

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EMPRESA**

Escuela Académico Profesional de Economía

Tesis

**Reglas de política monetaria para una economía abierta  
con fricciones financieras**

Augusto Aliaga Miranda

Para optar el Título Profesional de  
Economista

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**Dedicatoria**

Dedico esta investigación a la memoria de mis abuelos y a mis padres quienes  
vivieron un periodo de alta inflación.

## Contenido

Resumen.....	8
Abstract.....	9
Introducción .....	10
Capítulo I: Planteamiento del Estudio .....	13
1.1. Planteamiento del problema.....	13
1.2. Formulación del problema .....	15
1.2.1. Problema general.....	15
1.2.2. Problemas específicos.....	15
1.3. Objetivos de la investigación .....	16
1.3.1. Objetivo general .....	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4. Justificación de la investigación.....	16
1.4.1. Justificación teórica .....	16
1.4.2. Justificación metodológica .....	16
Capítulo II: Marco Teórico .....	17
2.1. Antecedentes .....	17
2.1.1. Artículos científicos.....	17
2.2. Bases Teóricas.....	17
2.2.1. Construcción del modelo de equilibrio general dinámico estocástico. ....	17
2.2. Definición de términos básicos .....	25
2.2.1. Bonos del gobierno.....	25

2.2.2. Curva de Phillips .....	25
2.2.3. Curva IS .....	25
2.2.4. Exportaciones netas .....	25
2.2.5. Política monetaria .....	25
2.2.6. Producto.....	25
2.2.8. Tasa de interés a largo plazo.....	26
2.2.7. Términos de intercambio .....	26
2.2.9. Tipo de cambio nominal .....	26
Capítulo III: Hipótesis y Variables .....	27
3.1. Hipótesis.....	27
3.2. Identificación de las variables .....	27
3.2.1. Producto bruto interno .....	27
3.2.2. Consumo privado.....	27
3.2.3. Inflación.....	28
3.2.4. Tasa de política monetaria .....	28
3.3. Operacionalización de las variables .....	28
Capítulo IV: Metodología.....	29
4.1. Enfoque de la investigación .....	29
4.2. Tipo de investigación .....	29
4.3. Nivel de investigación.....	29
4.4. Métodos de investigación.....	29

4.5. Diseño de investigación .....	29
4.6. Población y muestra .....	30
4.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
4.8. Técnicas econométricas.....	30
4.8.1. Modelo de equilibrio general dinámico estocástico .....	30
4.8.2. Estimación del modelo .....	41
Capítulo V: Resultados .....	46
5.1. Política monetaria óptima.....	46
5.1.1. Análisis de robustez de los choques conjuntos.....	46
5.1.2. Análisis de robustez de los choques individuales.....	48
5.2. Función de impulso respuesta .....	52
5.2.1. Choque de política monetaria .....	52
5.2.2. Choque de tasa de interés internacional .....	53
5.2.3. Choque del nivel de precios mundial .....	56
5.3. Estimación posterior.....	57
Conclusiones .....	60
Recomendaciones .....	61
Referencias.....	62
Apéndice .....	66

**Índice de tablas**

Tabla 1. Calibración.....	39
Tabla 2. Información a priori .....	45
Tabla 3. Comparación entre reglas de política monetaria.....	46
Tabla 4. Choque de política monetaria .....	49
Tabla 5. Choque de productividad .....	49
Tabla 6. Choque de preferencias.....	50
Tabla 7. Choque de tasa de interés internacional.....	50
Tabla 8. Choque del nivel de precios mundial.....	51
Tabla 9. Probabilidad posterior del modelo .....	57
Tabla 10. Estimación R8.....	58
Tabla A1. Matriz de Consistencia.....	66
Tabla A2. Matriz de operacionalización de variables.....	69

## Índice de figuras

Figura 1. Tasas de política de los bancos centrales (%) .....	13
Figura 2. Efecto traspaso de la política monetaria (%).....	14
Figura 3. Choque de política monetaria .....	52
Figura 4. Choque de tasa de interés internacional para R2 y R5 .....	53
Figura 5. Choque de tasa de interés internacional para R8 y R10 .....	55
Figura 6. Choque del nivel de precios mundial .....	56
Figura B1. Distribuciones posteriores de R8 .....	70
Figura C1. Descomposición de la varianza del producto .....	71
Figura C2. Descomposición de la varianza del consumo .....	71
Figura C3. Descomposición de la varianza de la inflación.....	72
Figura C4. Descomposición de la varianza de la tasa de política monetaria.....	72



## Resumen

Este documento evalúa la política monetaria óptima en un modelo nuevo Keynesiano para una economía abierta con fricciones financieras. En el modelo, la demanda agregada está compuesta por el promedio ponderado de las tasas de interés a corto y largo plazo. Se establece un conjunto integral de reglas de política monetaria, todas adecuadas para pequeñas economías abiertas, como Perú. Se encuentra que una regla basada en el pronóstico de inflación doméstica y una regla basada en el tipo de cambio funcionan bien. Además, choques internacionales pueden afectar la competitividad e implican co-movimientos en las tasas de interés domésticas. Finalmente, las estimaciones, sugieren que adicionar el tipo de cambio nominal a la regla monetaria mejora significativamente el ajuste del modelo. En consecuencia, los parámetros estimados indican que los choques internacionales introducidos en este modelo pueden replicar hechos empíricos clave observados en el ciclo de negocios de la economía doméstica.

**Palabras clave:** Comparación de reglas, Economía abierta, Estimación Bayesiana, Fricciones financieras, Política monetaria óptima.

### **Abstract**

This paper evaluates optimal monetary policy in a new Keynesian model for an open economy with financial friction. In the model, aggregate demand is made up of the weighted average of the short and long-term interest rates. A comprehensive set of monetary policy rules is established, all suitable for small open economies, such as Peru. A domestic inflation forecast based rule and an exchange rate based rule are found to work well. Furthermore, international shocks can affect competitiveness and involve co-movements in domestic interest rates. Finally, the estimates suggest that adding the nominal exchange rate to the monetary rule significantly improves the model fit. Consequently, the estimated parameters indicate that international shocks introduced in this model can replicate key empirical facts observed in the domestic business cycle.

**Keywords:** Bayesian estimation, Monetary policy, Financial frictions, Open economy, Optimal monetary policy, Rules comparison.

## Introducción

Este documento evalúa el desempeño de las diferentes reglas de política monetaria en un modelo nuevo Keynesiano de economía abierta con imperfecta sustitución de bonos del gobierno a corto y largo plazo. La regla más popular, la regla de Taylor, fue diseñada para economías cerradas, en el cual se asume que el canal del tipo de cambio es poco importante y que los activos financieros tienen perfecta sustitución. Por lo que aquí se busca introducir estos dos conceptos en una economía como Perú, que al ser un país que comercia intensivamente con el mundo, la regla de Taylor usual puede que no sea la más eficiente. Por otro lado, al ser un mercado financiero poco profundo, los bonos del gobierno a corto y largo plazo no son necesariamente sustitutos perfectos.

Después de la crisis financiera de 2008, el entorno económico ha evolucionado de manera que antes se consideraba poco común. La relevancia de las fricciones financieras en la dinámica del ciclo de negocios de la economía es el objeto de una actividad amplia de investigación. Con el desarrollo de nuevas técnicas de estimación para modelos de equilibrio general dinámico estocástico, es posible resaltar el rol del sector financiero como una fuente de fluctuación del ciclo económico y como un propagador de choques adversos. Existe un amplio debate en cómo asegurar la estabilidad del sistema económico con fricciones financieras propensa a choques externos, esto ha llevado al desarrollo de un conjunto de herramientas de política monetaria y macroprudenciales para asegurar la estabilidad económica.

En el lado teórico, es posible enfocarse en una extensión del modelo nuevo Keynesiano canónico, en el cual, la demanda agregada está compuesta por el promedio ponderado de las tasas de interés a corto y largo plazo. La oferta agregada, caracterizada por la curva de Phillips, asume que los precios son rígidos y no se ajustan inmediatamente a cambios en costos o demanda. El tipo de cambio nominal y la paridad descubierta de tasas de interés cumplen el rol

de propagar choques internacionales en la economía doméstica. Siguiendo a Batini, Harrison, y Millard (2003), es posible establecer un conjunto integral de diez reglas de política monetaria y el cálculo de la función de pérdida basado en el bienestar.

En el lado de la estimación, combino mi información a priori con la función de máxima verosimilitud para estimar la distribución posterior de los parámetros que son fuente de fluctuación en el modelo. Se utiliza el filtro de Kalman para evaluar la función de verosimilitud y el algoritmo de caminata aleatoria Metrópolis-Hastings Cadenas de Markov Monte Carlo (MH-MCMC) para trazar la distribución posterior de cada regla del modelo. Además, se utiliza la probabilidad marginal, el factor de Bayes, y la probabilidad posterior para comparar cada regla del modelo. En línea con lo establecido, es posible determinar qué regla se ajusta mejor a los datos.

Mis hallazgos sugieren que, para una economía abierta como Perú, una regla basada en el pronóstico de la inflación doméstica y una regla basada en el tipo de cambio funcionan bien al minimizar la función de pérdida, en contraposición a la regla de Taylor que tiene una función de pérdida mayor. Si bien la economía peruana tiene un esquema de metas explícitas de inflación, su banco central utiliza un conjunto de reglas de política monetaria para cada choque en particular.

Por otro lado, choques internacionales pueden afectar la competitividad e implican movimientos en las tasas de interés domésticas.

Seguidamente, es posible utilizar métodos bayesianos desarrollados por Geweke (1998), Lubik y Schorfheide (2005), Rabanal y Rubio-Ramírez (2005), An y Schorfheide (2006), y Smets y Wouters (2007). De acuerdo a las simulaciones del modelo, las reglas basadas en el tipo de cambio nominal proporcionan un mejor ajuste. En consecuencia, los parámetros estimados indican que existe una menor volatilidad en el choque de tasas de interés internacional y una mayor persistencia en el choque del nivel de precios mundial. Con esto se

contrasta empíricamente los resultados iniciales y lo hallado en Batini, Levine, y Pearlman (2009), demostrando que una regla simple de tipo de cambio nominal mejora las ganancias de bienestar, se ajusta mejor a los datos, y es óptima.

En una economía como Perú las tasas de interés todavía no llegan a su límite inferior, pero queda un estrecho margen por recorrer. El efecto traspaso de las tasas de interés es incompleto debido a que el impacto en las tasas a largo plazo es más lento y menor que el ajuste en la tasa de política monetaria, esto reduce la potencia de la política monetaria convencional. Cabe destacar que el banco central peruano mantiene una política monetaria expansiva desde abril de 2017, por lo que las principales tasas de interés mantienen una trayectoria descendente. Actualmente el mercado de capitales doméstico es el destino de un gran flujo de fondos producto de una mayor demanda por bonos soberanos por parte de inversores no residentes. Algunas características distintivas con respecto a Castillo, Montoro, y Tuesta (2009) y Vega (2015) es que se evalúa la regla óptima de política monetaria dándole un mayor énfasis a los flujos de capitales, al proceso de des-dolarización de la economía doméstica, y al mercado de bonos a largo plazo. Asumir estos supuestos posiblemente sea más realista considerando los estímulos monetarios alrededor del mundo.

En el capítulo I, se plantea el estudio de investigación. En el capítulo II, se establece el marco teórico, dentro de las bases teóricas, se construye el modelo nuevo Keynesiano con fricciones financieras para una economía abierta. En el capítulo III, se establecen las hipótesis y variables. En el capítulo IV, se establece la metodología, el equilibrio del modelo, la dinámica de cada regla de política monetaria, la función de pérdida, la calibración, y la información a priori para la estimación. En el capítulo V, se establecen los resultados.

El autor

## Capítulo I: Planteamiento del Estudio

### 1.1. Planteamiento del problema

Actualmente la mayoría de países alrededor del mundo mantienen estímulos monetarios con bajas tasas de interés, con ello el destino de un gran flujo de fondos es más intensivo hacia países con mercados financieros con poca profundidad y escasa liquidez. Por consiguiente, cambios en el diferencial de tasas de interés pueden provocar choques negativos e inestabilidad económica. Países expuestos al comercio internacional que dependen del precio de las materias primas enfrentan una incertidumbre considerable sobre si el diseño de su política monetaria es adecuado para enfrentar una contracción o incluso una recesión a gran escala proveniente de otros países.

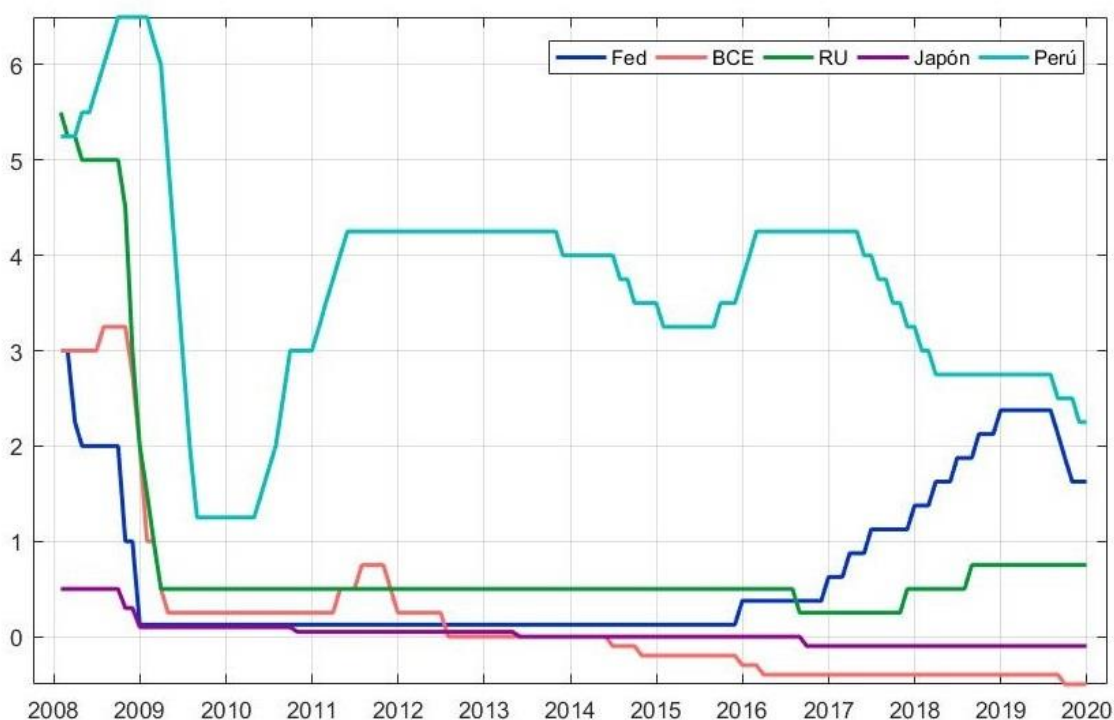


Figura 1. Tasas de política de los bancos centrales (%).

Nota: Tomado del Banco de Pagos Internacionales.

La política monetaria se basa en mecanismos de transmisión. En tiempos normales, el banco central establece el nivel de tasas de interés, con ello es capaz de manejar las condiciones de liquidez en el mercado monetario. El resultado de tener como instrumento a la tasa de interés

es heterogéneo en todos los países que utilizan un esquema de metas de inflación, debido a las diferencias en la estructura de los sistemas financieros, en la dimensión de choques adversos en el mercado, y en las evaluaciones de los bancos centrales. Esto hace que no sea fácil encontrar conclusiones satisfactorias sobre el mejor diseño de política monetaria.

