea sensible a diferentes tipos de calibraciones, es decir, puede ocurrir que ante un cambio en cualquiera de los parámetros estructurales del modelo no satisfagan la estabilidad dinámica del mismo o en su defecto se obtengan resultados muy disímiles a los encontrados en éste trabajo. Tomando en cuenta esta cuestión, se calibra un segundo modelo de modo que nos permita obtener un valor $\tau = 16\%$ a partir del modelo sin regulación. En dicha calibración, consideramos que los valores de los parámetros no cambien de manera sustancial, permitiendo solamente un único cambio, referido al costo de monitoreo que realizan los bancos a los empresarios. En particular se aumenta de $\eta = 0,031$ a $\eta = 0,049$, lo que nos permite obtener precisamente $\tau = 16\%$, consistente con el promedio observado para los países avanzados y cercano al propuesto por Basilea III de $15,5\%$.

En la Figura 10 se observa el comportamiento de las variables reales frente a un choque de productividad positivo. En general, las funciones de impulso respuesta son cualitativamente similares que en el primer modelo, expuesto anteriormente, en el sentido de que se observa una expansión del producto, explicado por la inversión y el consumo agregado. Sin embargo, cuantitativamente son diferentes, por ejemplo, el producto se expande hasta un 10% comprado con el 8% según el modelo anterior. El resultado fundamental es que se mantiene el efecto acelerador del requerimiento de capital bancario.

Así mismo (Figura 11), el efecto de éste choque positivo de productividad sobre las variables del sector financiero dan cuenta de una mayor expansión de los depósitos que el capital bancario (modelo sin regulación), lo que explica un mayor nivel de apalancamiento bancario. Por otro lado, cuando se supone regulación bancaria, estos resultados sugieren de un aumento en el capital bancario, resultado que era de esperar, considerando los objetivos centrales de los acuerdos de Basilea, que pregonan un mayor capital bancario para hacer frente a pérdidas inesperadas. Por ello, el apalancamiento bancario permanece constante cercanos a valores mínimos.

Finalmente, en éste segundo modelo también se realizó un choque de tasa de interés de política, equivalente a una política monetaria expansiva. Los resultados que se muestran en las Figuras 12 y 13 dan cuenta que la dinámica persisten al igual que en el primer modelo resuelto. Particularmente, se sigue observando un efecto acelerador financiero del requerimiento de capital, aunque las magnitudes difieren. Sin embargo, un resultado interesante es una caída en el capital bancario en presencia de requerimiento de capital, lo que se podría explicar precisamente por una caída en la tasa de interés de política, mayor requerimientos de capital y mayores costos de monitoreo hacia los empresario, todos éstos elementos constituyen de alguna forma costos para el banquero, por lo que inyectar mayor capital en el negocio no sería atractivo, por ello la caída en ésta variable.

Figura 10: Respuesta de variables reales a un choque de productividad (sin regulación vs con regulación al 16 %)

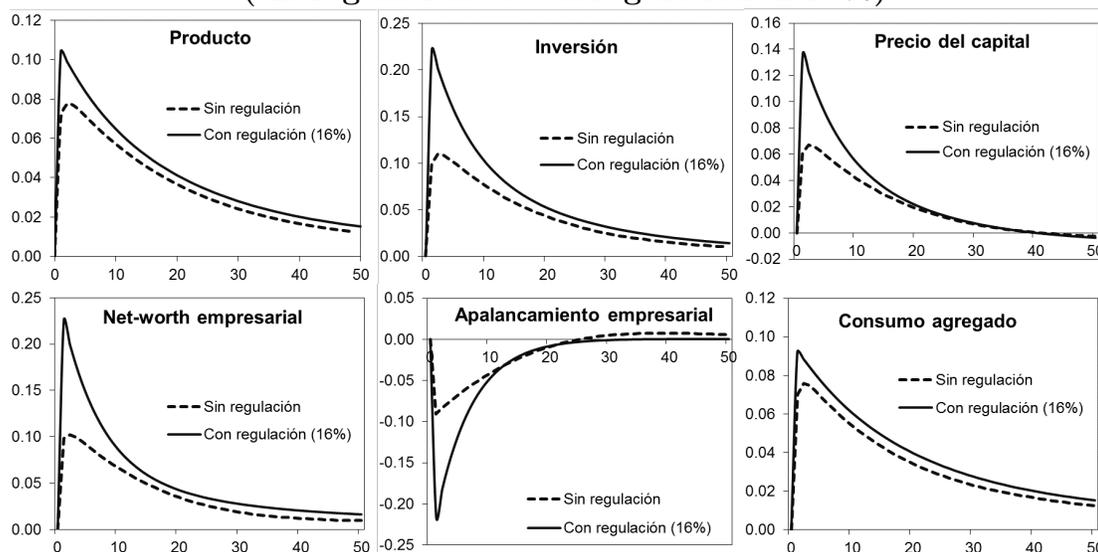
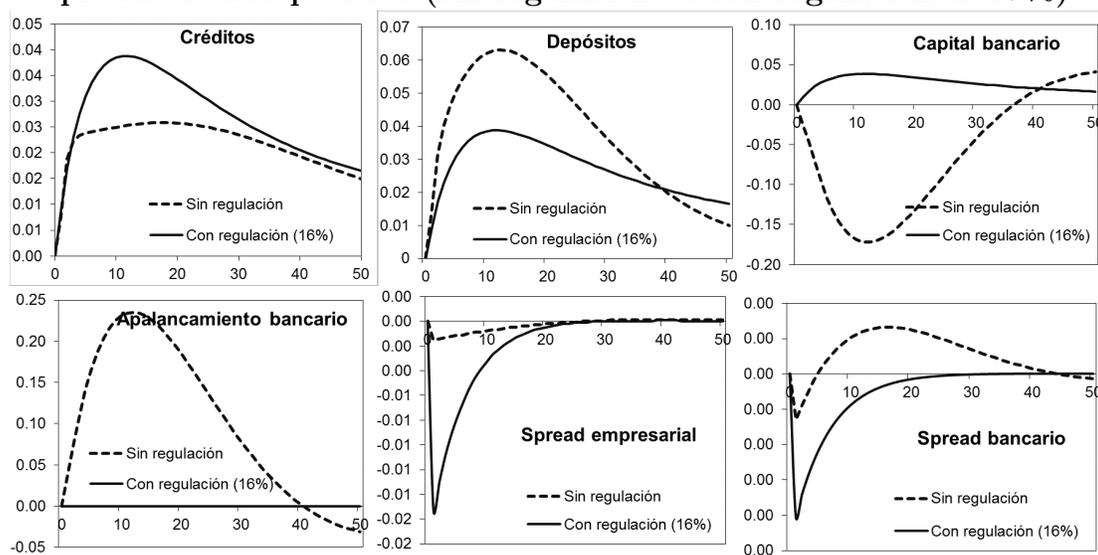


Figura 11: Respuesta de variables financieras a un choque de productividad positivo (sin regulación vs con regulación al 16 %)



5.4. Análisis de bienestar

En ésta sección se examina el bienestar de la economía cuando el sistema bancario enfrenta un requerimientos de capital y cuando no enfrenta ningún requerimiento. Este análisis se realiza considerando los dos choques que se estudiaron anteriormente y bajo las dos calibraciones del capital regulatorio (τ), lo que significa que el bienestar se analiza durante la transición hacia el estado estacionario. La cuestión a la que se pretende responder es; ¿la regulación bancaria basado en el capital regulatorio mejora o

Figura 12: Respuesta de variables reales a un choque de tasa de interés de política (sin regulación vs con regulación al 16%)

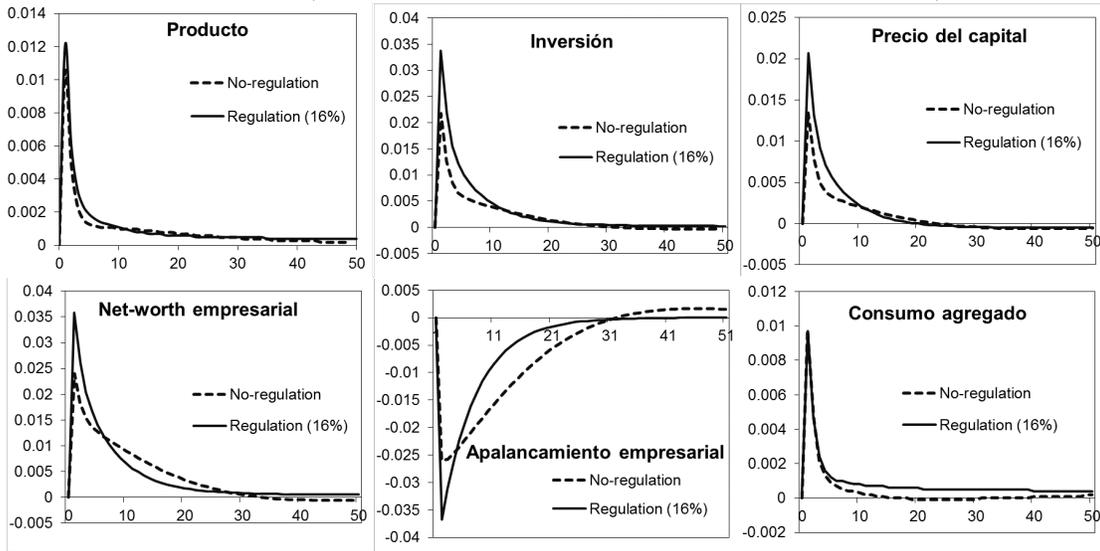
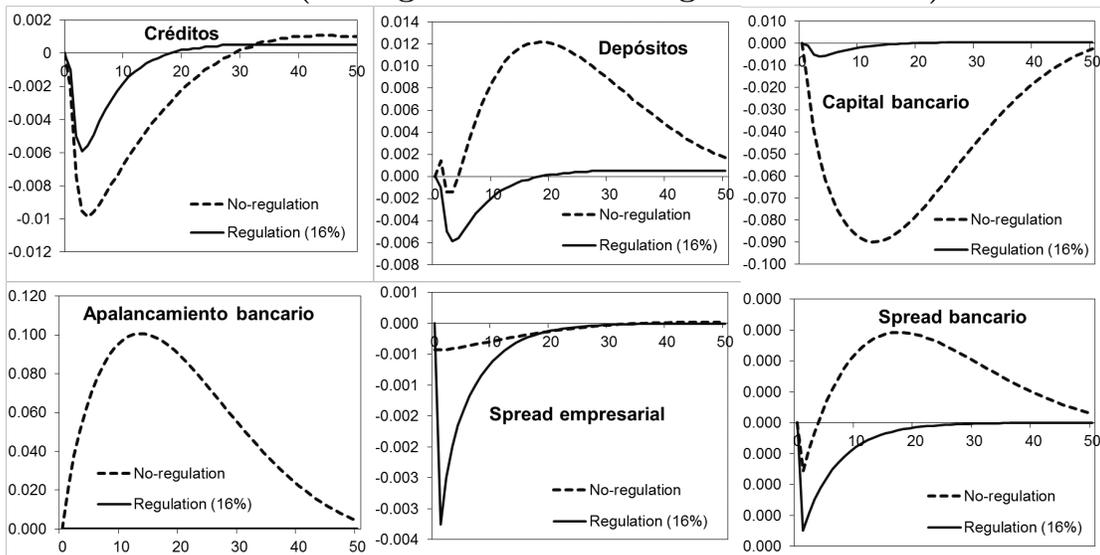


Figura 13: Respuesta de variables financieras a un choque de tasa de interés (sin regulación vs con regulación al 16%)



empeora el bienestar económico? Para responder esta cuestión se cuantifica la función de utilidad intertemporal de las familias, para ello, se toma en cuenta el siguiente procedimiento. Primero, se determina los valores numéricos de los componentes de la función de utilidad, es decir, se obtiene la serie del consumo de los hogares C_t y se calcula $\ln C_t$, se obtiene la serie de la oferta laboral H_t y se determina el logaritmo del ocio $\ln(1-H_t)$ ponderado por su participación en la utilidad $\xi = 1,65$ (este parámetro se obtiene a partir del estado estacionario dado por $\xi = W_{ss}(1-H_{ss})/C_{ss}$) y finalmente se obtiene la serie de la demanda de dinero M_t/P_t para luego hallar $\ln(M_t/P_t)$ ponderando

por¹⁷ $\zeta = 0,027$, tomado de [Meh and Moran \(2010\)](#).

Segundo, se obtiene la función de utilidad $U_t = \ln C_t + \zeta \ln(M_t/P_t) + \xi \ln(1 - H_t)$ y finalmente se actualiza usando el factor de descuento $\beta = 0,99$. Sin embargo, para efectos de descomposición de la utilidad tanto en el estado estacionario como en la dinámica de transición, se considera lo siguiente. En el periodo $t = 0$ el valor de la utilidad es idéntico que en el estado estable, $U_0 = U_{ss}$, en el periodo $t = 1$, la utilidad es igual al valor de utilidad en el estado estable más la utilidad de la desviación \widehat{U}_1 , es decir, $U_1 = U_{ss} + \widehat{U}_1$, para el periodo $t = 2$ se tiene el mismo patrón $U_2 = U_{ss} + \widehat{U}_2$ y así sucesivamente hasta el periodo $t = 50$. Por lo tanto, el valor presente de la utilidad total, V_T , está dado por:

$$V_T = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U_{ss} + \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \widehat{U}_t$$

Siendo $\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U_{ss}$ el valor de la utilidad en el estado estacionario y dado que U_{ss} es constante, entonces se tiene $\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U_{ss} = U_{ss}/(1 - \beta)$. El término de interés particular es el valor presente de la utilidad a lo largo de la dinámica de transición, $\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \widehat{U}_t$. Por lo tanto el Valor Presente de la Utilidad, $VP(U)$ en la transición está dado por:

$$VP(U) = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \widehat{U}_t = V_T - \frac{U_{ss}}{1 - \beta}$$

Para el caso de la economía 2 se sigue el mismo procedimiento, sin embargo, el peso del ocio se ajusta a $\xi = 1,76$ que se obtiene, de igual manera, a partir del estado estacionario.

En el Cuadro 4 se observan los resultados del valor presente de la función de utilidad intertemporal tanto en la dinámica de transición como en el estado estable para los dos tipos de choques. Ante un choque positivo de productividad y en la dinámica de transición, suponiendo que el sistema bancario enfrenta un requerimientos de capital del 8%, se observa que el nivel de utilidad en valor presente (47,16) es menor, aunque no significativo, que la utilidad de la economía sin regulación (47,32), lo que significa una pérdida del nivel de bienestar en la economía con regulación en $-0,16 = 47,16 - 47,32$, o lo que es lo mismo, una ganancia de bienestar cuando la economía no enfrenta ninguna exigencia de capital regulatorio¹⁸. Por su parte, cuando la economía se enfrenta a un

¹⁷Se debe aclarar que las series C_t , H_t y M_t/P_t se obtienen a partir de la brecha de éstas variables respecto a su estado estacionario C_{ss} , H_{ss} y $(M/P)_{ss}$ respectivamente, es decir, si \widehat{c}_t representa la brecha del consumo respecto a su estado estacionario expresado en términos porcentuales, entonces se cumple que $C_t = C_{ss}(1 + \widehat{c}_t)$. Idem con el nivel de empleo y la demanda de saldos reales.

¹⁸En el Cuadro 4, los valores actuales de la función de utilidad total y en estado estacionario son negativos, debido a que las series de C_t , H_t y M_t/P_t están próximos a cero y por lo tanto sus logaritmos resultan negativos. Por ejemplo, consideremos una función de utilidad logarítmica $u = \ln(x)$; cuando $x = 0,004$ se deduce que $u = -5,521 < 0$, lo que además es consistente con la definición estándar de una función de utilidad, es decir, $u : \mathbb{R}^+ \rightarrow \mathbb{R}$

requerimiento del 16 % se observa que el valor presente de la utilidad en la transición es mayor que en el modelo con regulación al 8 % y al modelo sin regulación, aunque ésta imposición del $\tau = 16\%$ no es directamente comparable con el resto del modelo debido a que poseen diferentes estados estables. Por lo tanto, frente a un choque de productividad positivo la economía sin regulación es la que genera un mayor bienestar, aunque la magnitud es pequeña.

Por otro lado, cuando la economía enfrenta un choque de tasa de interés de política (política monetaria expansiva) se observa que el valor presente de la utilidad en la transición (45,85) y en el modelo sin regulación es menor que en el modelo con regulación al 8 % (59,93).

Estos resultados sugieren que un requerimiento de capital bancario de al menos el 8 %, genera pérdidas de bienestar económico en comparación del modelo sin regulación, siempre que el choque se de productividad.

Cuadro 4: Valor presente de la utilidad

Descripción	Sin	Con regulación	
	regulación	8 %	16 %
CHOQUE DE PRODUCTIVIDAD			
VP(U) en la transición	47,32	47,16	56,05
VP(U) total	-28,05	-28,22	-33,72
U en estado estable	-75,36	-75,38	-89,77
CHOQUE DE TASA DE INTERÉS			
VP(U) en la transición	45,85	59,93	75,02
VP(U) total	-29,51	-15,45	-14,75
U en estado estable	-75,36	-75,38	-89,77
POLÍTICA MONETARIA PASIVA			
VP(U) en la transición	47,45	47,46	56,31
VP(U) total	-27,93	-27,92	-33,45
U en estado estable	-75,38	-75,38	-89,77
POLÍTICA MONETARIA ACTIVA			
VP(U) en la transición	47,33	47,32	56,19
VP(U) total	-28,05	-28,06	-33,57
U en estado estable	-75,38	-75,38	-89,77

En la literatura que examina la regulación bancaria, por lo general, son pocos los que estudian costos y beneficios que implican para una economía una exigencia de capital bancario. Los defensores de una regulación más estricta apuntan a que el capital bancario sirve como un amortiguador que absorbe las pérdidas, reduce la probabilidad de fracaso bancario, protege los depósitos, reduce riesgos asociados con el elevado apalancamiento de los bancos y los exorbitantes costes de la crisis financiera mundial [Esty (1998), Hellmann et al. (2000), Repullo (2004), Allen et al. (2011)]. En cambio, los opositores a mayores requerimientos de capital sostienen que aumentar significativamente las exigencias de capital genera unos costes del crédito bancario que obstaculiza

la actividad económica. [Dagher et al. \(2016\)](#) sugiere distinguir dos tipos de costes, uno asociado en el estado estacionario y la otra en la dinámica de transición, y argumenta que cambios de requerimiento de capital bancario en el estado estacionario son irrelevantes, debido a ausencia de choques y que los bancos en esa situación siempre cumplen las exigencias de capital. Autores que comparten la idea de que la regulación bancaria puede generar costos de créditos en la transición económica son [Song and Thakor \(2007\)](#), [De Mooji \(2012\)](#), [DeAngelo and Stulz \(2013\)](#), [Aliaga-Díaz and Olivero \(2012\)](#), [Covas and Fujita \(2010\)](#) entre otros, haciendo mención que ésta regulación tendría un comportamiento tipo acelerador financiero cuando la economía recibe choques negativos de cualquier naturaleza.