Comprender cuánto recortar la tasa de interés es fundamental para obtener un mayor bienestar. La magnitud del impulso monetario debe ser agresiva según sea necesario, pero al mismo tiempo lo suficientemente cautelosa para evitar desequilibrios. En contraste, implementar una regla de política demasiado cautelosa corre el riesgo de mantener la situación económica de contracción sin cambios y para anular el impacto esperado, se requieren más recortes de tasas de interés. De la misma manera, una postura demasiado agresiva puede crear algunos efectos desestabilizadores, ya que distorsiona el proceso de asignación de precios que generan presiones inflacionarias o deflacionarias.

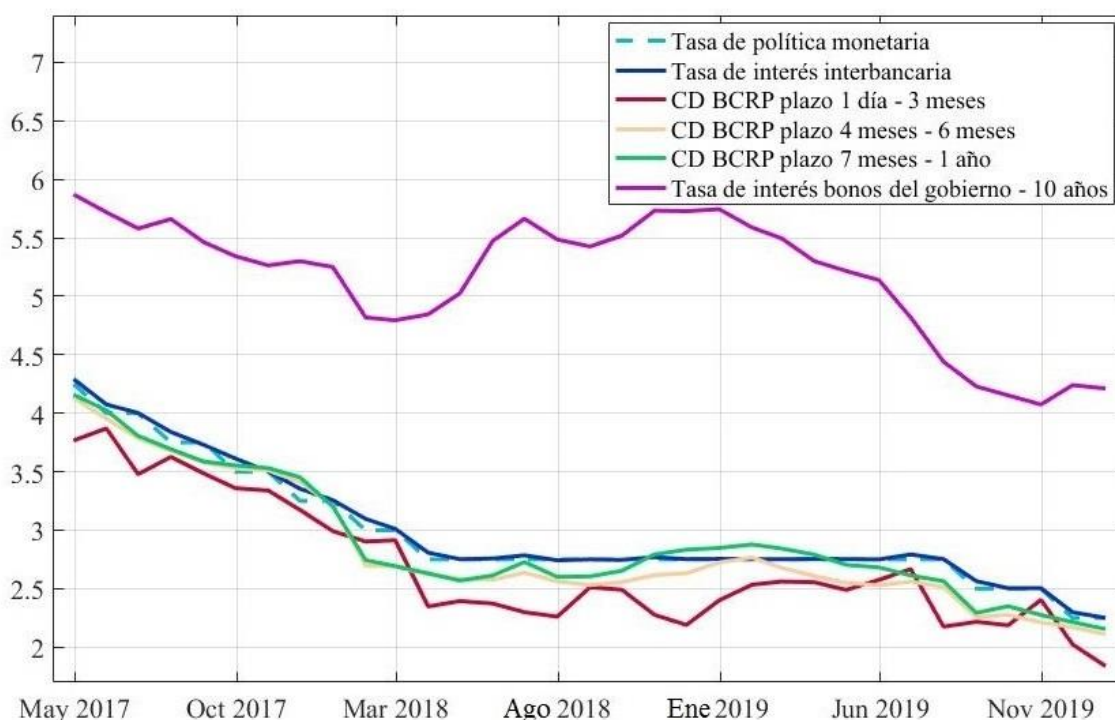


Figura 2. Efecto traspaso de la política monetaria (%).

Nota: Tomado del Banco Central de Reservas del Perú. CD BCRP corresponde a los Certificados de Depósito del Banco Central de Reservas del Perú.

En el caso de la economía peruana, el efecto traspaso de tasas de interés no es completo. Conforme al Banco Central de Reservas del Perú (BCRP, 2019), esta dinámica consiste en que la tasa de política monetaria impacta sobre la tasa de interés interbancaria, la cual tiene efecto sobre las tasas de instrumentos para colocar o retirar liquidez de corto plazo del BCRP e instrumentos a más largo plazo como la tasa de interés de los bonos de gobierno a 10 años.

Tener en cuenta el efecto traspaso de tasas de interés es importante para entender que tan restrictiva o expansiva es el banco central con la finalidad de cumplir con la política monetaria actual. En el caso del Perú, si bien el traspaso a tasas de corto plazo se sigue incrementando, lo mismo no ocurre con las tasas a más largo plazo.

Adicionalmente a las imperfecciones del mercado, el entorno macroeconómico juega un rol importante en el impacto de las tasas a más largo plazo. Conforme a Rodríguez (2009), el análisis de tasas de interés de la economía peruana muestra que una mayor volatilidad de las tasas de interés debilita el efecto traspaso generando una mayor incertidumbre en torno a las condiciones monetarias y a las tasas de corto plazo futuras esperadas. Capturar estas características en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico puede ser un paso importante para comprender mejor el ciclo de negocios de la economía en tiempos modernos.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general.**

¿Cuáles son las reglas de política monetaria óptimas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú, desde el primer trimestre de 2004 hasta el cuarto trimestre de 2019?

### **1.2.2. Problemas específicos.**

¿Cuáles son las reglas de política monetaria óptimas teóricas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú?



¿Cuáles son las reglas de política monetaria óptimas empíricas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú, desde el primer trimestre de 2004 hasta el cuarto trimestre de 2019?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general.**

Evaluar las reglas de política monetaria óptimas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú, desde el primer trimestre de 2004 hasta el cuarto trimestre de 2019.

#### **1.3.2. Objetivos específicos.**

Evaluar las reglas de política monetaria óptimas teóricas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú.

Evaluar las reglas de política monetaria óptimas empíricas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú, desde el primer trimestre de 2004 hasta el cuarto trimestre de 2019.

### **1.4. Justificación de la investigación**

#### **1.4.1. Justificación teórica.**

Consiste en ampliar estudios previos de política monetaria al extender el modelo nuevo Keynesiano hacia una economía abierta con fricciones financieras exponiendo un marco de referencia unificado de reglas monetarias para el diseño óptimo de la política monetaria. Además de obtener un modelo teórico capaz de representar la economía peruana más eficientemente.

#### **1.4.2. Justificación metodológica.**

Consiste en utilizar técnicas de estimación Bayesiana en el modelo de equilibrio general dinámico estocástico planteado para la economía peruana, proveyendo un procedimiento econométrico que permita una evaluación coherente para varias reglas de política monetaria.

## Capítulo II: Marco Teórico

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Artículos científicos

Andrés, López-Salido, y Nelson (2004), evalúan la política monetaria óptima en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía cerrada, que permite la sustitución imperfecta entre activos financieros. Esta modificación proporciona un canal adicional, a través del cual, los precios relativos de los activos financieros pueden afectar a los rendimientos a largo plazo y a la demanda agregada.

Harrison (2012), utiliza un modelo nuevo Keynesiano de economía cerrada con imperfecta sustitución de bonos acorto y largo plazo, con ello evalúa una política en la que el banco central utiliza las compras de activos como un instrumento de política no convencional para mejorar la estabilización de la brecha del producto y la inflación, que, por un choque de demanda negativo, lleva la tasa de política a corto plazo a su límite inferior.

Banerjee, Devereux, y Lombardo (2015), mencionan que un choque monetario contractivo internacional conduce a una reducción en los flujos de capitales y a una depreciación del tipo de cambio en países emergentes. Además, políticas óptimas no necesitan ser coordinadas entre países.

Kolasa y Wesołowski (2018), mencionan que los estímulos monetarios con bajas tasas de interés por parte de economías avanzadas, provoca efectos colaterales relacionado con los flujos de capitales, lo que lleva a un aumento en los co-movimientos internacionales de la prima a plazos y una apreciación del tipo de cambio en economías emergentes.

### 2.2. Bases Teóricas

#### 2.2.1. Construcción del modelo de equilibrio general dinámico estocástico.

Este modelo proporciona una descripción general de una economía abierta con fricciones financieras el cual está basado en Galí (2015) y Harrison (2017). En esta economía

la incertidumbre proviene del lado de la demanda y la oferta, se asumen choques de política monetaria, productividad, preferencias, tasa de interés internacional y nivel de precios internacional. En cada caso, abordo las implicaciones de política monetaria con un énfasis especial en las reglas que los bancos centrales utilizan en la actualidad para su diseño de política monetaria.

Teniendo en cuenta que la economía doméstica comercia con el mundo, mediante Galí (2015), utilizo una extensión simple del modelo nuevo Keynesiano en una economía abierta para resaltar la determinación de la política monetaria óptima y su contribución a la estabilidad de la inflación, fluctuaciones económicas y bienestar. Modificando el modelo de Harrison (2017), me enfoco en evaluar la política monetaria óptima cuando las familias enfrentan costos de ajuste del portafolio de bonos del gobierno, en la restricción presupuestaria.

### ***Restricción presupuestaria.***

Una típica economía pequeña y abierta habitada por familias tienen restricciones de recursos; con el ingreso que recaudan, asignan su gasto a un conjunto de bienes y activos. Existen tres activos en la economía: bonos nominales del gobierno a corto plazo, bonos nominales del gobierno a largo plazo y activos estado contingente. Los bonos nominales a largo plazo son tomados como instrumentos de maduración infinita y los activos estado contingente se transan en mercados internacionales completos. Considerando lo propuesto por Woodford (2003), la restricción presupuestaria está compuesta por activos nominales, en una economía sin saldos monetarios.

$$B_t^c + B_t^l + \mathbb{E}_t Q_{t,t+1} A_{t+1} + P_t C_t = R_{t-1} B_{t-1}^c + R_t B_{t-1}^l + A_t + W_t N_t + T_t + D_t - \Psi_t \quad (2.1)$$

El lado izquierdo captura el gasto,  $B_t^c$  son los bonos nominales del gobierno a corto plazo,  $B_t^l$  son los bonos nominales del gobierno a largo plazo,  $A_{t+1}$  son las tenencias de activos estado contingente,  $Q_{t,t+1}$  es el precio del activo, también considerado el factor de descuento estocástico y  $\mathbb{E}_t$  su expectativa condicional,  $C_t$  son los bienes de consumo y  $P_t$  es el índice de

precios al consumidor. El lado derecho captura el ingreso,  $B_{t-1}^c$  son bonos nominales del gobierno a corto plazo adquiridos en el periodo anterior que maduran en el periodo actual con un pago nominal de  $R_{t-1}$  por bono,  $B_{t-1}^l$  son bonos nominales del gobierno a largo plazo adquiridos en el periodo anterior que maduran en el periodo actual con un pago nominal de  $R_t^l$  por bono,  $N_t$  son las horas trabajadas,  $W_t$  es su salario nominal,  $T_t$  son transferencias netas o impuestos,  $D_t$  son dividendos de las empresas y  $\Psi_t$  son los costos de ajuste del portafolio.  $R_t$  es la tasa de interés a corto plazo,  $R_t^l$  es la tasa de interés a largo plazo.

Estos bonos nominales del gobierno al ser sustitutos imperfectos mantienen costos de ajuste cuadráticos.

$$\Psi_t = \frac{P_t(b^c + b^l)}{2} \left[ \delta \frac{B_t^c}{B_t^l} - 1 \right]^2 + \frac{P_t(b^c + b^l)}{2} \left[ \frac{B_t^c/B_t^l}{B_{t-1}^c/B_{t-1}^l} - 1 \right]^2 \quad (2.2)$$

Los costos de ajuste del portafolio son una función convexa que refleja los costos de intermediación.  $\delta$  es la tasa de la tenencia de bonos del gobierno a largo plazo relativos a la tenencia de bonos del gobierno a corto plazo. Estos costos del portafolio son cero en el estado estacionario,  $b^c$  son los bonos nominales del gobierno a corto plazo en el estado estacionario y  $b^l$  son los bonos nominales del gobierno a largo plazo en el estado estacionario.

Estos costos de ajuste tienen dos componentes. El primer componente es una función de la desviación de la mezcla del portafolio,  $B_t^c/B_t^l$  de su nivel deseado. Estos costos de ajuste intentan capturar los cambios en el suministro de estos bonos que pueden tener efectos directos en sus tasas. El segundo componente es una función de la desviación del cambio en la mezcla del portafolio de las familias. Estos costos de ajuste muestran que los cambios en el suministro de los bonos asociado con su adquisición tienen efecto en la tasa de los bonos comprados y sus sustitutos cercanos. Posteriormente esta relación puede ser mostrada en la demanda agregada, en mercados imperfectos los bancos centrales tienen un canal adicional para impulsar la demanda agregada.

### *Familias.*

La función de utilidad cumple un rol importante para la construcción de un modelo de equilibrio general, se asume que la economía está poblada por un conjunto de familias idénticas que tienen vida infinita, este supuesto permite analizar su comportamiento por medio del estudio de un agente representativo que busca maximizar su función de utilidad descontada.

$$\max_{\{B_t^c, B_t^l, A_{t+1}, C_t, N_t\}_{t=0}^{\infty}} \mathbb{E}_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t g_t \left\{ \frac{C_t^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} - \frac{N_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right\} \quad (2.3)$$

Donde  $\beta$  es el factor de descuento,  $\sigma$  es el coeficiente de aversión al riesgo,  $\varphi$  corresponde la Inversa de la elasticidad de la oferta de trabajo o comúnmente conocido como la elasticidad de Frisch, y  $g_t$  representa al choque de preferencias que genera una disminución persistente en la tasa de interés real natural (discutida posteriormente).

De otro lado, la maximización está sujeta a la restricción presupuestaria, que incluye la formulación de los costos de ajuste del portafolio,  $\Psi$ .

$$\begin{aligned} & B_t^c + B_t^l + \mathbb{E}_t Q_{t,t+1} A_{t+1} + P_t C_t \\ &= R_{t-1} B_{t-1}^c + R_t^l B_{t-1}^l + A_t + W_t N_t + D_t - \frac{P_t(b^c + b^l)}{2} \left[ \delta \frac{B_t^c}{B_t^l} - 1 \right]^2 \\ & - \frac{P_t(b^c + b^l)}{2} \left[ \frac{B_t^c/B_t^l}{B_{t-1}^c/B_{t-1}^l} - 1 \right]^2 \end{aligned} \quad (2.4)$$

La condición de no acumulación excesiva de deuda.

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \mathbb{E}_t Q_{t,T+1} \{ R_T B_T^c + R_{T+1}^l B_T^l + A_{T+1} \} \quad (2.5)$$

Esta restricción establece que a largo plazo los pasivos nominales netos de las familias deben crecer a una tasa menor que la tasa de interés nominal. Esta condición descarta esquemas en el cual las familias renuevan sus deudas netas para siempre.

***Intratemporal.***

El gasto en consumo está compuesto por el gasto en consumo de bienes domésticos y el gasto de bienes importados.

$$P_t C_t = P_{d,t} C_{d,t} + P_{m,t} C_{m,t} \quad (2.6)$$

Donde  $P_{d,t}$  es el índice de precios doméstico,  $P_{m,t}$  es el índice de precios importados expresado en moneda doméstica,  $C_{d,t}$  y  $C_{m,t}$  son índices de consumo de bienes domésticos e importados respectivamente.

El consumo y el índice de precios al consumidor están definidos por la función de Elasticidad de Sustitución Constante (ESC).

$$C_t \equiv \left[ (1 - \alpha)^{\frac{1}{\eta}} C_{d,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} - \alpha^{\frac{1}{\eta}} C_{m,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (2.7)$$

$$P_t \equiv \left[ (1 - \alpha)^{\frac{1}{\eta}} P_{d,t}^{1-\eta} - \alpha^{\frac{1}{\eta}} P_{m,t}^{1-\eta} \right]^{\frac{1}{1-\eta}} \quad (2.8)$$

El parámetro  $\eta$  mide el grado de sustitución entre los bienes domésticos e importados y el parámetro  $\alpha$  consiste en el grado de apertura.

*Consumo de bienes domésticos e importados.*

$$C_{d,t} \equiv \left( \int_0^1 C_{d,t}(i)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} di \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (2.9)$$

$$C_{m,t} \equiv \left( \int_0^1 C_{m,t}(j)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dj \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (2.10)$$

Donde  $i \in [0,1]$  representa la variedad de bienes domésticos y  $j \in [0,1]$  representa la variedad de bienes importados. Cada consumo representa el consumo de bienes diferenciados.  $C_{d,t}(i)$  es el consumo individual doméstico y  $C_{m,t}(j)$  es el consumo individual importado. El parámetro  $\varepsilon$  denota la elasticidad de sustitución entre la variedad de bienes producidos domésticamente.