Nuestro resultado de que un mayor requerimiento de capital bancario genera pérdidas de bienestar económico difiere de lo que mencionan [Dagher et al. \(2016\)](#), en el sentido de que éstos autores concluyen que la regulación bancaria tiene beneficios debido a que el capital bancario sirve como instrumento para absorber pérdidas económicas. Uno de sus resultados fundamentales apuntan a que un requerimiento de capital bancario en el rango de 15 % a 23 % de los activos ponderados por riesgo habría sido suficiente para absorber pérdidas en la mayoría de las crisis bancarias pasadas (al menos en las economías avanzadas).

6. Conclusiones

El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto del requerimiento de capital bancario sobre el sistema financiero y real de la economía a lo largo del ciclo económico, para lo cual se consideró un modelo de equilibrio general dinámico estocástico basado en [Torres \(2016\)](#) y [Bernanke et al. \(1999\)](#) en la que se incorpora de manera explícita una regulación bancaria (requerimiento de capital) tal como establece [Basilea-I \(1988\)](#), [Basilea-II \(2004\)](#) y [Basilea-III \(2010\)](#). Así mismo, se efectuaron dos tipos de choques; un choque de productividad agregada y un choque de política monetaria, para cada *shock* se impone dos tipos de calibraciones del requerimiento de capital; 8 % según regulación vigente y 16 % observado empíricamente en los países industrializados, además de estar muy cercano al que establece [Basilea-III \(2010\)](#) de 15,5 %. Finalmente, se determinó las volatilidades del producto y el valor presente de la función de utilidad para medir el bienestar económico asociado a cada tipo de regulación. Con base en éstos dos criterios se establece qué tipo de modelo puede ser el adecuado para una economía.

Antes de presentar los hallazgos y las conclusiones principales, es importante y necesario apuntar las ventajas, desventajas y los problemas que ignora los acuerdos de Basilea. En principio, el objetivo de estos acuerdos es preservar la estabilidad bancaria y consecuentemente amortiguar los cambios bruscos de la economía. Para lograr aquello las autoridades supervisoras imponen diferentes tipos de restricciones, en par-

ricular un coeficiente de requerimiento de capital en relación a los activos ponderados por riesgo. Una de las principales ventajas de la regulación es que logra un equilibrio entre los intereses de los accionistas (banqueros), de los deudores (empresarios) y de los ahorristas o depositantes (familias). Una institución de intermediación financiera al acceder de una regulación apropiada tendría que asumir posiciones excesivamente riesgosas por que al aumentar el riesgo también aumenta el retorno de las inversiones. Los ahorristas se opondrían a una estrategia de este tipo dado que al aumentar el riesgo implicaría una mayor vulnerabilidad en la seguridad de sus depósitos. La principal desventaja es que si se practica una regulación inadecuada tendería a elevar el costo de la intermediación financiera, sin ofrecer a cambio una reducción del riesgo para los banqueros; dichos costos fueron observados en las crisis financiera y la crisis de deuda soberana de Europa y la consecuente recesión económica. Estas desventajas están asociados a los problemas de los acuerdos de Basilea I y II, por que tuvieron un enfoque microeconómico y no fueron capaces de capturar los ciclos de la economía, que es un problema macroeconómico, es decir, estos acuerdos no consideran las fases del ciclo económico. Basilea III, si bien considera la fases de los ciclos (al señalar que en épocas de expansión se acumula mayor capital para ser utilizados en épocas de recesión), ignora que los ciclo de los países desarrollados no coinciden con los ciclos de las economías en vías de desarrollo. Es decir, si las economías desarrolladas se encuentran en la fase expansiva y los países en vías de desarrollo se encuentra en la fase recesiva, por regulación de Basilea III, puede exacerbar la posibilidad de crisis en las economías emergentes.

Para terminar el presente trabajo es importante señalar los hallazgos más relevante. Cuando se supone un choque de productividad, el requerimiento de capital bancario establecido al 8 % o 16 % se comporta como un mecanismo de acelerador financiero, es decir amplifica los choques que experimenta la economía, de modo que agudiza las fases de recesión e impulsa las fases de expansión, lo que sugiere mayor volatilidad del producto. Este tipo de regulación genera una pérdida de bienestar, medido por el valor presente de la función de utilidad a lo largo de la dinámica de transición. En cambio, cuando la economía enfrenta un choque de tasa de interés de política, se observa que el producto también es más volátil en el modelo que supone regulación del 8 % o 16 %, sin embargo se obtiene un mayor bienestar. Este resultado puede sugerir que el accionar de la política monetaria en presencia de una regulación bancaria puede contribuir a la generación de un bienestar económico para la sociedad. Pero lo más importante, una política monetaria pasiva contribuye de manera fundamental a disminuir los efectos del acelerador financiero que presenta el requerimiento de capital bancario, de ésta manera, disminuye la volatilidad del producto, es decir, minimiza la brecha de producción.

De ésta manera, en este trabajo se ha evaluado los efectos del requerimiento de capital bancario como establece Basilea I y II, pero además nos anticipamos a los posibles efectos que tendría la implementación plena del acuerdo de Basilea III, lo que fue capturado por una calibración del requerimiento de capital del 16 %. Así mismo se debe

señalar que éstos instrumentos son inoperantes en épocas de recesión, es decir cuando la economía enfrenta un choque de productividad negativo, estos requerimientos de capital no contribuye a mitigar la recesión, al contrario puede exacerbar la posibilidad de crisis.

Una recomendación para un futuro trabajo es suponer que los bancos tienen un objetivo de maximizar una función de beneficios (dividendos y utilidad retenidas) en el modelo DSGE, para examinar si los efectos del requerimiento de capital sobre el sistema financiero y la economía en su conjunto se mantienen o no en presencia de dos fuentes de fricciones financieras (de oferta y demanda de créditos).

Referencias

- Aliaga-Díaz, R. and Olivero, M. P. (2012). Do bank capital requirements amplify business cycles? bridging the gap between theory and empirics. *Macroeconomic Dynamics*, 16(03):358–395.
- Allen, F., Carletti, E., and Marquez, R. (2011). Credit market competition and capital regulation. *Review of Financial Studies*, 24(4):983–1018.
- Angeloni, I. and Faia, E. (2013). Capital regulation and monetary policy with fragile banks. *Journal of Monetary Economics*, 60(3):311–324.
- Basilea-I (1988). *International convergence of capital measurement and capital standards*. Bank for International Settlements.
- Basilea-II (2004). *International convergence of capital measurement and capital standards: a revised framework*. Bank for International Settlements.
- Basilea-III (2010). *Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems*. Bank for International Settlements.
- Bernanke, B. and Gertler, M. (1989). Agency costs, net worth, and business fluctuations. *The American Economic Review*, 79(1):14–31.
- Bernanke, B. S., Gertler, M., and Gilchrist, S. (1999). The financial accelerator in a quantitative business cycle framework. *Handbook of Macroeconomics*, 1:1341–1393.
- Borio, C. and Zhu, H. (2012). Capital regulation, risk-taking and monetary policy: a missing link in the transmission mechanism? *Journal of Financial Stability*, 8(4):236–251.
- Carlstrom, C. T. and Fuerst, T. S. (1997). Agency costs, net worth, and business fluctuations: A computable general equilibrium analysis. *The American Economic Review*, 87(5):893–910.
- Christiano, L. J., Motto, R., and Rostagno, M. (2010). Financial factors in economic fluctuations.
- Covas, F. and Fujita, S. (2010). Procyclicality of capital requirements in a general equilibrium model of liquidity dependence. *International Journal of Central Banking*, 6(4):137–173.
- Curdia, V. and Woodford, M. (2009). Conventional and unconventional monetary policy.
- Dagher, J. C., Dell’Ariccia, G., Laeven, L., Ratnovski, L., and Tong, H. (2016). Benefits and costs of bank capital. IMF Staff Discussion Note.