*Índice de precio de bienes domésticos e importados.*

$$P_{d,t} \equiv \left( \int_0^1 P_{d,t}(i)^{1-\varepsilon} di \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad (2.11)$$

$$P_{m,t} \equiv \left( \int_0^1 P_{m,t}(j)^{1-\varepsilon} dj \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad (2.12)$$

Donde  $P_{d,t}(i)$  es el precio individual doméstico y  $P_{m,t}(j)$  es el precio individual importado expresado en moneda doméstica.

*Demanda por consumo de bienes domésticos e importados.*

$$C_{d,t}(i) = (1 - \alpha) \left( \frac{P_{d,t}(i)}{P_{d,t}} \right)^{-\varepsilon} \left( \frac{C_{d,t}}{P_t} \right)^{-\eta} C_t \quad (2.13)$$

$$C_{m,t}(j) = \alpha \left( \frac{P_{m,t}(j)}{P_{m,t}} \right)^{-\varepsilon} \left( \frac{C_{m,t}}{P_t} \right)^{-\eta} C_t \quad (2.14)$$

Estas identidades son las asignaciones óptimas a través de la variedad en bienes domésticos y bienes importados que resulta en la función de demanda por consumo de la economía doméstica e importada.

***Intertemporal.***

Cada variable con un circunflejo esta expresada es su forma log-lineal. Siguiendo el método de Uhlig (1995),  $\hat{a}_t = \ln(a_t) - \ln(a_{ss})$  es la desviación de la variable  $a_t$  con respecto a su valor de estado estacionario  $a_{ss}$ .

Mediante las condiciones de primer orden del proceso de optimización, se llega a la ecuación principal del consumo, esta ecuación es representada como la log-desviación de su estado estacionario.

*Ecuación de Euler.*

$$\begin{aligned} \hat{c}_t = \mathbb{E}_t \hat{c}_{t+1} - \frac{1}{\sigma} [\hat{R}_t - \mathbb{E}_t \hat{\pi}_{t+1}] + \frac{\delta(1+\delta)}{\sigma} [\hat{b}_t^c - \hat{b}_t^l] + \frac{(1+\delta)}{\sigma} \Delta[\hat{b}_t^c - \hat{b}_t^l] \\ - \frac{(1+\delta)}{\sigma} \beta \mathbb{E}_t \Delta[\hat{b}_{t+1}^c - \hat{b}_{t+1}^l] + \frac{1}{\sigma} (1 - \rho_g) \hat{g}_t \end{aligned} \quad (2.15)$$

El consumo agregado está compuesto por el consumo esperado  $\mathbb{E}_t \hat{c}_{t+1}$ , la tasa de interés nominal,  $\hat{R}_t$ ; la inflación esperada  $\mathbb{E}_t \hat{\pi}_{t+1}$ , la tenencia de bonos reales a corto plazo  $\hat{b}_t^c$ , la tenencia de bonos reales a largo plazo  $\hat{b}_t^l$ , y el choque de preferencias  $\hat{g}_t$ . Esta ecuación también puede ser representada como un promedio ponderado de las tasas de interés de los bonos a corto y largo plazo.

$$\hat{c}_t = \mathbb{E}_t \hat{c}_{t+1} - \frac{1}{\sigma} \left[ \frac{1}{1+\delta} \hat{R}_t + \frac{\delta}{1+\delta} \mathbb{E}_t \hat{R}_{t+1}^l - \mathbb{E}_t \hat{\pi}_{t+1} \right] + \frac{1}{\sigma} (1 - \rho_g) \hat{g}_t \quad (2.16)$$

*Tasa de interés de los bonos del gobierno a largo plazo esperada.*

$$\mathbb{E}_t \hat{R}_{t+1}^l = \hat{R}_t - \delta \gamma [\hat{b}_t^c - \hat{b}_t^l] - \gamma \Delta[\hat{b}_{t-1}^c - \hat{b}_{t-1}^l] + \beta \gamma \mathbb{E}_t \Delta[\hat{b}_{t+1}^c - \hat{b}_{t+1}^l] \quad (2.17)$$

Donde  $\gamma \equiv (1 + \delta)^2 / \delta$ . Esta ecuación indica que la tasa de interés esperada a largo plazo depende de la tenencia de los bonos a corto y largo plazo de las familias. En consecuencia, un incremento en la tenencia relativa de bonos del gobierno a corto plazo por parte de las familias actúa como una reducción en la tasa de interés nominal a largo plazo, aumentando la demanda por consumo.

***Empresas.***

Existe competencia monopolística en el mercado de bienes. Cada empresa esta indexada por  $i \in [0,1]$ , que producen bienes diferenciados que son adquiridos por las familias” (p. 13).

$$Y_t \equiv \left( \int_0^1 Y_t(i)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} di \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (2.18)$$

Donde  $Y_t$  es el producto doméstico agregado, análogo al consumo doméstico.



*Tecnología.*

Las empresas producen utilizando la función de producción con rendimientos constantes de escala.

$$Y_t(i) = A_t N_t(i) \quad (2.19)$$

Donde  $Y_t(i)$  es el producto de la empresa  $i$ ,  $A_t$  representa el nivel de tecnología que evoluciona exógenamente a través del tiempo, y  $N_t(i)$  es el nivel de trabajo contratado por cada empresa.

*Ajuste del precio óptimo.*

La empresa doméstica establece precios de manera escalonada, la función objetivo a ser re-optimizada es,

$$\max_{\tilde{P}_{d,t}} \mathbb{E}_t \sum_{k=0}^{\infty} Q_{t,t+k} \theta^k \left\{ \tilde{P}_{d,t} - (1-s) \frac{W_{t+k}}{A_{t+k}} \right\} Y_{t+k}(i) \quad (2.20)$$

La empresa elige el precio  $\tilde{P}_{d,t}$  que maximiza el valor actual del mercado de los beneficios generados mientras ese precio permanece efectivo,  $\Lambda_k$  representa el factor de descuento estocástico del periodo  $k$ ,  $\theta$  es el índice natural de la rigideces de precios o también conocido como la probabilidad que la empresa no re-optimice su precio,  $s$  es un subsidio que neutraliza la distorsión asociada con el poder de mercado de las empresas.

*Curva de Phillips con rigideces de precios.*

$$\hat{\pi}_{d,t} = \beta \mathbb{E}_t \hat{\pi}_{d,t+1} - \lambda \hat{\mu}_t \quad (2.21)$$

Esta ecuación muestra que la tasa de inflación doméstica está compuesta por la diferencia de la inflación doméstica esperada,  $\mathbb{E}_t \hat{\pi}_{d,t+1}$ , y la brecha del margen del costo marginal,  $\hat{\mu}_t$ . Inicialmente se deduce que para esta economía la tasa de inflación doméstica no depende de ningún parámetro que caracteriza a una economía abierta. Con  $\lambda \equiv (1-\theta)(1-\beta\theta)/\theta$ .

## **2.2. Definición de términos básicos**

### **2.2.1. Bonos del gobierno.**

Conforme al Banco Central de Reservas del Perú (BCRP, 2011), son títulos del sector público de mediano y largo plazo emitidos para financiar operaciones del gobierno. Estos valores son comprados por un periodo de tiempo determinado, pueden ser transados en un plazo menor a un año o por un plazo superior.

### **2.2.2. Curva de Phillips.**

Representa la oferta agregada de la economía. Esta curva muestra la relación positiva entre el producto y la inflación doméstica.

### **2.2.3. Curva IS.**

Representa la condición de equilibrio en el mercado de bienes. Esta curva muestra la relación negativa entre el producto y la tasa de interés real.

### **2.2.4. Exportaciones netas.**

Son las exportaciones menos las importaciones. Un país que tiene exportaciones netas positivas disfruta de un superávit comercial, mientras que las exportaciones netas negativas significan que el país tiene un déficit comercial.

### **2.2.5. Política monetaria.**

Conforme al BCRP, (2011), se refiere a la regulación que hace el banco central para influir en el costo y la disponibilidad de dinero en la economía. El banco central peruano ajusta los tipos de interés para controlar la inflación y estabilizar la divisa. La política monetaria emplea mecanismos de mercado para inyectar o retirar liquidez al sistema monetario.

### **2.2.6. Producto.**

Resultado de un proceso económico que utiliza factores para producir un producto o servicio que está disponible a la venta o uso en otras partes.

**2.2.8. Tasa de interés a largo plazo.**

Tasa de interés pagado sobre valores gubernamentales con un período de vencimiento de diez años o más.

**2.2.7. Términos de intercambio.**

Conforme al BCRP, (2011), este índice relaciona el índice de precios de las exportaciones y el índice de precios de las importaciones. Refleja el poder adquisitivo de las exportaciones respecto de los productos que son importados del exterior.

**2.2.9. Tipo de cambio nominal.**

Conforme al BCRP, (2011), es la relación de intercambio de la moneda de un país por la de otro. Se expresan en términos del número de unidades de la moneda nacional que hay que entregar a cambio de una unidad de moneda extranjera.

## Capítulo III: Hipótesis y Variables

### 3.1. Hipótesis

#### 3.1.1. Hipótesis general.

Las reglas de política monetaria óptimas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú, desde el primer trimestre de 2004 hasta el cuarto trimestre de 2019, no son reglas que incorporan el tipo de cambio nominal.

#### 3.1.2. Hipótesis específicas.

Las reglas de política monetaria óptimas teóricas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú, no son reglas que incorporan el tipo de cambio nominal.

Las reglas de política monetaria óptimas empíricas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú, desde el primer trimestre de 2004 hasta el cuarto trimestre de 2019, no son reglas que incorporan el tipo de cambio nominal.

### 3.2. Identificación de las variables

#### 3.2.1. Producto bruto interno.

Conforme al BCRP, (2011), Consiste en el valor total de la producción de bienes y servicios finales dentro de un país durante un periodo de tiempo determinado. Incluye actividades realizadas por los nacionales y los extranjeros residentes en el país.

#### 3.2.2. Consumo privado.

Conforme al BCRP, (2011), es una actividad económica que consiste en el uso de bienes y servicios para satisfacer las necesidades humanas individuales o comunes. El consumo privado, considera el gasto de consumo final de los hogares y las instituciones privadas sin fines de lucro que sirven a los hogares.

### **3.2.3. Inflación.**

Conforme al BCRP, (2011), es el aumento persistente del nivel general de los precios de la economía, con la consecuente pérdida del valor adquisitivo de la moneda doméstica. Se mide regularmente a través de la variación del índice de precios al consumidor.

### **3.2.4. Tasa de política monetaria.**

Conforme al BCRP, (2011), es la tasa de interés objetivo para las operaciones interbancarias que el banco central establece mediante sus instrumentos de política monetaria.

## **3.3. Operacionalización de las variables**

Las variables son series de tiempo que presentan simultaneidad, por lo que no hay ninguna distinción a priori entre variables endógenas y exógenas<sup>1</sup>. La matriz de operacionalización de las variables se encuentra en el apéndice A.

---

<sup>1</sup> De acuerdo a Sims (1989), si existe simultaneidad entre las variables, todas deben tratarse en igualdad de condiciones.

## **Capítulo IV: Metodología**

### **4.1. Enfoque de la investigación**

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que representa un conjunto de procesos que es secuencial y probatorio. Con el planteamiento del problema, desarrollo un marco teórico de política monetaria. Luego utilizo un modelo de equilibrio general dinámico estocástico y mediante el análisis econométrico pruebo hipótesis con el fin de demostrar que la teoría planteada es coherente.

### **4.2. Tipo de investigación**

Esta investigación es del tipo aplicada, además se encuentra vinculada con la investigación pura que requieren bases teóricas consistentes.

### **4.3. Nivel de investigación**

Esta investigación es explicativa debido a que es sumamente estructurada. Proporciona un entendimiento coherente al explicar que ocurre con la política monetaria en el contexto de una economía abierta con fricciones financieras.

### **4.4. Métodos de investigación**

Conforme a Mendoza (2014), esta investigación utiliza el método hipotético deductivo de investigación.

### **4.5. Diseño de investigación**

En Hernández, Fernández, y Baptista (2014), mencionan que en una misma investigación se pueden utilizar múltiples diseños, por lo que utilizo dos diseños experimentales. El primer diseño está representado por un modelo de equilibrio general dinámico estocástico. El segundo diseño está representado por la estimación Bayesiana.

#### 4.6. Población y muestra

En el análisis empírico, los observables tienen una frecuencia trimestral que va desde el primer trimestre de 2004 hasta el cuarto trimestre de 2019<sup>2</sup>. Esta elección corresponde a la vigencia del esquema de metas explícitas de inflación.

Sea  $\mathcal{Y}_T = \{\mathcal{y}_t\}_{t=1}^T$  el conjunto de observables.

$$\mathcal{y}_t = [\log Y_t, \log C_t, \log \pi_t, \log R_t]'$$

Se asume que el periodo  $t$  en el modelo corresponde a un trimestre,  $\mathcal{y}_t$  es el vector de observables,  $Y_t$  es el Producto Bruto Interno (PBI) real,  $C_t$  es el consumo privado,  $\pi_t$  es la inflación al IPC, y  $R_t$  es la tasa de política monetaria.

#### 4.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada es el análisis de contenido.

Se utilizan medios computacionales para la recolección de datos.

#### 4.8. Técnicas econométricas

##### 4.8.1. Modelo de equilibrio general dinámico estocástico.

###### *Demanda agregada.*

La ecuación de la IS dinámica está compuesta por el promedio ponderado de las tasas de interés a corto y largo plazo. Esta ecuación representa la demanda agregada de la economía.

$$\hat{x}_t = \mathbb{E}_t \hat{x}_{t+1} - \frac{1}{\sigma_\alpha} \left\{ \frac{1}{1+\delta} \hat{R}_t - \mathbb{E}_t \hat{\pi}_{d,t+1} + \frac{\delta}{1+\delta} \mathbb{E}_t \hat{R}_{t+1}^l - \hat{u}_t^n \right\} \quad (4.1)$$

Donde  $\hat{x}_t$  es la brecha del producto. La tasa de interés real natural,  $\hat{u}_t^n$ , tiene implícita un concepto de equilibrio que permite determinar si la política monetaria es contractiva o expansiva. Mediante cambios en la tasa de interés nominal a corto plazo, el banco central puede corregir las desviaciones del producto o mantener la inflación doméstica en un rango

<sup>2</sup> La población y la muestra son el conjunto de variables extraídas de las series históricas del BCRP. Para la población:  $Y_t$  y  $C_t$ , tienen una frecuencia trimestral que va desde el primer trimestre de 1980 hasta el cuarto trimestre de 2019.  $\pi_t$ , tiene una frecuencia mensual que va desde enero de 1949 hasta diciembre de 2019.  $R_t$  tiene una frecuencia mensual que va desde setiembre de 1980 hasta diciembre de 2019. La unidad de análisis es la economía peruana.

determinado, con imperfecta sustitución de bonos es posible tener un canal adicional de política monetaria que influye en la demanda agregada. Con  $\sigma_\alpha \equiv \sigma\Phi$ ,  $\Phi \equiv 1/(1 + \alpha(\varpi - 1))$ , y  $\varpi \equiv \sigma\eta + (1 - \alpha)(\sigma\eta - 1)$ .

***Curva de Phillips del nuevo Keynesianismo.***

$$\hat{\pi}_{d,t} = \beta \mathbb{E}_t \hat{\pi}_{d,t+1} + \kappa_\alpha \hat{x}_t \quad (4.2)$$

Esta curva muestra que la inflación doméstica está compuesta por la inflación doméstica esperada y la brecha del producto. El parámetro compuesto  $\kappa_\alpha \equiv \lambda(\sigma_\alpha + \varphi)$ , muestra que la dinámica de la inflación doméstica está influenciada por el grado de apertura del país y el grado de sustitución entre bienes domésticos e importados. Por lo que una mayor apertura comercial reduce la sensibilidad de la inflación doméstica a la brecha del producto.