- De Mooji, R. A. (2012). Tax biases to debt finance: Assessing the problem, finding solutions. *Fiscal Studies*, 33(4):489–512.
- DeAngelo, H. and Stulz, R. M. (2013). Why high leverage is optimal for banks. Technical report, National Bureau of Economic Research.
- Dell’Ariccia, M. G., Marquez, M. R., and Laeven, M. L. (2010). *Monetary policy, leverage, and bank risk-taking*. Number 10-276. International Monetary Fund.
- Dellas, H., Diba, B., and Loisel, O. (2010). Financial shocks and optimal policy.
- Dib, A. (2010). Banks, credit market frictions, and business cycles. Technical report, Bank of Canada Working Paper.
- Esty, B. C. (1998). The impact of contingent liability on commercial bank risk taking. *Journal of Financial Economics*, 47(2):189–218.
- Galindo, H. (2011). Requerimiento de capital bancario y ciclos económicos en un modelo dsge. *SBS Documentos de Trabajo*.
- Gertler, M. and Karadi, P. (2011). A model of unconventional monetary policy. *Journal of Monetary Economics*, 58(1):17–34.
- Goodfriend, M. and McCallum, B. T. (2007). Banking and interest rates in monetary policy analysis: A quantitative exploration. *Journal of Monetary Economics*, 54(5):1480–1507.
- Hellmann, T. F., Murdock, K. C., and Stiglitz, J. E. (2000). Liberalization, moral hazard in banking, and prudential regulation: Are capital requirements enough? *American Economic Review*, pages 147–165.
- Holmström, B. and Tirole, J. (1998). Private and public supply of liquidity. *Journal of Political Economy*, 106(1):1–40.
- Jermann, U. and Quadrini, V. (2012). Macroeconomic effects of financial shocks. *The American Economic Review*, 102(1):238–271.
- Jordá, Ó., Schularick, M., and Taylor, A. M. (2016). Macrofinancial history and the new business cycle facts. In *NBER Macroeconomics Annual 2016, Volume 31*. University of Chicago Press.
- Kato, R. (2006). Liquidity, infinite horizons and macroeconomic fluctuations. *European Economic Review*, 50(5):1105–1130.
- King, R. G., Plosser, C. I., and Rebelo, S. T. (1988). Production, growth and business cycles: I. the basic neoclassical model. *Journal of Monetary Economics*, 21(2-3):195–232.

- Kiyotaki, N. and Moore, J. (1997). Credit cycles. *Journal of Political Economy*, 105(2):211–248.
- Koopman, S. J., Lucas, A., and Klaassen, P. (2005). Empirical credit cycles and capital buffer formation. *Journal of Banking & Finance*, 29(12):3159–3179.
- Kydland, F. E. and Prescott, E. C. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 50(06):1345–1370.
- Long, J. B. and Plosser, C. I. (1983). Real business cycles. *Journal of Political Economy*, 91(1):39–69.
- Meh, C. A. and Moran, K. (2010). The role of bank capital in the propagation of shocks. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34(3):555–576.
- Modigliani, F. and Miller, M. H. (1958). The cost of capital, corporation finance and the theory of investment. *The American Economic Review*, 48(3):261–297.
- Ortiz, B. A. (2014). Choques en el mercado de crédito, política monetaria y fluctuaciones económicas. *Monetaria. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos*, (2).
- Repullo, R. (2004). Capital requirements, market power, and risk-taking in banking. *Journal of Financial Intermediation*, 13(2):156–182.
- Rodríguez, E. (2010). Las nuevas medidas de basilea iii en materia de capital. *Estabilidad Financiera*, 19:9–20.
- Song, F. and Thakor, A. V. (2007). Relationship banking, fragility, and the asset-liability matching problem. *Review of Financial Studies*, 20(6):2129–2177.
- Torres, G. A. (2016). Ciclos económicos, capital bancario y nuevas opciones de política económica. Tesis para optar al título de Doctor en Economía. Universidad del Rosario.
- Townsend, R. M. (1979). Optimal contracts and competitive markets with costly state verification. *Journal of Economic Theory*, 21(2):265–293.
- Valencia, O., Osorio, D., Garay, P., et al. (2016). The role of capital requirements and credit composition in the transmission of macroeconomic and financial shocks. Technical Report 954, Banco de la República de Colombia.
- Zhang, L. (2009). *Bank capital regulation, the lending channel and business cycles*. Number 33. Discussion Paper Series 1: Economic Studies.
- Zhu, H. (2008). Capital regulation and banks’ financial decisions. *International Journal of Central Banking*, 4(1):165–211.

Anexos

Anexo 1: Beneficio esperado del banquero: El banquero se enfrenta a tres escenarios posibles:

- Escenario 1: No existe default, significa que el empresario le pago al banquero y éste a las familias, por lo tanto los beneficios que obtendría viene dado por el *spread bancario*, es decir:

$$\pi^{b1} = Z_{t+1}^j B_{t+1}^j - S_{t+1}^j D_{t+1}, \quad \forall \omega^j \geq \bar{\omega}^j$$

- Escenario 2: Quiebra empresarial sin default bancario, en éste caso los beneficios están dados por la diferencia entre el beneficio residual y el interés de depósitos, es decir:

$$\pi^{b2} = (1 - \eta)\omega^j R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j - S_{t+1}^j D_{t+1}, \quad \forall \omega^j \in (\omega^{*j}, \bar{\omega}^j)$$

- Escenario 3: Bancarrota con default bancario, en este caso el banquero obtiene beneficios nulos.

$$\pi^{b3} = 0, \quad \forall \omega^j < \omega^{*j}$$

De ésta forma, el beneficio sería $\Pi^b = \pi^{b1} + \pi^{b2} + \pi^{b3}$. De acuerdo al supuesto $\omega^j \in \mathbb{R}^+$, entonces ω^j es una variable continua, por lo tanto, el beneficio esperado en términos agregados esta dado por una integral de acuerdo a los límites de ω^{19} .

$$\Pi^b = \int_{\bar{\omega}}^{\infty} \pi^{b1} f(\omega) d\omega + \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \pi^{b2} f(\omega) d\omega + 0$$

Sustituyendo las expresiones de los tres escenarios anteriores:

$$\Pi^b = \int_{\bar{\omega}}^{\infty} [Z_{t+1}^j B_{t+1}^j - S_{t+1}^j D_{t+1}] f(\omega) d\omega + \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} [(1 - \eta)\omega^j R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j - S_{t+1}^j D_{t+1}] f(\omega) d\omega$$

Aplicando las expresiones (4) y (5). (Por convención vamos a omitir los superíndices j)

$$\begin{aligned} \Pi^b &= \int_{\bar{\omega}}^{\infty} [\bar{\omega} R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} - (1 - \eta)\omega^* R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}] f(\omega) d\omega + \\ &+ \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} [(1 - \eta)\omega R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} - (1 - \eta)\omega^* R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}] f(\omega) d\omega \end{aligned}$$

¹⁹En el integrando se ha incorporado la función $f(\omega)$ por la aplicación de la definición de la esperanza matemática en tiempo continuo, es decir, $\int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx$ y los límites se deducen de aplicar los escenarios

Dado que $R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$ es un término independiente de ω , entonces es posible extraer fuera de las integrales.

$$\Pi^b = \left\{ \int_{\bar{\omega}}^{\infty} [\bar{\omega} - (1 - \eta)\omega^*] f(\omega) d\omega + \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} [(1 - \eta)\omega - (1 - \eta)\omega^*] f(\omega) d\omega \right\} R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$$

$$\Pi^b = \left\{ \bar{\omega} \int_{\bar{\omega}}^{\infty} f(\omega) d\omega - (1 - \eta)\omega^* \int_{\bar{\omega}}^{\infty} f(\omega) d\omega + (1 - \eta) \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega - (1 - \eta)\omega^* \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} f(\omega) d\omega \right\} R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$$

En la primera, segunda y cuarta integral aplicamos el primer teorema fundamental del cálculo, sabiendo que $F(\infty) = 1$ La tercera integral representa el valor esperado.

$$\Pi^b = \left\{ \bar{\omega}[1 - F(\bar{\omega})] - (1 - \eta)\omega^*[1 - F(\bar{\omega})] + (1 - \eta) \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega - (1 - \eta)\omega^*[F(\bar{\omega}) - F(\omega^*)] \right\} R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$$

$$\Pi^b = \left\{ \bar{\omega}[1 - F(\bar{\omega})] - (1 - \eta)\omega^*[1 - F(\bar{\omega}) + F(\bar{\omega}) - F(\omega^*)] + (1 - \eta) \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega - \right\} R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$$

$$\Pi^b = \left\{ \bar{\omega}[1 - F(\bar{\omega})] - (1 - \eta)\omega^*[1 - F(\omega^*)] + (1 - \eta) \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega - \right\} R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$$

Reescribiendo términos y renombrando la expresión dentro llaves por $g(\omega^*, \bar{\omega})$, se obtiene el beneficio esperado del banqueros.

$$\Pi^b = g(\omega^*, \bar{\omega}) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$$

Siendo;

$$g(\omega^*, \bar{\omega}) = [1 - F(\bar{\omega})]\bar{\omega} + (1 - \eta) \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega - (1 - \eta)[1 - F(\omega^*)]\omega^*$$

Anexo 2: Beneficio esperado del empresario: El empresario se enfrenta a dos escenarios posibles y evalúa cada una de ellas para deducir sus beneficios.