***Tasa de interés a largo plazo.***

$$\mathbb{E}_t \hat{R}_{t+1}^l = \hat{R}_t + (1 + \delta + \beta)\gamma \hat{b}_t^l - \gamma \hat{b}_{t-1}^l - \beta\gamma \mathbb{E}_t \hat{b}_{t+1}^l \quad (4.3)$$

En consecuencia, se mantiene la relación entre bonos del gobierno a largo plazo y la tasa de interés a largo plazo esperada.

***Índice de precios al consumidor (IPC).***

$$\hat{p}_t = \hat{p}_{d,t} + \alpha \hat{u}_t \quad (4.4)$$

Donde  $\hat{p}_t$  es el IPC,  $\hat{p}_{d,t}$  es el índice de precios domésticos, y  $\hat{u}_t$  son los términos de intercambio.

***Inflación al IPC.***

$$\hat{\pi}_t = \hat{\pi}_{d,t} + \alpha(\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1}) \quad (4.5)$$

Donde  $\hat{\pi}_t$  es la inflación al IPC y  $\hat{\pi}_{d,t}$  es la inflación doméstica.

***Inflación doméstica.***

$$\hat{\pi}_{d,t} = \hat{p}_{d,t} - \hat{p}_{d,t-1} \quad (4.6)$$

La inflación doméstica está definida como la tasa de cambio del índice de precios domésticos.



***Tipo de cambio nominal.***

$$\hat{e}_t = \hat{u}_t - \hat{p}_t^* + \hat{p}_{d,t} \quad (4.7)$$

Se asume que la ley de un solo precio se mantiene en todos los periodos,  $\hat{e}_t$  es el tipo de cambio nominal,  $\hat{p}_t^*$  es el nivel de precios mundial expresado en moneda extranjera, esta variable está representada mediante un choque. El tipo de cambio nominal esta expresado como el precio de una moneda extranjera en términos de la moneda nacional.

***Tipo de cambio real.***

$$\hat{q}_t = (1 - \alpha)\hat{u}_t \quad (4.8)$$

Donde  $\hat{q}_t$  es el tipo de cambio real.

***Riesgo compartido internacional.***

$$\hat{c}_t = \hat{y}_t^* + \frac{1}{\alpha}\hat{g}_t + \left(\frac{1 - \alpha}{\sigma}\right)\hat{u}_t \quad (4.9)$$

Esta identidad asume un conjunto completo de activos estado contingente comerciados internacionalmente. Donde  $\hat{y}_t^*$  es el producto mundial.

***Paridad descubierta de tasas de interés.***

$$\hat{R}_t = \hat{R}_t^* + \mathbb{E}_t \hat{e}_{t+1} - \hat{e}_t \quad (4.10)$$

Se asume un régimen de tipo de cambio flexible con perfecta movilidad de capitales. Donde  $\hat{R}_t^*$  es la tasa de interés internacional, esta tasa es representada mediante un choque. Esta ecuación parte del diferencial entre tasa de interés doméstica e internacional, el tipo de cambio de ajusta lentamente. Si el retorno en moneda doméstica es mayor que el retorno en moneda extranjera, los inversores solo tienen que esperar a que la moneda doméstica se deprecie.

***Consumo determinado por la restricción presupuestaria.***

$$\hat{c}_t = \hat{y}_t - \alpha\hat{u}_t - \hat{x}\hat{n} \quad (4.11)$$

Donde  $\hat{x}\hat{n}$  son las exportaciones netas.

**Exportaciones netas.**

$$\widehat{x\hat{n}}_t = \alpha \left( \frac{\varpi}{\sigma} - 1 \right) \widehat{\pi}_t - \frac{\alpha}{\sigma} \widehat{g}_t \quad (4.12)$$

Un choque de preferencias negativo afecta a las exportaciones netas, provocando un déficit comercial.

**Función de producción.**

$$\widehat{y}_t = \widehat{a}_t + \widehat{n}_t \quad (4.13)$$

**Producto natural.**

$$\widehat{y}_t^n = \Gamma_a \widehat{a}_t + \Gamma_g \widehat{g}_t + \Gamma_* \widehat{y}_t^* \quad (4.14)$$

Un choque positivo de productividad, un choque positivo de preferencias, y un aumento del producto mundial aumenta transitoriamente el producto natural,  $\widehat{y}_t^n$ . Con  $\Gamma_a \equiv (1 + \varphi)/(\sigma_\alpha + \varphi)$ ,  $\Gamma_g \equiv -\alpha\varpi\Phi/(\sigma_\alpha + \varphi)$ , y  $\Gamma_* \equiv -\alpha(\varpi - 1)\sigma_\alpha/(\sigma_\alpha + \varphi)$ .

**Términos de intercambio natural.**

$$\widehat{\pi}_t^n = \sigma_\alpha (\widehat{y}_t^n - \widehat{y}_t^*) - (1 - \alpha)\Phi\widehat{g}_t \quad (4.15)$$

Esta identidad muestra que los términos de intercambio natural,  $\widehat{\pi}_t^n$ , pueden ser influenciados por el producto natural, el producto internacional y el choque de preferencias.

**Brecha de los términos de intercambio.**

$$\widetilde{\pi}_t = \sigma_\alpha \widehat{x}_t \quad (4.16)$$

Donde  $\widetilde{\pi}_t$  es la brecha de los términos de intercambio.

**Tasa de interés real.**

$$\widehat{i}_t = \widehat{R}_t - \mathbb{E}_t \widehat{\pi}_{d,t+1} \quad (4.17)$$

Donde  $\widehat{i}_t$  es la tasa de interés real ex-ante.

**Tasa de interés real natural.**

$$\widehat{i}_t^n = -\sigma_\alpha \Gamma_a (1 - \rho_a) \widehat{a}_t + \Theta_* \mathbb{E}_t (\widehat{y}_{t+1}^* - \widehat{y}_t^*) + \Theta_g (1 - \rho_g) \widehat{g}_t \quad (4.18)$$

Un choque negativo de productividad, un aumento del crecimiento del producto mundial esperado, y un choque positivo de preferencias aumenta transitoriamente la tasa de interés real natural de equilibrio. Con  $\Theta_* \equiv \sigma_\alpha(\alpha(\varpi - 1) + \Gamma_*)$  y  $\Theta_g \equiv (1 - \alpha)\Phi - \sigma_\alpha\Gamma_g$ .

***Términos de intercambio.***

$$\hat{u}_t = \tilde{u}_t + \hat{u}_t^n \quad (4.19)$$

***Salario.***

$$\hat{w}_t - \hat{p}_t = \sigma\hat{c}_t + \varphi\hat{n}_t \quad (4.20)$$

***Producto mundial.***

$$\hat{y}_t^* = 0 \quad (4.21)$$

***Choque de política monetaria.***

$$\hat{\xi}_t = \rho_\xi \hat{\xi}_{t-1} + \varepsilon_t^\xi \quad (4.22)$$

Donde  $\rho_\xi$  y  $\varepsilon_t^\xi$  son el coeficiente de autocorrelación y la innovación del choque de política monetaria respectivamente. La innovación esta normal, independiente e idénticamente distribuida con una desviación estándar,  $\sigma_\xi$ .

***Choque de productividad.***

$$\hat{a}_t = \rho_a \hat{a}_{t-1} + \varepsilon_t^a \quad (4.23)$$

Donde  $\rho_a$  y  $\varepsilon_t^a$  son el coeficiente de autocorrelación y la innovación del choque de productividad respectivamente. La innovación esta normal, independiente e idénticamente distribuida con una desviación estándar,  $\sigma_a$ .

***Choque de preferencias.***

$$\hat{g}_t = \rho_g \hat{g}_{t-1} + \varepsilon_t^g \quad (4.24)$$

Donde  $\rho_g$  y  $\varepsilon_t^g$  son el coeficiente de autocorrelación y la innovación del choque de preferencias respectivamente. La innovación esta normal, independiente e idénticamente distribuida con una desviación estándar,  $\sigma_g$ .

***Choque de tasa de interés internacional.***

$$\widehat{R}_t^* = \rho_{R^*} \widehat{R}_{t-1}^* + \varepsilon_t^{R^*} \quad (4.25)$$

Donde  $\rho_{R^*}$  y  $\varepsilon_t^{R^*}$  son el coeficiente de autocorrelación y la innovación del choque de tasa de interés internacional respectivamente. La innovación esta normal, independiente e idénticamente distribuida con una desviación estándar,  $\sigma_{R^*}$ .

***Choque del nivel de precios mundial.***

$$\widehat{p}_t^* = \rho_{p^*} \widehat{p}_{t-1}^* + \varepsilon_t^{p^*} \quad (4.26)$$

Donde  $\rho_{p^*}$  y  $\varepsilon_t^{p^*}$  son el coeficiente de autocorrelación y la innovación del choque del nivel de precios mundial respectivamente. La innovación esta normal, independiente e idénticamente distribuida con una desviación estándar,  $\sigma_{p^*}$ .

***Regla 1 (R1).***

$$\widehat{R}_t = \varphi_\pi \widehat{\pi}_t \quad (4.27)$$

Esta regla impone un esquema de metas de inflación al IPC. Donde  $\varphi_\pi$  es la reacción a la inflación de la regla monetaria.

***Regla 2 (R2).***

$$\widehat{R}_t = \varphi_\pi \widehat{\pi}_{d,t} \quad (4.28)$$

Esta regla impone un esquema de metas de inflación doméstico.

***Regla 3 (R3).***

$$\widehat{e}_t = 0 \quad (4.29)$$

Régimen de tipo de cambio nominal fijo. Barnerjee y cols. (2015), mencionan que, en una economía emergente con fricciones financieras, un esquema de metas de inflación tiene poca ventaja ante un régimen de tipo de cambio fijo.

***Regla 4 (R4).***

$$\widehat{R}_t = \varphi_\pi \widehat{\pi}_t + \varphi_x \widehat{x}_t + \xi_t \quad (4.30)$$

Siguiendo a Taylor (1993), esta regla fue diseñada para una economía cerrada, donde el canal del tipo de cambio de la política monetaria no tiene un rol significativo en la propagación de impulsos monetarios. Formalmente, la regla de Taylor reacciona a las desviaciones de la inflación y la brecha del producto. Donde  $\varphi_x$  es la reacción a la brecha del producto de la regla monetaria.

**Regla 5 (R5).**

$$\widehat{R}_t = \varphi_\pi \widehat{\pi}_{d,t} + \varphi_x \widehat{x}_t + \widehat{\xi}_t \quad (4.31)$$

Consiste en la regla de Taylor para la inflación doméstica.

**Regla 6 (R6).**

$$\widehat{R}_t = \varphi_R \widehat{R}_{t-1} + \varphi_\pi \widehat{\pi}_{d,t} + \varphi_x \widehat{x}_t + \widehat{\xi}_t \quad (4.32)$$

Siguiendo a Orphanides (2003), esta regla incorpora un componente inercial en la tasa de interés. Donde  $\varphi_R$  es la reacción del componente inercial o la reacción a la tasa de interés rezagada de la regla monetaria.

**Regla 7 (R7).**

$$\widehat{R}_t = \varphi_R \widehat{R}_{t-1} + \varphi_{\pi F} \widehat{\pi}_{d,t+1} + \widehat{\xi}_t \quad (4.33)$$

Siguiendo a Batini y Haldane (1998), esta regla implica que la tasa de interés responde a las desviaciones del pronóstico de la inflación doméstica. Reaccionar a estas predicciones tienen características deseables que pueden imitar el comportamiento de la política monetaria hacia futuro. Donde  $\varphi_{\pi F}$  es la reacción a la inflación proyectada de la regla monetaria. Conforme a Batini y cols. (2009), la estabilización de esta regla se deteriora si el horizonte futuro  $\widehat{\pi}_{d,t+j}$ , se incrementa para periodos mayores a 2 trimestres.

**Regla 8 (R8).**

$$\widehat{R}_t = \varphi_R \widehat{R}_{t-1} + \varphi_\pi \widehat{\pi}_{d,t} + \varphi_e \widehat{e}_t + \widehat{\xi}_t \quad (4.34)$$

En esta economía se toma en cuenta que los cambios en la tasa de interés nominal no solo afectan a la curva IS mediante la tasa de interés real, sino también a las exportaciones

netas mediante su relación con el tipo de cambio real (proporción de los términos de intercambio). Donde  $\varphi_e$  es la reacción al tipo de cambio nominal de la regla monetaria.

**Regla 9 (R9).**

$$\widehat{R}_t = \varphi_{R1}\widehat{R}_{t-1} + \varphi_{\pi0}\widehat{\pi}_{d,t} + \varphi_{\pi1}\widehat{\pi}_{d,t-1} + \varphi_{x0}\widehat{x}_t - \varphi_{x1}\widehat{x}_{t-1} + \varphi_{\Delta e}\Delta\widehat{e}_t + \varphi_{ti}\widehat{t}_t + \xi_t \quad (4.35)$$

Modificando la regla óptima a corto plazo de Cabrera, Bejarano, y Savino (2011), esta regla implica que la tasa de interés responde a los movimientos de la inflación doméstica, la brecha del producto, las fluctuaciones del tipo de cambio nominal y los términos de intercambio. Donde  $\varphi_{R1}$ ,  $\varphi_{\pi0}$ ,  $\varphi_{\pi1}$ ,  $\varphi_{x0}$ ,  $\varphi_{x1}$ ,  $\varphi_{\Delta e}$ , y  $\varphi_{ti}$  son sus coeficientes asociados. En economías emergentes es útil incorporar la variación del tipo de cambio nominal, comúnmente denominada flotación cambiaria.

**Regla 10 (R10).**

$$\widehat{R}_t = \varphi_R\widehat{R}_{t-1} + \varphi_\pi\widehat{\pi}_{d,t} + \varphi_x\widehat{x}_t + \varphi_e\widehat{e}_t + \xi_t \quad (4.36)$$

Esta regla compuesta, incorpora el componente inercial de la tasa de interés, la inflación doméstica, la brecha del producto, y el tipo de cambio nominal en las decisiones de política monetaria.

**Bienestar.**

Para evaluar el bienestar de las diferentes reglas de política monetaria utilizo la función de pérdida basada en la utilidad. Para obtener un criterio de bienestar apropiado, derivó una aproximación de segundo orden de la pérdida de utilidad descontada del consumidor representativo domestico asociado a las desviaciones de política óptima” (p. 19).

$$\mathcal{L} = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \frac{(1-\alpha)\epsilon}{2\lambda} \widehat{\pi}_{d,t}^2 + \frac{(1-\alpha)(1+\varphi)}{2} \widehat{x}_t^2 \right\} \quad (4.37)$$

En una economía abierta con fricciones financieras, para el caso especial de  $\sigma = \eta = 1$ . La función de pérdida  $\mathcal{L}$ , es expresada en términos de la inflación doméstica y la brecha del producto.

$$\mathbb{V} = \left\{ \frac{(1 - \alpha)\epsilon}{2\lambda} \text{var}(\hat{\pi}_{d,t}) + \frac{(1 - \alpha)(1 + \varphi)}{2} \text{var}(\hat{x}_t) \right\} \quad (4.38)$$

Tomando expectativa incondicional en (4.37) y dejando que  $\beta \rightarrow 1$ , la pérdida de bienestar esperada se representa en términos de la varianza de la inflación y la brecha del producto. En contraste, la función de pérdida  $\mathcal{L}$ , es una fuente considerable de la pérdida de bienestar. Estas pérdidas no pueden ser evitadas, pero son considerablemente reducidas cuando el banco central puede comprometerse a planes de política que consisten en mantener las tasas de interés bajas por un periodo prolongado.

### ***Calibración.***

La calibración puede ser considerada como una estrategia de estimación, Gregory y Smith (1987). Este procedimiento me permite asignar valores a los parámetros del modelo de equilibrio general basado en varias fuentes. Considerando la literatura estándar, la Tabla 1, caracteriza la economía peruana mediante parámetros estimados por diversos autores. Algunos parámetros reflejan sus valores históricos y otros mis propias estimaciones.

El factor de descuento subjetivo  $\beta$ , es establecido en 0.9852. En Vega (2015), este parámetro implica una tasa de interés real doméstica de estado estacionario equivalente al 6% por año.

La inversa de la elasticidad de sustitución intertemporal  $\sigma$ , es establecida en 1. Este parámetro es canónico y muestra que la elasticidad de sustitución intertemporal del consumo es invariante a escala del consumo.

**Tabla 1***Calibración*

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
$\beta$	Factor de descuento	0.9852
$\sigma$	Inversa de la elasticidad de sustitución intertemporal	1
$\varphi$	Inversa de la elasticidad de la oferta de trabajo	0.45
$\varepsilon$	Elasticidad de sustitución entre bienes domésticos	6
$\theta$	Probabilidad de Calvo	0.75
$\alpha$	Grado de apertura	0.60
$\eta$	Sustitución entre bienes domésticos e importados	2
$\delta$	Tasa de la tenencia de bonos	3
$\varphi_R$	Reacción a la tasa de interés rezagada	0.50
$\varphi_\pi$	Reacción a la inflación	1.50
$\varphi_{\pi F}$	Reacción a la inflación proyectada	5
$\varphi_x$	Reacción a la brecha del producto	0.50
$\varphi_e$	Reacción al tipo de cambio	0.50
$\varphi_{R1}$	Reacción a la tasa de interés rezagada de R9	0.763
$\varphi_{\pi 0}$	Reacción a la inflación de R9	0.107
$\varphi_{\pi 1}$	Reacción a la inflación rezagada de R9	0.028
$\varphi_{x0}$	Reacción a la brecha del producto de R9	0.346
$\varphi_{x1}$	Reacción a la brecha del producto rezagada de R9	0.062
$\varphi_{\Delta e}$	Reacción a la variación del tipo de cambio de R9	0.053
$\varphi_{ti}$	Reacción a los términos de intercambio de R9	0.082
$\rho_\xi$	Autocorrelación del choque de política monetaria	0.50
$\rho_a$	Autocorrelación del choque tecnológico	0.90
$\rho_g$	Autocorrelación del choque de preferencias	0.90
$\rho_{R^*}$	Autocorrelación del choque de tasa de interés internacional	0.90
$\rho_{P^*}$	Autocorrelación del choque del nivel de precios mundial	0.95



La inversa de la elasticidad de la oferta de trabajo  $\varphi$ , es establecida en 0.45. mide el cambio porcentual de la oferta de trabajo con el salario real. En Vega (2015), este parámetro indica una oferta de trabajo muy inelástica. Para la economía peruana, refleja que la demanda laboral podría ser más sensible a los salarios.

La elasticidad de sustitución entre bienes domésticos  $\varepsilon$ , es establecida en 6. En Castillo y cols. (2009), este parámetro es consistente con un margen del 15% sobre los costos marginales en todos los sectores.

La probabilidad que una empresa individual no cambie su precio  $\theta$ , es establecida en 0.75. La duración promedio de esta cotización de precios es  $1/(1 - \theta)$  trimestres. En Castillo y cols. (2009), esta elección implica que las empresas mantienen sus precios fijos durante 4 trimestres.

El grado de apertura  $\alpha$ , es establecido en 0.6. En Castillo y cols. (2009), este parámetro implica una participación del 60% a los bienes domésticos en el IPC.

La elasticidad de sustitución intratemporal entre bienes domésticos e importados  $\eta$ , es 2. En Vega (2015), este parámetro sugiere un ambiente donde las familias tienen dificultades para sustituir bienes importados por bienes domésticos.

La tasa de la tenencia de bonos del gobierno a largo plazo relativos a la tenencias de bonos del gobierno a corto plazo  $\delta$ , es establecida en 3 para propósitos del modelo. Harrison (2012), utiliza este parámetro en base al estudio de Kuttner (2006).

Los siguientes parámetros tienen una restricción de no negatividad. Los coeficientes de las reglas monetarias son consistentes a los hallazgos en Taylor (1993), Henderson y McKibbin (1993) y Ball (1999). Los choques son introducidos como procesos autorregresivos de primer orden.

Conforme a Batini y Haldane (1998) y Batini y cols. (2003), la reacción a la inflación proyectada  $\varphi_{\pi F}$ , es establecida en 5. Conforme a Cabrera y cols. (2011), los parámetros  $\varphi_{R1}$ ,

$\varphi_{\pi 0}$ ,  $\varphi_{\pi 1}$ ,  $\varphi_{x 0}$ ,  $\varphi_{x 1}$ ,  $\varphi_{\Delta e}$ , y  $\varphi_{ti}$ , son establecidos en 0.763, 0.107, 0.028, 0.346, 0.062, 0.053, y 0.082 respectivamente.

La reacción a la tasa de interés rezagada  $\varphi_R$ , es establecida en 0.5. La reacción a la inflación  $\varphi_{\pi}$ , es establecida en 1.5. La reacción a la brecha del producto  $\varphi_x$ , es establecida en 0.5. La reacción al tipo de cambio nominal  $\varphi_e$ , es establecida en 0.5.

La autocorrelación del choque de política monetaria  $\rho_{\xi}$ , es establecida en 0.5. La autocorrelación del choque tecnológico  $\rho_a$ , es establecida en 0.9. La autocorrelación del choque de preferencias  $\rho_g$  es establecida en 0.9. La autocorrelación del choque de tasa de interés internacional  $\rho_{R^*}$ , es establecida en 0.9. La autocorrelación del choque del nivel de precios mundial  $\rho_{p^*}$ , es establecida en 0.95.

#### **4.8.2. Estimación del modelo.**

La siguiente estimación está basada Lubik y Schorfheide (2005), en Rabanal y Rubio-Ramírez (2005), y en An y Schorfheide (2006). Aquí las distribuciones a priori desempeñan un rol importante en la estimación del modelo de equilibrio general. En principio, la información a priori puede ser extraído de la introspección personal para reflejar con fuerza creencias sostenidas sobre la validez del modelo. En la práctica, la información a priori que elegí está basada en mi propia experiencia previa estimando modelos autorregresivos para la economía peruana.

En consecuencia, se combina la información a priori y la función de verosimilitud para obtener la distribución posterior del vector de parámetros. Se utiliza el filtro de Kalman para evaluar la función de verosimilitud de la aproximación logarítmica lineal del modelo y el algoritmo de caminata aleatoria MH-MCMC para trazar la distribución posterior<sup>3</sup>. Luego, se utiliza la probabilidad marginal logarítmica, el factor de Bayes, y la probabilidad posterior del

---

<sup>3</sup> Estos métodos de simulación y estimación se implementan dentro de la plataforma de software Dynare, Adjemian y cols. (2011).

modelo para comparar cada regla de política monetaria. Al hacerlo, es posible determinar que regla ayuda a explicar mejor los datos, además de comparar cada regla del modelo.

### *Estimación Bayesiana.*

Los parámetros están contenidos en  $\Theta$ .

$$\Theta = [\rho_{\xi}, \rho_a, \rho_g, \rho_{R^*}, \rho_{p^*}, \sigma_{\xi}, \sigma_a, \sigma_g, \sigma_{R^*}, \sigma_{p^*}]'$$

El vector de parámetros  $\Theta$ , está conformado por las pendientes de autocorrelación y las desviaciones estándar de los choques exógenos que son fuente de fluctuación en el modelo de equilibrio general.

La densidad a priori  $p(\Theta|M_R)$ , asume que la información a priori acerca del vector de parámetros pueden ser resumidos por una función conjunta de densidad de probabilidad. Poseen una distribución Beta e Inversa Gamma respectivamente.

La función de verosimilitud describe la densidad de los datos observados dado el modelo y el vector de parámetros. Se estima mediante el filtro de Kalman, que evalúa la función de verosimilitud asociada a la solución del sistema estado espacio del modelo. Esta función puede ser representada en forma recursiva.

$$\mathbb{L}(\Theta|Y_T, M_R) \equiv p(y_0|\Theta, M_R) \prod_{t=1}^T p(y_t|y_{t-1}, \Theta, M_R) \quad (4.39)$$

Donde  $\mathbb{L}(\Theta|Y_T, M_R)$  es la función de verosimilitud y  $p(y_t|y_{t-1}, \Theta, M_R)$  es la densidad condicional a la información disponible hasta el periodo  $t - 1$ .

La distribución posterior está dada por el teorema de Bayes.

$$p(\Theta|Y_T, M_R) = \frac{\mathbb{L}(\Theta|Y_T, M_R)p(\Theta|M_R)}{p(Y_T|M_R)} \quad (4.40)$$

El término  $p(Y_T|M_R)$  es la densidad marginal de los datos y aparece como constante de normalización en el denominador de (4.40). El logaritmo de la densidad marginal de los

datos se puede interpretar como una función de log-verosimilitud maximizada penalizada por la dimensión del modelo.

El término  $p(\Theta|\mathcal{Y}_T, M_R)$ , es la densidad posterior proporcional al producto de la función de verosimilitud y la densidad a priori.

$$p(\Theta|\mathcal{Y}_T, M_R) \propto L(\Theta|\mathcal{Y}_T, M_R)p(\Theta|M_R) \equiv K(\Theta|\mathcal{Y}_T, M_R) \quad (4.41)$$

Esta ecuación es de interés fundamental, debido a que resume todo lo que se sabe acerca de  $\Theta$ , después de utilizar los datos. El kernel posterior  $K(\Theta|\mathcal{Y}_T, M_R)$ , corresponde al numerador de la densidad posterior.

***Algoritmo Metrópolis-Hastings.***

Para encontrar los momentos posteriores, el algoritmo de caminata aleatoria MH-MCMC, parte de la moda posterior  $\tilde{\Theta}$ .

*Primer paso.*

Elegir un punto de comienzo  $\hat{\Theta}^0$ , donde se encuentre típicamente  $\tilde{\Theta}$ .

*Segundo paso.*

Trazar un  $\hat{\Theta}^*$  propuesto de una distribución de saltos.

$$J(\hat{\Theta}^*|\hat{\Theta}^{t-1}) = N(\hat{\Theta}^{t-1}, \omega^2 \mathbf{\Omega}_d) \quad (4.42)$$

Donde  $N$  es la distribución normal,  $\omega$  es un escalar que controla el tamaño del salto de la actualización propuesta del algoritmo,  $\mathbf{\Omega}$  es la inversa del Hessiano calculado en  $\tilde{\Theta}$ , y  $\mathbf{d}$  es la dimensión de  $\Theta$ .

*Tercer paso.*

Calcular una tasa de aceptación.

$$r = \frac{p(\hat{\Theta}^*|\mathcal{Y}_T, M_R)}{p(\hat{\Theta}^{t-1}|\mathcal{Y}_T, M_R)} = \frac{K(\hat{\Theta}^*|\mathcal{Y}_T, M_R)}{K(\hat{\Theta}^{t-1}|\mathcal{Y}_T, M_R)} \quad (4.43)$$

Calcular la probabilidad asociada.

$$p = \min \left\{ 1, \frac{K(\hat{\Theta}^* | \mathcal{Y}_T, M_R)}{K(\hat{\Theta}^{t-1} | \mathcal{Y}_T, M_R)} \right\} \quad (4.44)$$

*Cuarto paso.*

Aceptar o descartar la propuesta  $\hat{\Theta}^*$ . Trazar una variable aleatoria uniforme  $q \sim U(0,1)$ . La propuesta es aceptada  $\hat{\Theta}^t = \hat{\Theta}^*$ , si  $q \leq p$ , de lo contrario volver a trazar un nuevo candidato.

Este proceso se repite  $\mathcal{H}$  veces para generar la densidad posterior  $p(\hat{\Theta} | \mathcal{Y}_T, M_R)$ . La velocidad de convergencia es sensible a  $w$  así como a  $\mathcal{H}$ . Para permitir la convergencia establezco  $\mathcal{H} = 250,000$  trazos, como en Smets y Wouters (2007). Configuro un  $w$  que conduzca a una tasa de aceptación cercana a un tercio, comenzando con  $w = 2.4/\sqrt{d}$ .

### ***Factor de Bayes.***

Para cada regla del modelo, la probabilidad marginal posterior es calculada utilizando el estimador de media armónica modificado de Geweke (1998). Por lo tanto, el factor de Bayes es considerado como herramienta para determinar que regla del modelo explica mejor el comportamiento del conjunto de variables. Para ello defino el factor de Bayes de la regla  $k$  y la regla  $\ell$ ,  $FB_{k,\ell}$ .

$$FB_{k,\ell} = \frac{p(\mathcal{Y}_T | M_{Rk})}{p(\mathcal{Y}_T | M_{R\ell})} \quad (4.45)$$

Donde  $p(\mathcal{Y}_T | M_{Rk})$  es la densidad marginal posterior de la regla  $k$  y  $p(\mathcal{Y}_T | M_{R\ell})$  es la densidad marginal posterior de la regla  $\ell$ . Con los factores de Bayes, es posible calcular la probabilidad posterior de cada regla,  $p_k$ .

Considerando que  $\sum_{k=1}^{10} p_k = 1$ ,

$$\frac{1}{p_1} = \sum_{k=2}^{10} FB_{k,1} \quad (4.46)$$

Donde  $p_1$  es la probabilidad posterior de la regla 1. Entonces  $p_k = p_1 \text{FB}(k, 1)$  da las probabilidades restantes del modelo. Si la probabilidad posterior de la regla  $k$  es mayor a la probabilidad posterior de la regla  $\ell$ , entonces la regla  $k$  es mejor que la regla  $\ell$ .

### *Información a priori.*

**Tabla 2**

*Información a priori*

<b>Parámetros</b>	<b>Distribución [Límites]</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
$\rho_\xi$	Beta [0.1]	0.5	0.01
$\rho_a$	Beta [0.1]	0.9	0.01
$\rho_g$	Beta [0.1]	0.9	0.01
$\rho_{R^*}$	Beta [0.1]	0.9	0.01
$\rho_{p^*}$	Beta [0.1]	0.95	0.01
$\sigma_\xi$	Inv-Gamma [0. $\infty$ ]	0.10	0.02
$\sigma_a$	Inv-Gamma [0. $\infty$ ]	0.40	0.02
$\sigma_g$	Inv-Gamma [0. $\infty$ ]	0.20	0.02
$\sigma_{R^*}$	Inv-Gamma [0. $\infty$ ]	0.20	0.02
$\sigma_{p^*}$	Inv-Gamma [0. $\infty$ ]	1.00	0.02

Se asume que los coeficientes de autocorrelación tienen una distribución Beta con límites de [0.1]. Se asumen también que las desviaciones estándar de los choques se impone una distribución Inversa Gamma con límites de [0.  $\infty$ ].

La desviación estándar del choque de política monetaria  $\sigma_\xi$ , es establecida en 0.1. La desviación estándar del choque tecnológico  $\sigma_a$ , es establecida en 0.4. La desviación estándar del choque de preferencias  $\sigma_g$ , es establecida en 0.2. La desviación estándar del choque de tasa de interés internacional  $\sigma_{R^*}$ , es establecida en 0.2. La desviación estándar del choque del nivel de precios mundial  $\sigma_{p^*}$ , es establecida en 1.