- Escenario 1: No bancarota, en este caso los beneficios simplemente es la diferencia entre ingresos, dado por el rendimiento del capital, menos los costos, dado por el interés que debe pagar por los créditos. Por lo tanto.

$$\pi^{e1} = \omega R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j - Z_{t+1}^j B_{t+1}^j, \quad \forall \omega \geq \bar{\omega}$$

- Escenario 2: Bancarota, lo que supone unos beneficios nulos, es decir.

$$\pi^{e2} = 0, \quad \forall \omega < \bar{\omega}$$

Entonces, $\Pi^e = \pi^{e1} + \pi^{e2}$. Aplicando el mismo criterio que el banquero, se obtiene el valor esperado del beneficio empresarial.

$$\Pi^e = \int_{\bar{\omega}}^{\infty} \pi^{e1} f(\omega) d\omega + 0$$

Aplicando la expresión del primer escenario se tiene:

$$\Pi^e = \int_{\bar{\omega}}^{\infty} [\omega R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j - Z_{t+1}^j B_{t+1}^j] f(\omega) d\omega$$

Aplicando la expresión (4), y por convención omitimos el superíndice j

$$\Pi^e = \int_{\bar{\omega}}^{\infty} [\omega R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} - \bar{\omega} R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}] f(\omega) d\omega = \left\{ \int_{\bar{\omega}}^{\infty} [\omega - \bar{\omega}] f(\omega) d\omega \right\} R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$$

$$\Pi^e = \left\{ \int_{\bar{\omega}}^{\infty} \omega f(\omega) d\omega - \bar{\omega} \int_{\bar{\omega}}^{\infty} f(\omega) d\omega \right\} R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$$

La primera integral es la esperanza matemática y en la segunda aplicamos el primer teorema fundamental del cálculo, sabiendo que $F(\infty) = 1$

$$\Pi^e = \left\{ \int_{\bar{\omega}}^{\infty} \omega f(\omega) d\omega - \bar{\omega} [1 - F(\bar{\omega})] \right\} R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$$

Por lo tanto, se obtiene la función de beneficios esperados para el empresario.

$$\Pi^e = n(\bar{\omega}) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$$

Donde;

$$n(\bar{\omega}) = \int_{\bar{\omega}}^{\infty} \omega f(\omega) d\omega - [1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega}$$

Anexo 3: Beneficio esperado del depositante: El depositante también se enfrentan a dos escenarios posibles.

- Escenario 1: El beneficio que obtiene las familias es el interés por sus depósitos, en otras palabras, el banquero cumple sus obligaciones con las familias. Por tanto.

$$\pi^{d1} = S_{t+1}^j D_{t+1}, \forall \omega \geq \omega^*$$

- Escenario 2: Default bancario, en éste caso las familias obtienen un beneficio residual dado por:

$$\pi^{d2} = (1 - \gamma)(1 - \eta) \omega^j R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j, \forall \omega < \omega^*$$

Por consiguiente $\Pi^d = \pi^{d1} + \pi^{d2}$. De igual manera, el valor esperado del beneficio agregado sería:

$$\Pi^d = \int_{\omega^*}^{\infty} \pi^{d1} f(\omega) d\omega + \int_0^{\omega^*} \pi^{d2} f(\omega) d\omega$$

Por conmutatividad y aplicando las expresiones de los dos escenarios se tiene:

$$\Pi^d = \int_0^{\omega^*} (1 - \gamma)(1 - \eta)\omega^j R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}^j f(\omega) d\omega + \int_{\omega^*}^{\infty} S_{t+1}^j D_{t+1} f(\omega) d\omega$$

Aplicando la expresión (5) y por conveniencia omitimos el superíndice j

$$\Pi^d = \int_0^{\omega^*} (1 - \gamma)(1 - \eta)\omega R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} f(\omega) d\omega + \int_{\omega^*}^{\infty} (1 - \eta)\omega^* R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} f(\omega) d\omega$$

$$\Pi^d = \left\{ (1 - \gamma)(1 - \eta) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega + (1 - \eta)\omega^* \int_{\omega^*}^{\infty} f(\omega) d\omega \right\} R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$$

$$\Pi^d = \left\{ (1 - \gamma)(1 - \eta) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega + (1 - \eta)\omega^* [1 - F(\omega^*)] \right\} R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$$

De donde se obtiene el beneficio esperado de las familias.

$$\Pi^d = h(\omega^*) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$$

Donde;

$$h(\omega^*) = (1 - \gamma)(1 - \eta) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega + (1 - \eta)[1 - F(\omega^*)]\omega^*$$

Anexo 4: Solución del contrato óptimo

$$\max_{\{\omega^*, \bar{\omega}, K\}} n(\bar{\omega}) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}$$

s.a.

$$\begin{aligned} g(\omega^*, \bar{\omega}) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} &\geq R_{t+1} M_{t+1}^j \\ h(\omega^*) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} &\geq R_{t+1} (B_{t+1}^j - M_{t+1}^j) \end{aligned}$$

Escribiendo en términos de brechas, para ello dividimos entre $R_{t+1} N_{t+1}$ y aplicando la relación (1) se tiene:

$$\max_{\{\omega^*, \bar{\omega}, K\}} n(\bar{\omega}) \frac{R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}}{R_{t+1} N_{t+1}}$$

s.a.

$$\begin{aligned} g(\omega^*, \bar{\omega}) \frac{R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}}{R_{t+1} N_{t+1}} &\geq \frac{R_{t+1} M_{t+1}^j}{R_{t+1} N_{t+1}} \\ h(\omega^*) \frac{R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}}{R_{t+1} N_{t+1}} &\geq R_{t+1} \left(\frac{Q_t K_{t+1}^j - N_{t+1}^j - M_{t+1}^j}{R_{t+1} N_{t+1}} \right) \end{aligned}$$

Sean; $s = R_{t+1}^K / R_{t+1}$ el spread de la tasa de rendimiento del capital físico respecto de la tasa libre de riesgo; $k = Q_t K_{t+1}^j / N_{t+1}$ es el apalancamiento empresarial; $\phi = M_{t+1}^j / N_{t+1}$ es la brecha del capital bancario respecto al capital que posee la empresa.

Al simplificar el modelo y considerando las definiciones anteriores se obtiene:

$$\max_{\{\omega^*, \bar{\omega}, k\}} n(\bar{\omega}) s k$$

s.a.

$$\begin{aligned} g(\omega^*, \bar{\omega}) s k &\geq \phi \\ h(\omega^*) s k &\geq k - 1 - \phi \end{aligned}$$

La función de lagrange para una condiciones de igualdad en las restricciones es:

$$L = n(\bar{\omega}) s k + \lambda_1 [g(\omega^*, \bar{\omega}) s k - \phi] + \lambda_2 [h(\omega^*) s k - k + 1 + \phi]$$

Siendo λ_1 y λ_2 multiplicadores de Lagrange. Las condiciones de primer orden son:

$$\frac{\partial L}{\partial \bar{\omega}} : n'(\bar{\omega}) s k + \lambda_1 g'_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega}) s k = 0 \quad (36)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \omega^*} : \lambda_1 g'_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega}) s k + \lambda_2 h'(\omega^*) s k = 0 \quad (37)$$

$$\frac{\partial L}{\partial k} : n(\bar{\omega}) s + \lambda_1 g(\omega^*, \bar{\omega}) s + \lambda_2 h(\omega^*) s - \lambda_2 = 0 \quad (38)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_1} : g(\omega^*, \bar{\omega}) s k - \phi = 0 \quad (39)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_2} : h(\omega^*) s k - k + 1 + \phi = 0 \quad (40)$$

De la ecuación (36) despejamos λ_1 , de donde:

$$\lambda_1 = -\frac{n'(\bar{\omega})}{g'_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})} \quad (41)$$

De la ecuación (37) despejamos λ_2 , de donde se tiene:

$$\lambda_2 = -\frac{\lambda_1 g'_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})}{h'(\omega^*)} \quad (42)$$

Sustituyendo (41) en (42) se obtiene:

$$\lambda_2 = \frac{n'(\bar{\omega})g'_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})}{g'_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})h'(\omega^*)} \quad (43)$$

De (38) factorizamos s , obteniendo:

$$[n(\bar{\omega}) + \lambda_1 g(\omega^*, \bar{\omega}) + \lambda_2 h(\omega^*)] s = \lambda_2 \quad (44)$$

Remplazando (41) y (43) en (44) se tiene:

$$\left[n(\bar{\omega}) - \frac{n'(\bar{\omega})}{g'_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})} g(\omega^*, \bar{\omega}) + \frac{g'_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})n'(\bar{\omega})}{g'_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})h'(\omega^*)} h(\omega^*) \right] s = \frac{n'(\bar{\omega})g'_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})}{g'_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})h'(\omega^*)}$$

Efectuando operaciones dentro el corchete.

$$\left[\frac{n(\bar{\omega})g'_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})h'(\omega^*) - n'(\bar{\omega})g(\omega^*, \bar{\omega})h'(\omega^*) + n'(\bar{\omega})g'_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})h(\omega^*)}{g'_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})h'(\omega^*)} \right] s = \frac{n'(\bar{\omega})g'_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})}{g'_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})h'(\omega^*)}$$

Eliminando el factor $g'_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})h'(\omega^*)$ se tiene:

$$[n(\bar{\omega})g'_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})h'(\omega^*) - n'(\bar{\omega})g(\omega^*, \bar{\omega})h'(\omega^*) + n'(\bar{\omega})g'_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})h(\omega^*)] s = n'(\bar{\omega})g'_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})$$

Finalmente se despeja la variable s .

$$s = \frac{n'(\bar{\omega})g'_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})}{n(\bar{\omega})g'_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})h'(\omega^*) - n'(\bar{\omega})g(\omega^*, \bar{\omega})h'(\omega^*) + n'(\bar{\omega})g'_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})h(\omega^*)} \quad (45)$$

De (40) se tiene que:

$$s = \frac{k - 1 - \phi}{h(\omega^*)k} \quad (46)$$

De (39) se deduce que:

$$k = \frac{\phi}{g(\omega^*, \bar{\omega})s} \quad (47)$$

Las expresiones (45), (46) y (47) constituyen un sistema de ecuaciones no lineales con tres incógnitas, a saber, ω^* , $\bar{\omega}$ y k , que resuelve el modelo de contrato tipo deuda para el caso de ausencia de regulación bancaria.

Anexo 5: Resumen del modelo DSGE: La implementación de las condiciones de primer orden del modelo DSGE se efectúa en Matlab y Dynare

$$\begin{aligned}
Y_t &= C_t + C_t^e + C_t^b + I_t + G_t + CM_t \\
CM_t &= \eta \int_{\omega_{t+1}^*}^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega f(\omega) d\omega R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} + [\gamma + \eta(1 - \gamma)] \int_0^{\omega_{t+1}^*} \omega f(\omega) d\omega R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} \\
\frac{1}{C_t} &= \beta \mathbb{E}_t \left[\frac{1}{C_{t+1}} R_{t+1}^d \right] \\
\frac{W_t}{C_t} &= \frac{\xi}{1 - H_t} \\
C_t^e &= (1 - \gamma^e) V_t^e \\
C_t^b &= (1 - \gamma^b) V_t^b \\
C_t^b &= (1 - \gamma^b) V_t^b \\
\mathbb{E}_t \left(\frac{R_{t+1}^K}{R_t} \right) &= \frac{Q_t K_{t+1} - M_{t+1} - N_{t+1}}{h(\omega_{t+1}^*) Q_t K_{t+1}} \\
\mathbb{E}_t \left(\frac{R_{t+1}^K}{R_t} \right) &= \frac{M_{t+1}}{g(\omega_{t+1}^*, \bar{\omega}_{t+1}) Q_t K_{t+1}} \\
g(\omega_{t+1}^*, \bar{\omega}_{t+1}) &= [1 - F(\bar{\omega}_{t+1})] \bar{\omega}_{t+1} + (1 - \eta) \int_{\omega_{t+1}^*}^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega f(\omega) d\omega - (1 - \eta) [1 - F(\omega_{t+1}^*)] \omega_{t+1}^* \\
h(\omega_{t+1}^*) &= (1 - \gamma)(1 - \eta) \int_0^{\omega_{t+1}^*} \omega f(\omega) d\omega + (1 - \eta) [1 - F(\omega_{t+1}^*)] \omega_{t+1}^* \\
n(\bar{\omega}_{t+1}) &= 1 - [1 - F(\bar{\omega}_{t+1})] \bar{\omega}_{t+1} - \int_0^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega f(\omega) d\omega \\
Y_t &= A_t K_t^\alpha [H_t^\Omega (H_t^e)^{\Omega_1} (H_t^b)^{1 - \Omega - \Omega_1}]^{1 - \alpha} \\
K_{t+1} &= \Phi \left(\frac{I_t}{K_t} \right) K_t + (1 - \delta) K_t \\
\Phi \left(\frac{I_t}{K_t} \right) &= \phi \left(\frac{I_t}{K_t} \right)^{\alpha_1} \\
\mathbb{E}_t(R_t^K) &= \mathbb{E}_t \left[\frac{\frac{1}{X_{t+1}} \frac{\alpha Y_{t+1}}{K_{t+1}} + (1 - \delta) Q_{t+1}}{Q_t} \right] \\
Q_t &= \frac{1}{\phi} \left(\frac{I_t}{K_t} \right)^{1 - \alpha_1} \\
W_t &= (1 - \alpha) \Omega \frac{Y_t}{X_t H_t} \\
W_t^e &= (1 - \alpha) \Omega_1 \frac{Y_t}{X_t H_t^e} \\
W_t^b &= (1 - \alpha) (1 - \Omega - \Omega_1) \frac{Y_t}{X_t H_t^b} \\
N_{t+1} &= \gamma^e V_t^e + W_t^e
\end{aligned}$$

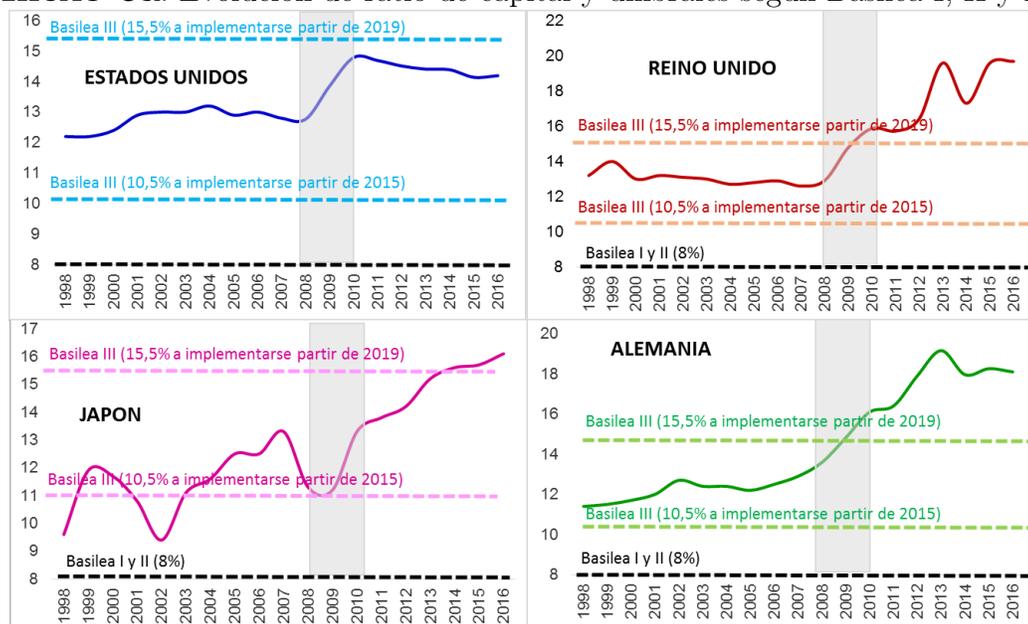
$$\begin{aligned}
M_{t+1} &= \gamma^b V_t^b + W_t^b \\
V_t^e &= R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} - R_t^B (Q_t K_{t+1} - N_{t+1}) \\
V_t^b &= \left[[1 - F(\bar{\omega})] \bar{\omega} + (1 - \eta) \int_0^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega \right] R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} - R_t^D (Q_t K_{t+1} - N_{t+1} - M_{t+1}) \\
R_t^B &= R_t + \left[\eta \int_{\omega^*}^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega + [\gamma + \eta(1 - \gamma)] \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega \right] \frac{R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}}{Q_t K_{t+1} - N_{t+1}} \\
R_t^D &= R_t + \left[\gamma(1 - \eta) \int_0^{\omega^*} \omega f(\omega) d\omega \right] \frac{R_{t+1}^K Q_t K_{t+1}}{Q_t K_{t+1} - N_{t+1} - M_{t+1}} \\
\tau &= \frac{M_{t+1}}{B_{t+1}} \\
Z_{t+1} B_{t+1} &= \bar{\omega} R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} \\
S_{t+1} D_{t+1} &= (1 - \eta) \omega^* R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} \\
\Pi^e &= n(\bar{\omega}) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} \\
\Pi^b &= g(\omega^*, \bar{\omega}) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} \\
\Pi^d &= h(\omega^*) R_{t+1}^K Q_t K_{t+1} \\
P_t^N &= \frac{\theta}{\theta - 1} \Lambda_t P_t^{1+\theta} s_t y_t + \beta \chi \mathbb{E}_t(P_{t+1}^N) \\
P_t^D &= \Lambda_t P_t^\theta y_t + \beta \chi \mathbb{E}_t(P_{t+1}^D) \\
R_t^n &= \rho_n R_{t-1}^n + (1 - \rho_n) [\theta^\pi (\pi_t - \pi^*) + \theta^y (y_t - y^*)] + u_t \\
A_t &= \rho_A A_{t-1} + \epsilon_t \\
u_t &= \rho_u u_{t-1} + \epsilon_t
\end{aligned}$$