## Capítulo V: Resultados

### 5.1. Política monetaria óptima

A continuación, se presentan los hallazgos teóricos y empíricos. Primero, se compara la función de pérdida de cada regla monetaria, mediante el análisis de la robustez de los choques conjuntos e individuales. En segundo lugar, se presenta la función de impulso respuesta de las principales reglas monetarias. En tercer lugar, se presenta los resultados posteriores de cada una de las diez reglas del modelo.

#### 5.1.1. Análisis de robustez de los choques conjuntos

La tabla 3 muestra las desviaciones estándar de las variables analizadas de cada regla de política monetaria. Donde utilizo la función de pérdida  $\mathcal{L}$ , para encontrar la política monetaria óptima.

**Tabla 3**

*Comparación entre reglas de política monetaria*

	$\sigma(\hat{y})$	$\sigma(\hat{x})$	$\sigma(\hat{\pi}_d)$	$\sigma(\hat{\pi})$	$\sigma(\hat{\pi})$	$\sigma(\Delta\hat{\epsilon})$	$\mathcal{L}$
<b>Regla 1</b>	6.18	5.209	3.476	3.852	3.515	4.379	1.744
<b>Regla 2</b>	5.645	4.934	3.718	3.907	3.213	4.197	1.977
<b>Regla 3</b>	3.270	2.500	0.519	0.742	1.982	0.000	0.055
<b>Regla 4</b>	4.411	2.590	1.759	2.003	2.626	2.499	0.446
<b>Regla 5</b>	4.231	2.56	1.826	1.967	2.524	2.346	0.479
<b>Regla 6</b>	4.104	1.786	0.658	1.109	2.483	1.853	0.069
<b>Regla 7</b>	4.218	2.059	0.731	1.215	2.538	1.967	0.086
<b>Regla 8</b>	3.771	2.578	0.528	1.039	2.261	1.489	0.058
<b>Regla 9</b>	4.218	2.742	0.891	1.291	2.508	1.718	0.131
<b>Regla 10</b>	3.521	1.588	0.385	0.741	2.163	1.253	0.028

R1 y R2, que consisten en el esquema de metas de inflación al IPC e inflación doméstica respectivamente. Las desviaciones de las variables son altas en comparación a las demás reglas. La mayor fuente de volatilidad proviene de reaccionar a la inflación al IPC. En consecuencia,

reaccionar a la inflación doméstica resulta más eficiente para minimizar la función de pérdida. En general, los bancos centrales usualmente imponen rangos de tolerancia a la inflación para evitar que fluctúe mucho.

R3, que consiste en un régimen de tipo de cambio nominal fijo. Las desviaciones de las variables disminuyen en comparación a las dos primeras reglas. La volatilidad del tipo de cambio nominal es cero. Sin embargo, este régimen reduce la potencia de la política monetaria, por lo que esta regla no se considerará posteriormente.

R4 y R5, que consiste en la regla de Taylor y la regla de Taylor para la inflación doméstica respectivamente. Las desviaciones de las variables disminuyen en comparación a las dos primeras reglas. En consecuencia, reaccionar a la brecha del producto resulta más eficiente para minimizar la función de pérdida. En general, los bancos centrales de economías avanzadas utilizan la regla de Taylor ante choques adversos.

R6, que reacciona al componente rezagado de la tasa de interés nominal, la inflación doméstica, y la brecha del producto. Las desviaciones de las variables disminuyen en comparación a las dos anteriores reglas. En adición a R5, reaccionar al componente rezagado de la tasa de interés nominal resulta más eficiente para minimizar la función de pérdida.

R7, que reacciona al componente rezagado de la tasa de interés nominal y a las desviaciones de la inflación doméstica esperada de la meta. Las desviaciones de la inflación doméstica disminuyen en comparación a R6. En consecuencia, en un contexto con dinámicas más complejas, en el que el banco central se compromete a contener la inflación hacia futuro, probablemente generaría una menor función de pérdida. Batini y cols. (2009), mencionan que en una economía dolarizada existen ganancias sustanciales al incluir el tipo de cambio en la regla monetaria. Aquí demuestro que para un modelo que captura los hechos relevantes de la economía peruana, la dolarización no es necesaria para llegar a las mismas conclusiones.



R8, que reaccionan al componente rezagado de la tasa de interés nominal, la inflación doméstica, y el tipo de cambio nominal. Las desviaciones del producto, inflación al IPC, términos de intercambio y variación del tipo de cambio nominal disminuyen en comparación a R7. En consecuencia, reaccionar al tipo de cambio resulta más eficiente para minimizar la función de pérdida para una economía expuesta a choques externos. En general, esta regla de economía abierta es parsimoniosa.

R9, que reacciona a los movimientos de la tasa de inflación, la brecha del producto, las fluctuaciones del tipo de cambio nominal, y los términos de intercambio. Las desviaciones de las variables aumentan en comparación a R8. En consecuencia, reaccionar a la variación del tipo de cambio nominal resulta menos eficiente para minimizar la función de pérdida.

R10, que reaccionan al componente rezagado de la tasa de interés, la inflación doméstica, la brecha del producto, y el tipo de cambio nominal. Las desviaciones de las variables disminuyen en comparación a las demás reglas. En adición a R8, reaccionar a la brecha del producto resulta más eficiente para minimizar la función de pérdida.

### **5.1.2. Análisis de robustez de los choques individuales.**

Para proporcionar una mayor intuición sobre por qué ciertas reglas funcionan mejor que otras, re-evalué las reglas que tuvieron una menor función de pérdida. Suponiendo que la economía fue golpeada por un tipo de choque a la vez, se busca qué reglas producen respuestas sensibles a cada uno de los choques y se analiza si las reglas que funcionan bien lo hacen porque son robustas para varios choques. Esta es una prueba de solidez de la especificación de cada regla.

**Tabla 4***Choque de política monetaria*

$\hat{\xi}_t$	<b>Regla 2</b>	<b>Regla 5</b>	<b>Regla 7</b>	<b>Regla 9</b>	<b>Regla 10</b>
$\sigma(\hat{y})$	2.612	1.226	1.872	2.312	0.923
$\sigma(\hat{x})$	2.612	1.226	1.872	2.312	0.923
$\sigma(\hat{\pi}_d)$	0.445	0.209	0.356	0.453	0.126
$\sigma(\hat{\pi})$	1.141	0.536	0.795	0.978	0.392
$\sigma(\hat{t}_i)$	1.419	0.666	1.017	1.256	0.502
$\sigma(\Delta\hat{e})$	1.686	0.791	1.147	1.401	0.588
$\mathcal{L}$	0.047	0.010	0.028	0.044	0.005

Se asume un choque individual de política monetaria. En la tabla 4, R10, resulta más eficiente para minimizar la función de pérdida. Las desviaciones de las variables son menores en comparación a las demás reglas.

**Tabla 5***Choque de productividad*

$\hat{a}_t$	<b>Regla 2</b>	<b>Regla 5</b>	<b>Regla 7</b>	<b>Regla 9</b>	<b>Regla 10</b>
$\sigma(\hat{y})$	2.993	3.169	3.269	2.807	2.884
$\sigma(\hat{x})$	0.355	0.180	0.112	0.597	0.548
$\sigma(\hat{\pi}_d)$	0.271	0.137	0.028	0.314	0.159
$\sigma(\hat{\pi})$	0.459	0.452	0.439	0.374	0.294
$\sigma(\hat{t}_i)$	1.627	1.722	1.776	1.525	1.567
$\sigma(\Delta\hat{e})$	0.717	0.751	0.741	0.546	0.524
$\mathcal{L}$	0.011	0.003	0.000	0.015	0.004

Se asume un choque individual de productividad. En la tabla 5, R7, resulta más eficiente para minimizar la función de pérdida. Las desviaciones de la brecha del producto y la inflación doméstica son menores en comparación a las demás reglas.

**Tabla 6***Choque de preferencias*

$\hat{g}_t$	Regla 2	Regla 5	Regla 7	Regla 9	Regla 10
$\sigma(\hat{y})$	1.518	1.661	1.743	1.372	1.436
$\sigma(\hat{x})$	0.289	0.146	0.091	0.486	0.446
$\sigma(\hat{\pi}_d)$	0.221	0.112	0.023	0.256	0.129
$\sigma(\hat{\pi})$	0.374	0.368	0.357	0.304	0.239
$\sigma(\hat{t}_i)$	1.324	1.401	1.446	1.241	1.275
$\sigma(\Delta\hat{e})$	0.584	0.612	0.603	0.444	0.426
$\mathcal{L}$	0.007	0.002	0.000	0.010	0.003

Se asume un choque individual de preferencias. En la tabla 6, R7, resulta más eficiente para minimizar la función de pérdida. Las desviaciones de la brecha del producto y la inflación doméstica son menores en comparación a las demás reglas.

**Tabla 7***Choque de tasa de interés internacional*

$\hat{R}_t^*$	Regla 2	Regla 5	Regla 7	Regla 9	Regla 10
$\sigma(\hat{y})$	4.479	2.267	1.414	2.048	0.860
$\sigma(\hat{x})$	4.479	2.267	1.414	2.048	0.860
$\sigma(\hat{\pi}_d)$	3.418	1.729	0.356	0.741	0.184
$\sigma(\hat{\pi})$	3.620	1.832	0.698	1.096	0.391
$\sigma(\hat{t}_i)$	2.434	1.232	0.768	1.113	0.468
$\sigma(\Delta\hat{e})$	3.812	1.929	1.003	1.451	0.566
$\mathcal{L}$	1.669	0.427	0.023	0.088	0.007

Se asume un choque individual de tasa de interés internacional, en el cual,  $\sigma(\hat{y})$  y  $\sigma(\hat{x})$  tienen una respuesta equivalente. En la tabla 7, R10, resulta más eficiente para minimizar la función de pérdida. Las desviaciones de las variables son menores en comparación a las demás reglas.

**Tabla 8***Choque del nivel de precios mundial*

$\hat{p}_t^*$	Regla 2	Regla 5	Regla 7	Regla 9	Regla 10
$\sigma(\hat{y})$	0.208	0.126	0.064	0.194	0.656
$\sigma(\hat{x})$	0.208	0.126	0.064	0.194	0.656
$\sigma(\hat{\pi}_d)$	0.281	0.170	0.022	0.088	0.237
$\sigma(\hat{\pi})$	0.285	0.173	0.035	0.119	0.315
$\sigma(\hat{t})$	0.113	0.069	0.035	0.105	0.357
$\sigma(\Delta\hat{e})$	0.973	0.979	0.971	0.890	0.670
$\mathcal{L}$	0.011	0.004	0.000	0.001	0.009

Se asume un choque individual del nivel de precios mundial, en el cual,  $\sigma(\hat{y})$  y  $\sigma(\hat{x})$  tienen una respuesta equivalente. En la tabla 8, R7, resulta más eficiente para minimizar la función de pérdida. Sin considerar la variación del tipo de cambio nominal, las desviaciones de las variables son menores en comparación a las demás reglas.

## 5.2. Función de impulso respuesta

### 5.2.1. Choque de política monetaria.

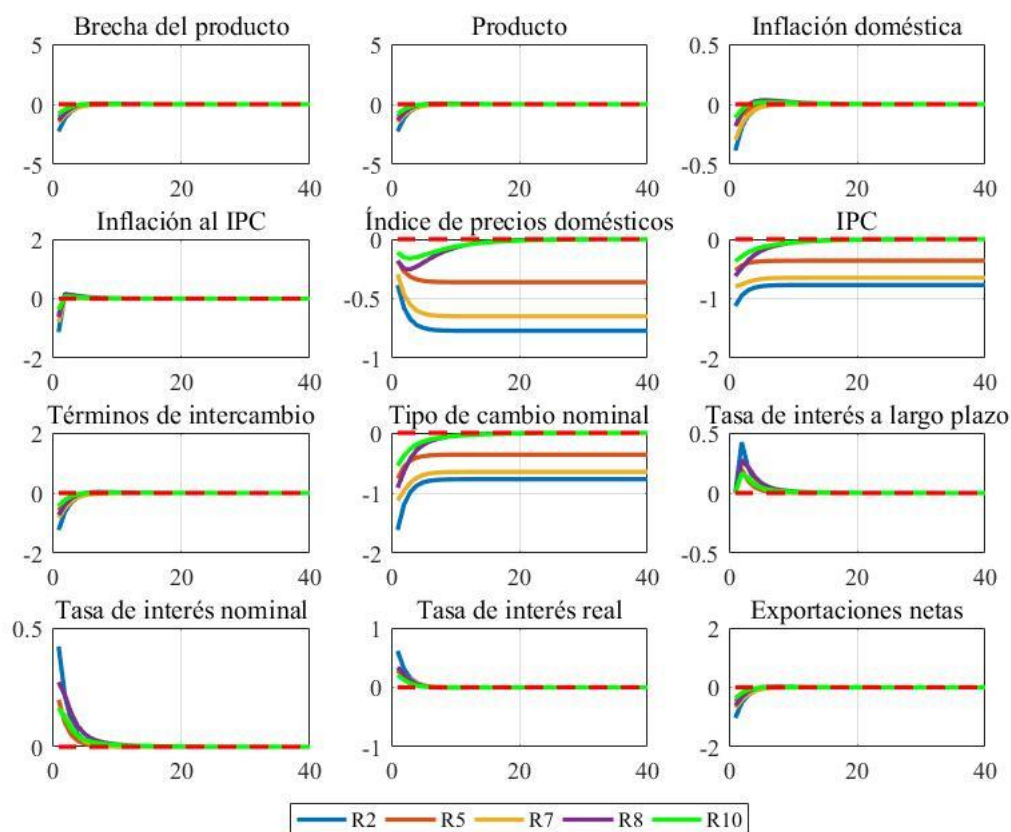


Figura 3. Choque de política monetaria.

*Nota:* Impulso respuesta de un choque positivo de política monetaria con una desviación estándar de 100 puntos básicos (pb). Los choques se normalizaron para presentar una desviación de 1 punto porcentual (pp), y las respuestas de las variables se expresan en desviaciones porcentuales en relación con su estado estacionario (líneas rojas discontinuas).

Un aumento de la tasa de política monetaria, aumenta la tasa de interés nominal, aumenta la tasa de interés real, disminuye el consumo, disminuye el producto. En consecuencia, la brecha del producto disminuye, disminuyendo los precios en la economía. En el sector externo los términos de intercambio caen y el tipo de cambio nominal se aprecia. Por otro lado, la demanda por bonos a corto plazo disminuye, la demanda por bonos a largo plazo disminuye, lo que provoca un exceso de oferta por bonos que induce a un aumento de la tasa de interés a largo plazo. El índice de precios domésticos cae gradualmente.

Para R2, mantiene una caída permanente inferior a 100 pb. Para R5, mantiene una caída permanente inferior a 50 pb. Para R7, mantiene una caída permanente equivalente a 50 pb. Para R8 y R10, la respuesta inicial sigue un patrón en forma de joroba, al llegar a un determinado punto cercano a 25 pb, cae hasta converger a un valor de estado estacionario de cero.

Se puede observar que para R7, el IPC y el tipo de cambio nominal, caen permanentemente, pero en mayor magnitud que R5. Este comportamiento refleja que el banco central debe comprometerse a contener la inflación hacia futuro. En consecuencia, la magnitud de  $\varphi_{\pi F}$  es importante. Además, para R10, las demás variables fluctúan en menor magnitud que R8.