Anexo 6: Requerimientos de capital bancario para los países del G7

Periodo	Estados Unidos	Alemania	Reino Unido	Japón	Francia	Canadá	Italia
2005	-	-	-	-	-	15,3	10,0
2006	-	-	-	-	-	15,4	10,1
2007	-	-	-	-	-	14,8	10,1
2008	-	13,6	12,9	-	10,5	12,2	10,4
2009	13,9	14,8	14,8	-	12,4	14,7	11,7
2010	14,8	16,1	15,9	-	12,7	15,6	12,1
2011	14,7	16,4	15,7	-	12,3	15,9	12,7
2012	14,5	17,9	17,1	-	14,5	16,2	13,4
2013	14,4	19,2	19,6	-	15,4	14,3	13,7
2014	14,4	18,0	17,3	-	16,3	14,2	14,3
2015	14,1	18,3	19,6	15,7	17,1	14,2	14,8
2016	14,2	18,1	19,7	16,1	17,2	14,8	15,0
Promedio	14,4	16,9	17,0	15,9	14,3	14,8	12,3

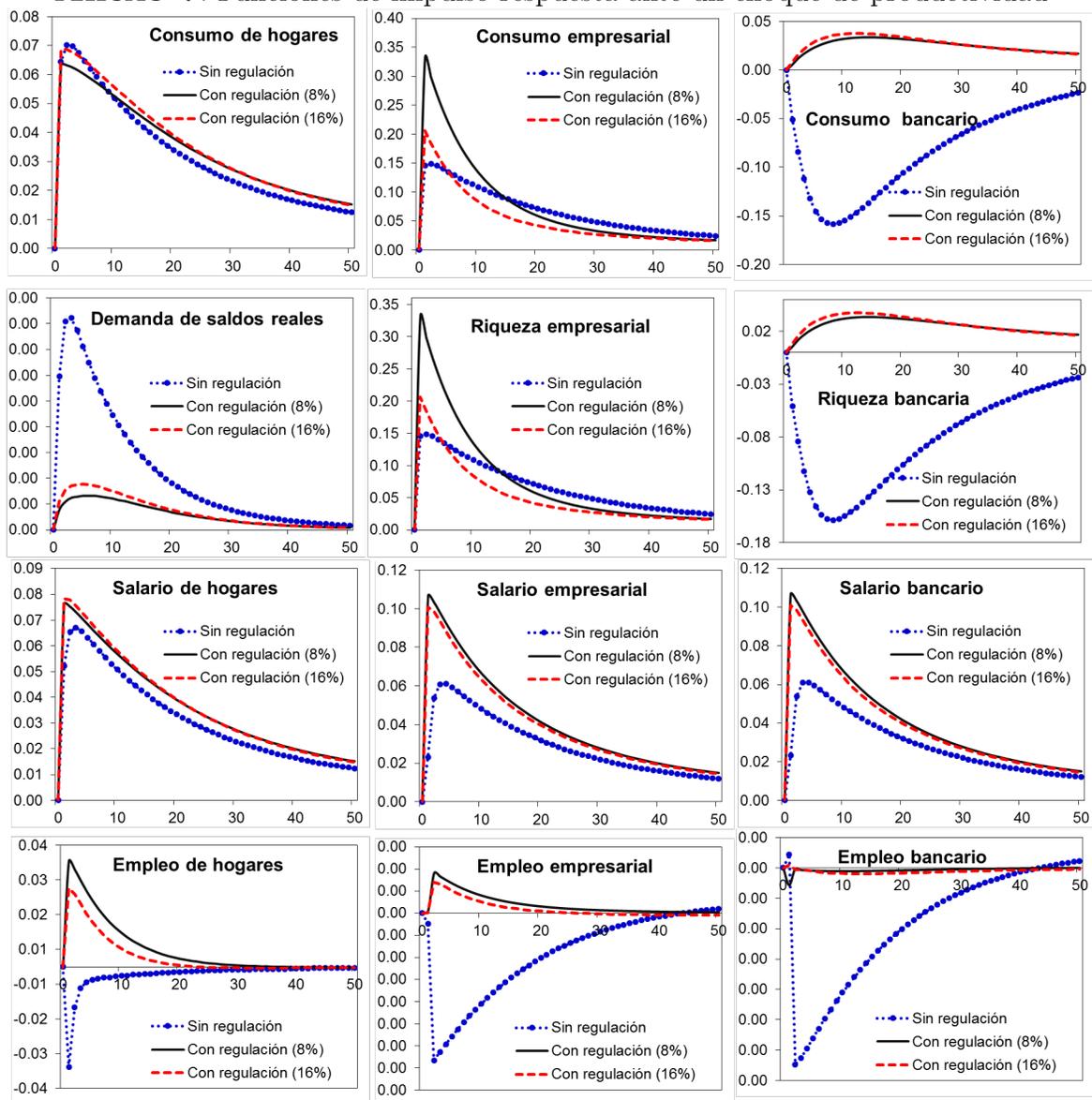
Fuente: Fondo Monetario Internacional

Anexo 6a: Evolución de ratio de capital y umbrales según Basilea I, II y III.

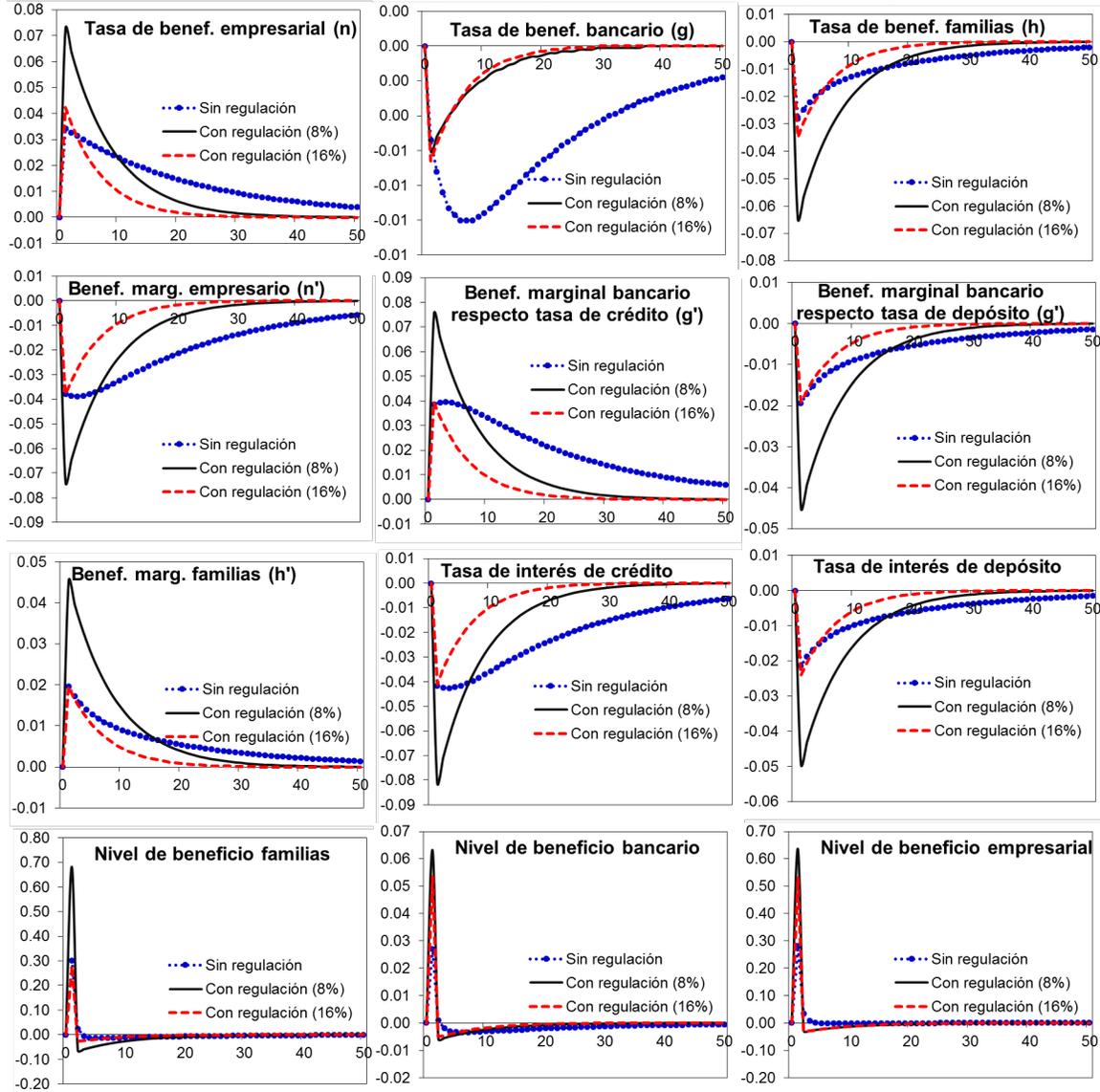


Fuente: Federal Reserve Economic Data (FRED) St. Louis Fed

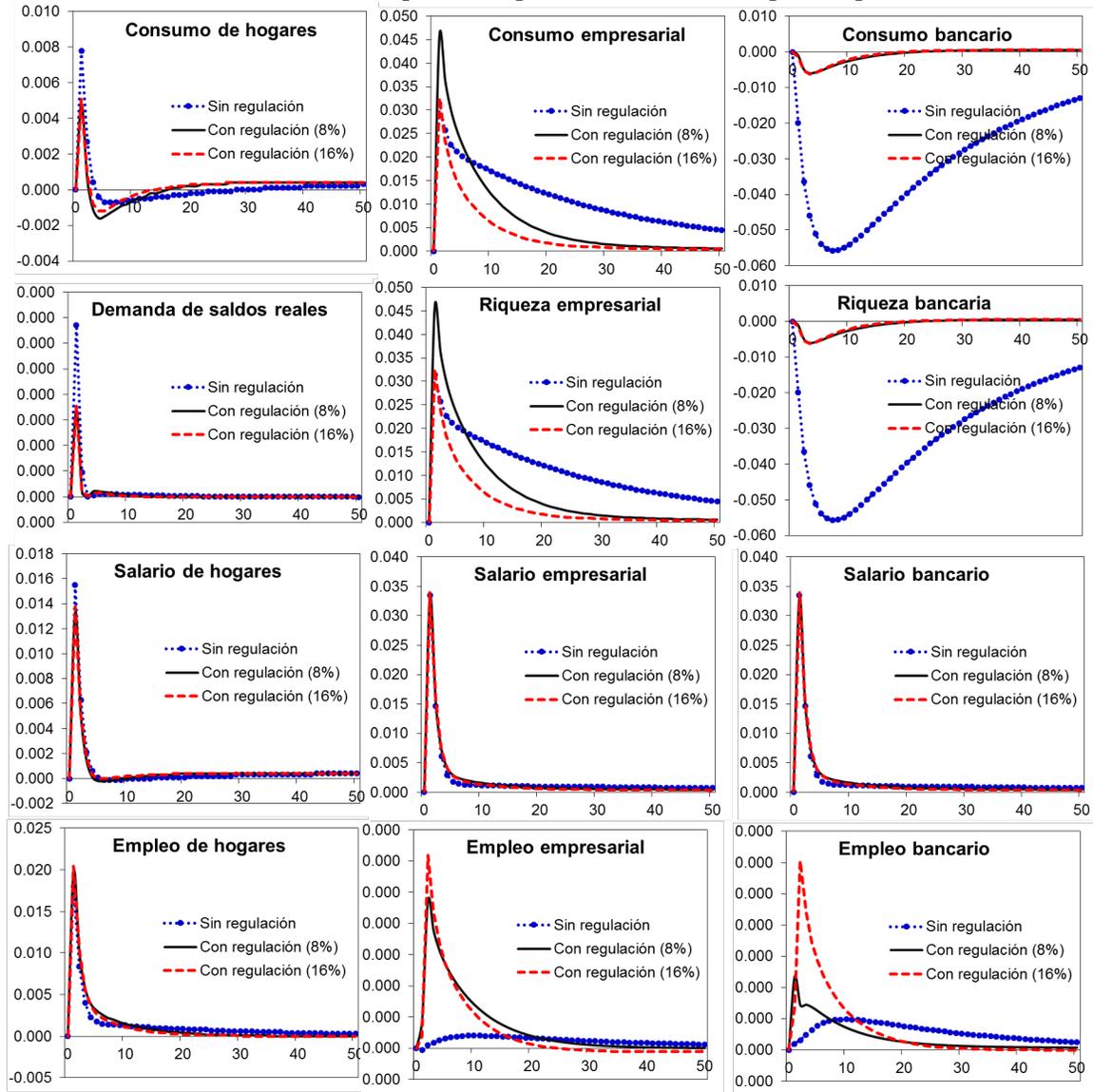
Anexo 7: Funciones de impulso respuesta ante un choque de productividad



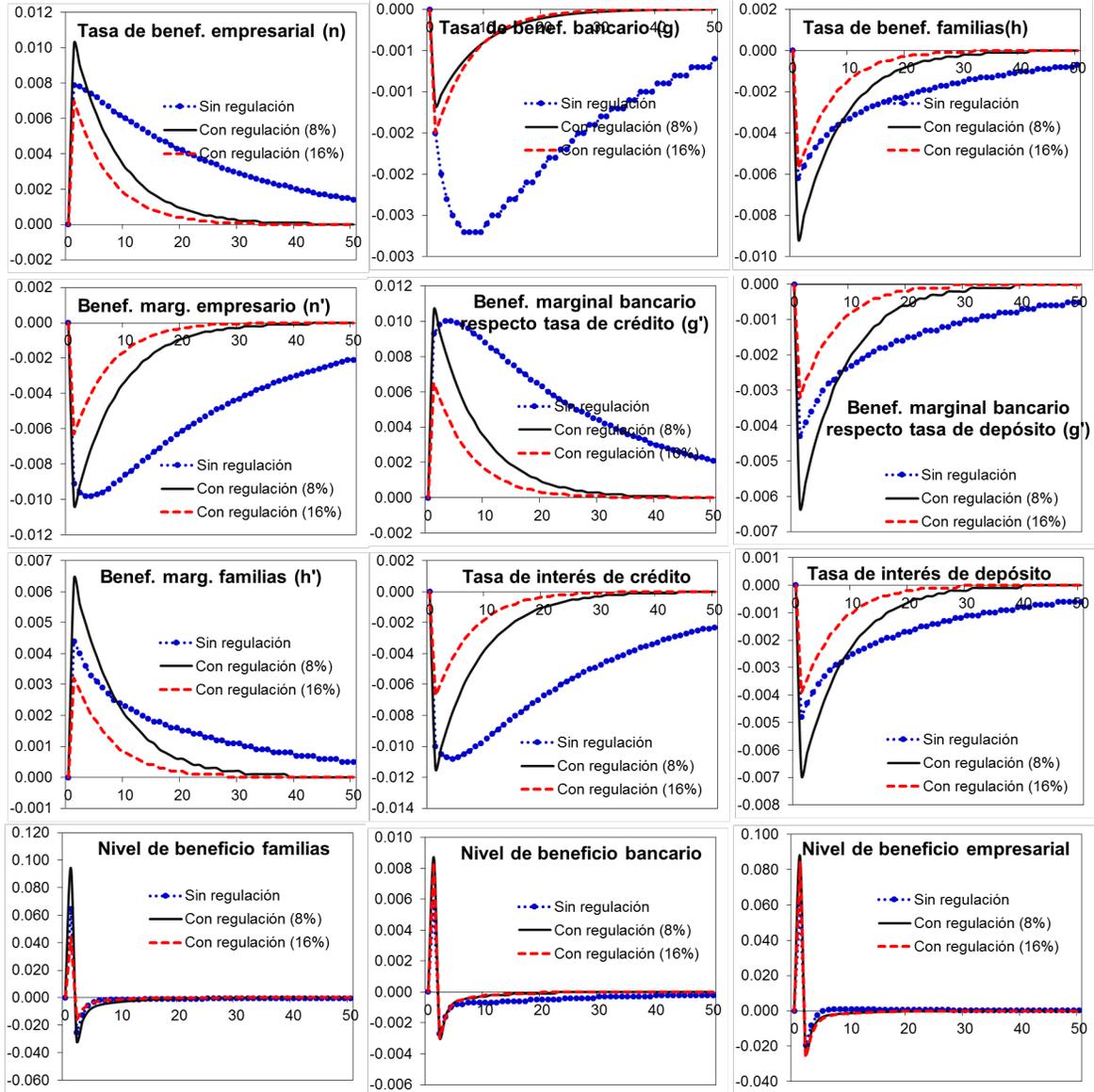
Anexo 8: Funciones de impulso respuesta ante un choque de productividad



Anexo 9: Funciones de impulso respuesta ante un choque de política monetaria



Anexo 10: Funciones de impulso respuesta ante un choque de política monetaria



Descripción de las variables y simbología según los gráficos de los anexos 7-10 y el modelo DSGE.

C_t : Consumo de Hogares
 C_t^e : Consumo empresarial
 C_t^b : Consumo bancario
 $(M/P)_t$: Demanda de saldos reales
 V_t^e : Riqueza empresarial
 V_t^b : Riqueza bancaria
 W_t : Salario de hogares
 W_t^e : Salario empresarial
 W_t^b : Salario bancario
 H_t : Empleo de hogares
 H_t^e : Empleo empresarial
 H_t^b : Empleo bancario
 $n(\bar{\omega})$: Tasa de beneficio empresarial
 $g(\omega^*, \bar{\omega})$: Tasa de beneficio bancario
 $h(\omega^*)$: Tasa de beneficio de familias
 $n'_{\bar{\omega}}(\bar{\omega})$: Beneficio marginal de los empresarios
 $g'_{\bar{\omega}}(\omega^*, \bar{\omega})$: Beneficio marginal bancario respecto tasa de crédito
 $g'_{\omega^*}(\omega^*, \bar{\omega})$: Beneficio marginal bancario respecto tasa de depósito
 $h'_{\omega^*}(\omega^*)$: Beneficio marginal familias
 ω^* : Tasa de interés de créditos
 $\bar{\omega}$: Tasa de interés de depósitos
 Π^f : Nivel de beneficio familias
 Π^b : Nivel de beneficio bancario
 Π^e : Nivel de beneficio empresarial