### 5.2.2. Choque de tasa de interés internacional.

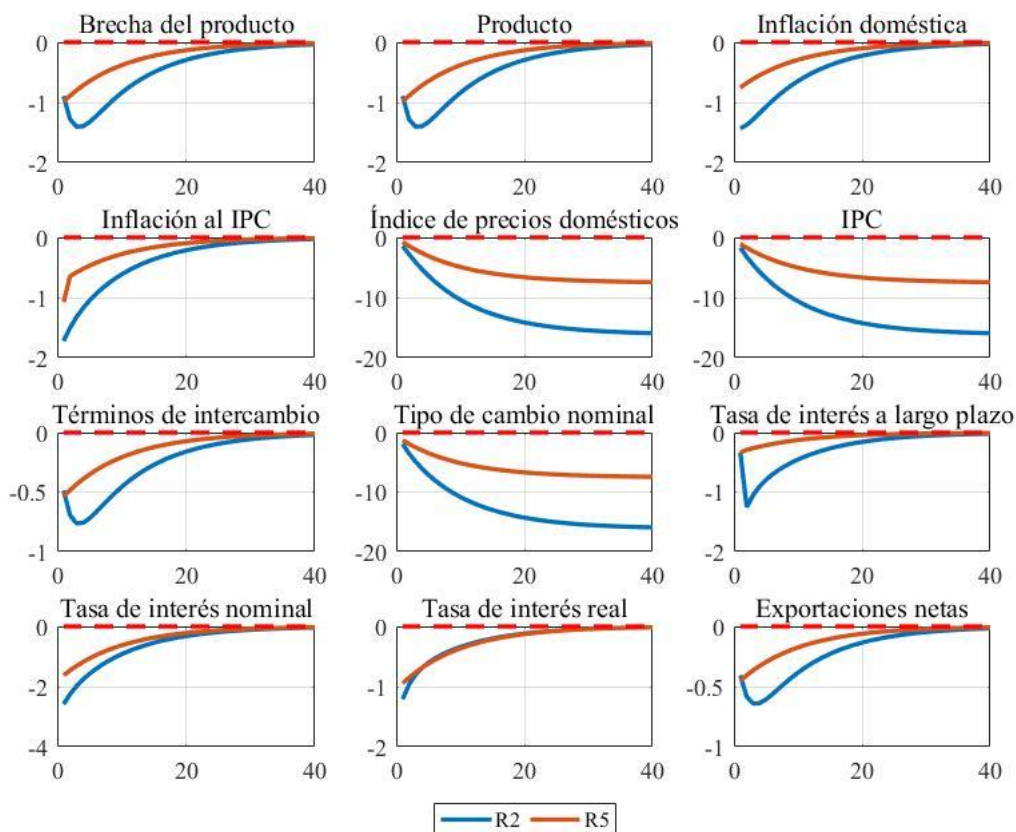


Figura 4. Choque de tasa de interés internacional para R2 y R5.

Nota: Impulso respuesta de un choque positivo de tasa de interés internacional con una desviación estándar de 100 pb.

Una disminución de la tasa de interés internacional provoca un flujo masivo de capitales acumulado hacia la economía doméstica, que lleva a una apreciación persistente del tipo de cambio nominal, deteriorando la competitividad y conduce a una caída en las exportaciones netas. En el país los términos de intercambio disminuyen, el producto disminuye, en consecuencia, la brecha del producto disminuye, disminuyendo los precios en la economía. Por otro lado, el banco central disminuye la tasa de interés nominal que induce a una disminución de la tasa de interés real.

En cuanto a un posible estímulo monetario internacional, los resultados son consistentes con lo documentado en Banerjee y cols. (2015) y Kolasa y Wesołowski (2018). Los efectos en las tasas de interés a largo plazo, tienen una reacción diferente por cada regla de política monetaria. En el sector financiero, genera co-movimientos en las tasas de interés de corto y largo plazo. En particular, conduce a que la tasa de interés a largo plazo disminuya (prima a plazos disminuya), pero en una menor magnitud, considerando la política monetaria convencional de la economía doméstica.

Al mismo tiempo, una tasa de interés menor en la economía externa, induce a sus inversores a buscar rendimiento en el extranjero. En consecuencia, la participación de los no residentes en el mercado de bonos a largo plazo de la economía doméstica aumenta. Los flujos de capitales hacia el mercado de bonos domestico van acompañados de una caída en la tasa de interés a largo plazo, esta caída está impulsada por el suministro de bonos y por menores tasas actuales y futuras esperadas a corto plazo.

Al mismo tiempo, a través del suministro de bonos y por mayores tasas actuales y futuras esperadas a corto plazo, una tasa de interés a corto plazo menor, disminuye la tasa de interés a largo plazo en aproximadamente 4 pb. Para R2, la tasa de interés a largo plazo aumenta gradualmente. Para R5, la tasa de interés a largo plazo mantiene una trayectoria descendente y luego aumenta gradualmente. Para R8 y R10, dado que el banco central reacciona al tipo de

cambio nominal, la tasa de interés a largo plazo de la economía nacional aumenta y luego disminuye gradualmente. Esto muestra que una regla de intervención cambiaria permite reducir la excesiva volatilidad del tipo de cambio, evitando grandes variaciones en los precios de la economía.

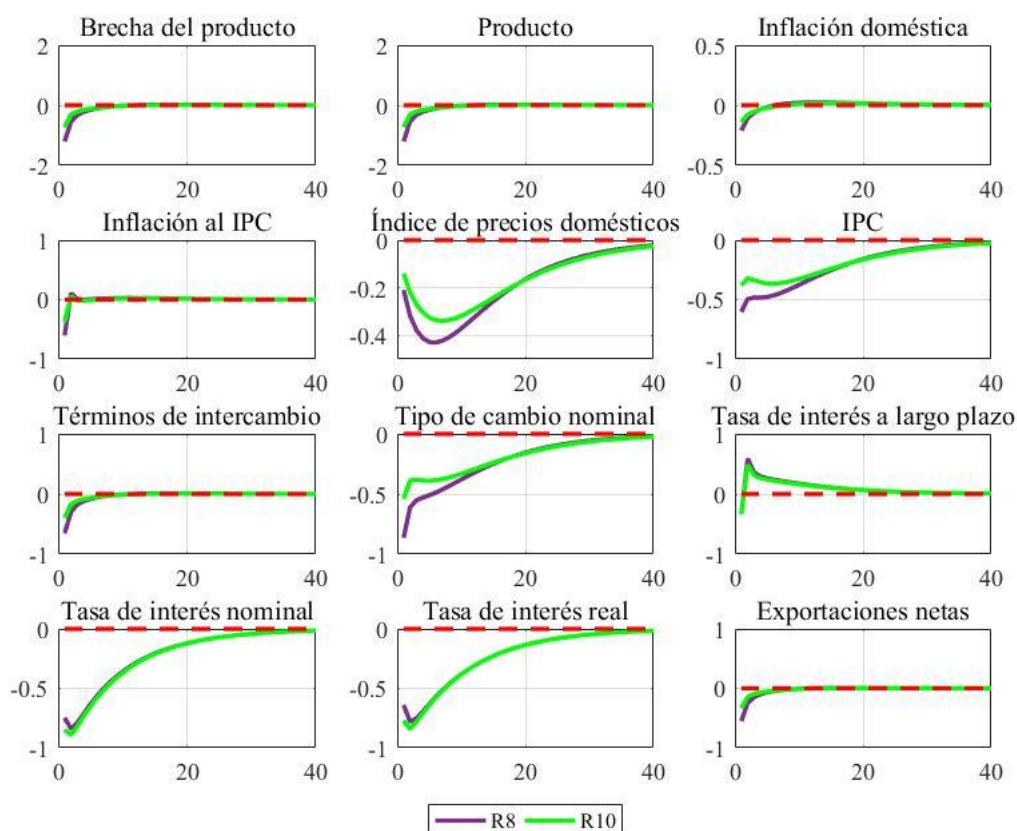


Figura 5. Choque de tasa de interés internacional para R8 y R10.

Nota: Impulso respuesta de un choque positivo de tasa de interés internacional con una desviación estándar de 100 pb.

En consecuencia, debido a las fricciones del modelo, R2 o R5, tienen poca ventaja sobre las reglas de tipo de cambio. Así mismo, Adler y Tovar (2014), reconocen la importancia del uso de la intervención cambiaria por parte de los bancos centrales de economías emergentes para lidiar con las fluctuaciones excesivas de flujos de capitales y volatilidad del tipo de cambio asociados.



### 5.2.3. Choque del nivel de precios mundial.

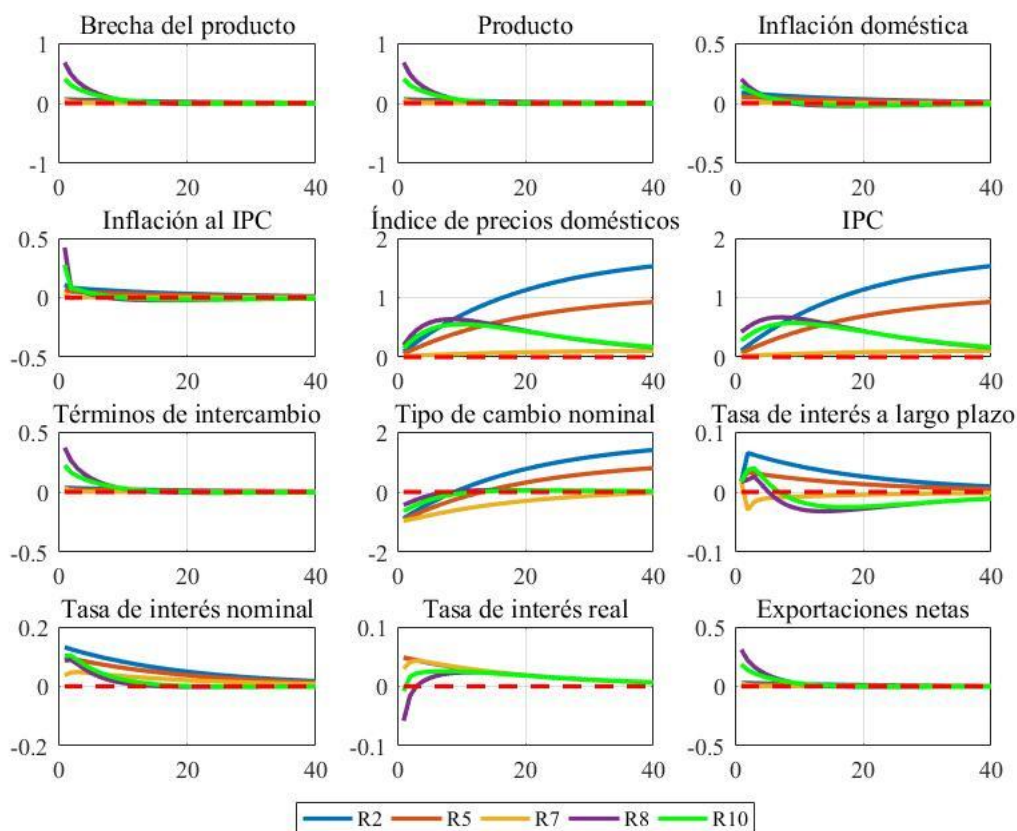


Figura 6. Choque del nivel de precios mundial.

Nota: Impulso respuesta de un choque positivo del nivel de precios mundial con una desviación estándar de 100 pb.

Un aumento del nivel de precios mundial, aumenta los términos de intercambio y aprecia inicialmente el tipo de cambio nominal. Además, el producto aumenta, en consecuencia, la brecha del producto aumenta, aumentando los precios en la economía. El banco central aumenta la tasa de interés nominal que induce a un aumento de la tasa de interés real (por el efecto mayor en  $\hat{\pi}_{d,t+1}$ , la tasa de interés real cae para R8 y R10).

Al mismo tiempo, a través del suministro de bonos y por mayores tasas actuales y futuras esperadas a corto plazo, una tasa de interés a corto plazo mayor, aumenta la tasa de interés a largo plazo cerca de 2 pb. Para R2, la respuesta inicial sigue un patrón en forma de joroba, luego disminuye gradualmente. Para R5, la respuesta inicial sigue un patrón en forma de joroba, luego disminuye gradualmente. Para R7, dado que el banco central reacciona a la

inflación proyectada, la tasa de interés a largo plazo de la economía doméstica disminuye, luego aumenta gradualmente. Para R8 y R10, siguen un patrón en forma de joroba, fluctúan hasta converger a un valor de estado estacionario de cero.

El índice de precios doméstico y el IPC aumentan gradualmente. Para R2, mantiene un aumento permanente cercano a 150 pb. Para R5, mantiene un aumento permanente equivalente a 100 pb. Para R7, mantiene un aumento permanente inferior a 10 pb. Para R8y R10, la respuesta inicial sigue un patrón en forma de joroba, al llegar a un determinado punto cercano a 50 pb, caen hasta converger a un valor de estado estacionario de cero.

En consecuencia, debido a las fricciones del modelo, R2 o R5, tienen poca ventaja sobre las demás reglas. Por ende, una política monetaria marcada hacia el manejo de la inflación doméstica proyectada mejora notablemente el desempeño de la economía doméstica.

### 5.3. Estimación posterior

**Tabla 9**

*Probabilidad posterior del modelo*

	<b>Log p(<math>\mathbf{Y}_T \mathbf{M}_R</math>)</b>	<b>BF</b>	<b>p</b>
<b>Regla 1</b>	18.484	1.00E+00	5.98E-11
<b>Regla 2</b>	-22.105	2.36E-18	1.41E-28
<b>Regla 3</b>	-17.658	2.01E-16	1.20E-26
<b>Regla 4</b>	-11.454	9.95E-14	5.95E-24
<b>Regla 5</b>	-32.856	5.05E-23	3.01E-33
<b>Regla 6</b>	-43.121	1.76E-27	1.05E-37
<b>Regla 7</b>	-34.535	9.42E-24	5.63E-34
<b>Regla 8</b>	41.969	1.58E+10	9.45E-01
<b>Regla 9</b>	38.840	6.92E+08	4.13E-02
<b>Regla 10</b>	37.718	2.25E+08	1.35E-02

La regla que mejor explica el comportamiento del conjunto de variables es R8, que reaccionan al componente rezagado de la tasa de interés nominal, la inflación doméstica, y el tipo de cambio nominal.

La tabla 9 muestra que la probabilidad marginal logarítmica, el factor de Bayes y la probabilidad posterior claramente favorecen a R8 sobre las demás. R9, que además reacciona a más variables, tiene un mejor ajuste que R10, pero peor que R8.

Existe una diferencia entre R8, R9, y R10, pero esta diferencia no puede aceptarse como evidencia decisiva en favor de una regla sobre la otra. Rabanal y Rubio-Ramírez (2005), mencionan que una característica atractiva del factor Bayes es que encarna una fuerte preferencia por la parsimonia. Se puede considerar además que estos tres factores son demasiado grandes, por lo que la inclusión del tipo de cambio mejora considerablemente el ajuste de la regla en el modelo. Batini y cols. (2009), mencionan que existe un interés intrínseco por ver en que magnitud una economía puede ser estabilizada con la regla más simple, por lo que R8, puede ser un punto de referencia para analizar la economía peruana.

**Tabla 10**

*Estimación R8*

Parámetro	Priori		Posterior			Intervalos	
	Media	Moda	Media	Inferior	Superior		
$\rho_{\xi}$	0.50	0.5007	0.5008	0.4842	0.5174		
$\rho_a$	0.90	0.9055	0.9049	0.8896	0.9194		
$\rho_g$	0.90	0.9001	0.8994	0.8836	0.9161		
$\rho_{R^*}$	0.90	0.8980	0.8972	0.8810	0.9141		
$\rho_{p^*}$	0.95	0.9796	0.9786	0.9716	0.9858		
$\sigma_{\xi}$	0.10	0.0788	0.0823	0.0634	0.1006		
$\sigma_a$	0.40	0.3971	0.3995	0.3702	0.4284		
$\sigma_g$	0.20	0.1621	0.1639	0.1462	0.1818		
$\sigma_{R^*}$	0.20	0.1568	0.1587	0.1411	0.1763		
$\sigma_{p^*}$	1.00	0.9941	0.9953	0.9634	1.0276		

La tabla 10 muestra los momentos posteriores de los coeficientes de autocorrelación y las desviaciones estándar de los choques. Las cinco últimas columnas presentan la media a priori, la moda posterior, la media posterior, y los intervalos de densidad posterior más altos al 90% (inferior y superior respectivamente).

En  $\rho_{\xi}$ ,  $\rho_a$ ,  $\rho_g$ , y  $\rho_{R^*}$ , la media a priori es muy similar a la moda posterior y a la media posterior.

En  $\rho_{p^*}$ , la media a priori es ligeramente inferior a sus estimaciones posteriores. Este coeficiente cae fuera de los intervalos de probabilidad al 90%, por lo tanto, implica una mayor persistencia en el choque del nivel de precios mundial.

En  $\sigma_{\xi}$ , la media a priori es ligeramente superior a la moda posterior y a la media posterior. Este coeficiente cae dentro de los intervalos de probabilidad al 90%, muy cerca del límite superior.

En  $\sigma_a$ , la media a priori es muy similar a la moda posterior y a la media posterior.

En  $\sigma_g$  y  $\sigma_{R^*}$ , la media a priori es superior a la moda posterior y a la media posterior. Por lo tanto, implica una baja volatilidad en el choque de preferencias y el choque de tasa de interés internacional. En consecuencia, revela que estas variaciones exógenas son menos importantes para que  $R_8$  explique las variaciones en  $Y_T$ .

En  $\sigma_{p^*}$ , la media a priori es muy similar a la moda posterior y a la media posterior. Este coeficiente cae dentro de los intervalos de probabilidad al 90%, por lo que es estable. Los datos claramente proporcionan soporte para creer que el nivel de precios mundial tiene una mayor volatilidad en comparación a los demás choques. En general para la economía peruana, que está expuesta a choques del precio de materias primas, la volatilidad es alta.

## Conclusiones

Mis principales hallazgos sugieren que, para una economía pequeña y abierta con fricciones financieras como Perú, una regla basada en el pronóstico de la inflación doméstica, R7, y una regla basada en el tipo de cambio, R8 y R10, funcionan bien al minimizar la función de pérdida. Estas reglas están asociadas con una menor variabilidad en las principales variables analizadas. En contraposición la regla de Taylor que tiene una función de pérdida mayor.

Individualmente, una política monetaria marcada hacia el pronóstico de la inflación doméstica parece bastante robusto ante choques de productividad, preferencias y nivel de precios mundial. En cambio, una política monetaria marcada hacia el manejo del tipo de cambio nominal, parece bastante robusto ante choques de política monetaria y choques de tasa de interés internacional. Si bien la economía peruana tiene un esquema de metas explícitas de inflación, su banco central puede utilizar un conjunto de reglas de política monetaria para cada choque en particular.

Por otro lado, choques internacionales pueden afectar la competitividad e implican movimientos en las tasas de interés a corto y largo plazo domésticas. Se encuentra que, como en los datos a diciembre de 2019, bajo fricciones financieras, un choque negativo de tasa de interés internacional genera una contracción en la economía doméstica, junto con un aumento de flujo de capitales, así como una caída en el tipo de cambio nominal. Un choque positivo del nivel de precios mundial, genera un estímulo en la economía doméstica, así como un aumento del tipo de cambio nominal. Una respuesta de política monetaria convencional, tiene una menor magnitud en la economía doméstica.

De acuerdo a las simulaciones del modelo, las reglas basadas en el tipo de cambio proporcionan un mejor ajuste. En consecuencia, los parámetros estimados indican que existe una menor volatilidad en tasas de interés internacional y una mayor volatilidad en choque del nivel de precios mundial, por lo que es más probable que las fluctuaciones de los precios de las

materias primas tengan una mayor magnitud en la economía doméstica. Concluyo que este modelo puede replicar hechos empíricos clave observados en el ciclo de negocios de la economía doméstica.

### **Recomendaciones**

Desde la perspectiva del modelo, las diferencias entre estas reglas de política monetaria están relacionados con el tamaño de los movimientos de capital y los ajustes del tipo de cambio que inducen. En la mayoría de países de la región, los bancos centrales todavía tienen espacio para relajar la política monetaria por medios convencionales. Si las tasas de interés a corto plazo llegan a su límite inferior, como en la Eurozona y Japón, todavía se puede contar con un instrumento de política monetaria no convencional, entrando al mercado y comprando bonos del gobierno a largo plazo para intentar bajar las tasas de interés a largo plazo.

Otra manera de interpretar los resultados es que el banco central de una pequeña economía abierta que utiliza solo política monetaria convencional puede controlar la volatilidad del tipo de cambio mediante R8 para generar un mayor bienestar. Una regla que incorpora el tipo de cambio puede generar una economía menos volátil a choques externos, lo que puede ocasionar mayor confianza y predictibilidad. En países como Brasil, Chile, Colombia y México las monedas fluctúan constantemente. Pero Perú, que interviene frecuentemente en el mercado cambiario, demuestra tener una moneda más estable frente al dólar. Finalmente se recomienda tener en cuenta el tipo de cambio para evitar ciclos de negocios amplificadas derivados de choques.

## Referencias

- Adjemian, S., Bastani, H., Juillard, M., Karamé, F., Maih, J., Mihoubi, F., . . . Villemot, S. (2011). Dynare: Reference Manual Version 4. *CEPREMAP*, Dynare Working Papers n° 1.
- Adler, G., & Tovar, C. (2014). Intervenciones en el mercado cambiario y su efecto en el tipo de cambio. *Monetaria, Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, CEMLA*, 1-64.
- Adolfson, M., Laseén, S., Lindé, J., & Villani, M. (2005). Bayesian estimation of an open economy DSGE model with incomplete pass-through. *Sveriges Riskbank*, Working Papers n° 179.
- Aliaga, A. (2020). *Reglas de política monetaria para una economía abierta con fricciones financieras: Un enfoque Bayesiano*. Obtenido de MPRA Paper 100604, University Library of Munich: [https://mpra.ub.uni-muenchen.de/100604/1/MPRA\\_paper\\_100604.pdf](https://mpra.ub.uni-muenchen.de/100604/1/MPRA_paper_100604.pdf)
- An, S., & Schorfheide, F. (2006). Bayesian analysis of DSGE models. *Federal Reserve Bank of Philadelphia*, Working Papers n° 06-5.
- Andrés, J., López-Salido, J., & Nelson, E. (2004). Tobin's Imperfect Asset Substitution in Optimizing General Equilibrium. *Journal of Money, Credit and Banking*, 665-690.
- Ball, L. (1999). Efficient Rules for Monetary Policy. *International Finance*, 63-83.
- Banco Central de Reservas del Perú. (2011). *Glosario de Términos Económicos*. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Glosario/Glosario-BCRP.pdf>
- Banerjee, R., Devereux, M., & Lombardo, G. (2015). Self-Oriented Monetary Policy, Global Financial Markets and Excess Volatility of International Capital Flows. *National Bureau of Economic Research*, NBER Working Papers n° 21737.
- Batini, N., Harrison, R., & Millard, S. (2003). Monetary policy rules for an open economy. *Journal of Economic Dynamics Control*, 2059-2094.
- Cabrera, N., Bejarano, E., & Savino, M. (2011). Preferences of the Central Reserve Bank of Perú and optimal monetary policy rules in the inflation targeting regime. *Banco Central de Reservas del Perú*, Working Papers 2011-010.

- Castillo, P., Montoro, C., & Tuesta, V. (2009). Un Modelo de Equilibrio General con Dolarización para la Economía peruana. *Banco Central de Reservas del Perú*, Working Papers n° 2009-003.
- Fernández-Villaverde, J., & Rubio-Ramírez, J. (2004). Comparing dynamic equilibrium models to data: A Bayesian approach. *Journal of Econometrics*, 153 – 187.
- Fornero, J., Kirchner, M., & Yany, A. (2016). Terms of trade shocks and investment in commodity-exporting economies. *Banco Central de Chile*, Working Papers n° 773.
- Galí, J. (2015). *Monetary policy, inflation and the business cycle*. Princeton: Princeton University Press.
- Geweke, J. (1998). Using Simulation Methods for Bayesian Econometric Models: Inference, Development, and Communication. *Federal Reserve Bank of Minneapolis*, Research Department Staff Report n° 249.
- Guerrón-Quintana, P., & Nason, J. (2012). Bayesian estimation of DSGE models. *Federal Reserve Bank of Philadelphia*, Working Papers n° 12-4.
- Haldane, A., & Batini, N. (1998). Forward-looking rules for monetary policy. *Natural Bureau of Economic Research*, Working Papers n° 6543.
- Harrison, R. (2012). Asset purchase policy at the effective lower bound for interest rates. *Bank of England*, Working Papers n° 444.
- Harrison, R. (2017). Optimal quantitative easing. *Bank of England*, Working Papers n° 678.
- Henderson, D., & McKibbin, W. (1993). A comparison of some basic monetary policy regimes for open economies: Implications of different degrees of instrument adjustment and wage persistence. *Board of Governors of the Federal Reserve System*, International Finance Discussion Papers n° 458.
- Herbst, E., & Schorfheide, F. (2016). *Bayesian Estimation of DSGE Models*. Princeton: Princeton University Press.



- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D. F.: McGraw-Hill.
- Kolasa, M., & Wesolowski, G. (2018). International spillovers of quantitative easing. *European Central Bank, Working Papers* n° 2172.
- Kuttner, K. (2006). Can Central Banks Target Bond Prices? *National Bureau of Economic Research, NBER Working Papers* n° 12454.
- Lawrence, C., Walentin, K., & Trabandt, M. (2010). DSGE Models for Monetary Policy Analysis. *Federal Reserve Bank of Atlanta, Working Papers* n° 2010-02.
- Lubik, T., & Schorfheide, F. (2005). A Bayesian Look at New Open Economy Macroeconomics. *The Johns Hopkins University, Economics Working Paper Archive* n° 521.
- Mendoza, W. (2014). *Cómo investigan los economistas. Guía para elaborar y desarrollar un proyecto de investigación*. Lima: Fondo Editorial - Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Mendoza, W. (2018). *Macroeconomía intermedia para América Latina*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Miranda-Agrippino, S., Nenova, T., & Rey, H. (2020). Global Footprints of Monetary Policy. *Center for Macroeconomics (CFM), Discussion Papers* n° 2004.
- Miyamoto, W., & Nguyen, T. (2017). Understanding the cross-country effects of US technology shocks. *Bank of Canada, Working Papers* n° 2017-23.
- Orphanides, A. (2003). Historical monetary policy analysis and the Taylor Rule. *Journal of Monetary Economics*, 983-1022.
- Perú, B. C. (2019). *Reporte de Inflación: Panorama actual y proyecciones macroeconómicas 2019-2021*.
- Rabanal, P., & Rubio-Ramírez, J. (2005). Comparing New Keynesian Models of the Business Cycle: A Bayesian Approach. *Federal Reserve Bank of Atlanta, Working Papers* n° 2001-022b.

- Rodriguez, D. (2009). Efecto de las decisiones de política monetaria sobre las tasas de los bancos comerciales. *Revista Moneda*, 25-29.
- Romer, D. (2000). Keynesian macroeconomics without the LM curve. *Journal of Economic Perspectives*, 149–169.
- Schorfheide, F. (2000). Loss function-Based evaluation of DSGE models. *Journal of Applied Econometrics*, 645-670.
- Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 1-48.
- Smets, F., & Wouters, R. (2007). Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach. *European Central Bank*, Working Papers n° 109.
- Taylor, J. (1993). Discretion versus policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 195-214.
- Tobin, J. (1969). A General Equilibrium Approach to Monetary Theory. *Journal of Money, Credit and Banking*, 15-29.
- Vega, M. (2015). Monetary policy, financial dollarization and agency costs. *Banco Central de Reserva del Perú*, Working Papers n° 2015-019.
- Woodford, M. (2003). *Interest & prices: Foundations of a theory of monetary policy*. Princeton: Princeton University Press.

## Apéndice

### Apéndice A

**Tabla A1**

*Matriz de consistencia*

<b>Título</b>	<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Justificación</b>	<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>
Reglas de política monetaria óptimas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras.	<b>Problema General</b> ¿Cuáles son las reglas de política monetaria óptimas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú, desde el primer trimestre de 2004 hasta el cuarto trimestre de 2019?	<b>Objetivo General</b> Evaluar las reglas de política monetaria óptimas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú, desde el primer trimestre de 2004 hasta el cuarto trimestre de 2019.	<b>Hipótesis general</b> Las reglas de política monetaria óptimas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú, desde el primer trimestre de 2004 hasta el cuarto trimestre de 2019, no son reglas que	<b>Justificación teórica</b> Consiste en ampliar estudios previos de política monetaria al extender el modelo nuevo Keynesiano hacia una economía abierta con fricciones financieras exponiendo un marco de referencia unificado de reglas monetarias para el diseño óptimo de la política monetaria.	Producto bruto interno	Producto bruto interno por tipo de gasto (millones de soles).

			incorporan el tipo de cambio nominal.	Además de obtener un modelo teórico capaz de representar la economía peruana más eficientemente.		
	<b>Problema específico 1</b> ¿Cuáles son las reglas de política monetaria óptimas teóricas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú?	<b>Objetivo específico 1</b> Evaluar las reglas de política monetaria óptimas teóricas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú.	<b>Hipótesis específica 1</b> Las reglas de política monetaria óptimas teóricas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú, no son reglas que incorporan el tipo de cambio nominal.		Consumo privado	Consumo Privado (millones de soles).
				<b>Justificación metodológica</b> Consiste en utilizar técnicas de estimación Bayesiana en el modelo de equilibrio general dinámico estocástico planteado para la economía peruana, proveyendo un procedimiento econométrico que me	Inflación	Índice de precios Lima Metropolitana (variación porcentual 12 meses).
	<b>Problema específico 2</b> ¿Cuáles son las reglas de política monetaria óptimas	<b>Objetivo específico 2</b> Evaluar las reglas de política monetaria óptimas empíricas en un	<b>Hipótesis específica 2</b> Las reglas de política monetaria óptimas empíricas en		Tasa de política monetaria	Tasa de Política Monetaria (puntos porcentuales).

	empíricas en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú, desde el primer trimestre de 2004 hasta el cuarto trimestre de 2019?	modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú, desde el primer trimestre de 2004 hasta el cuarto trimestre de 2019.	un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de economía abierta con fricciones financieras para Perú, desde el primer trimestre de 2004 hasta el cuarto trimestre de 2019, no son reglas que incorporan el tipo de cambio nominal.	permita una evaluación coherente de las diferentes reglas del modelo.		
--	--	--	---	---	--	--

**Tabla A2***Matriz de operacionalización de variables*

<b>Variable</b>	<b>Tipo de Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Unidad de Medida</b>
Producto bruto interno	Cuantitativa	Es el valor total de la producción de bienes y servicios finales dentro de un país durante un periodo de tiempo determinado. Incluye actividades realizadas por los nacionales y los extranjeros residentes en el país.	Producto bruto interno por tipo de gasto (millones de soles).	Log EA Filtro HP	Porcentaje (%)
Consumo privado	Cuantitativa	Es la actividad económica que consiste en el uso de bienes y servicios para satisfacer las necesidades humanas individuales o colectivas.	Consumo Privado (millones de soles).	Log EA Filtro HP	Porcentaje (%)
Inflación	Cuantitativa	Mide la evolución del costo de la canasta de consumo típica de las familias. Se calcula utilizando la fórmula de Laspeyres, que compara el valor de una canasta de bienes de consumo típica a precios corrientes, con el valor de la misma canasta básica en un año base.	Índice de precios Lima Metropolitana (variación porcentual 12 meses).	PT Log	Porcentaje (%)
Tasa de política monetaria	Cuantitativa	Es la tasa de interés objetivo para las operaciones interbancarias que el banco central establece mediante sus instrumentos de política monetaria.	Tasa de Política Monetaria (puntos porcentuales).	PT Log	Porcentaje (%)

*Nota.* PT=promedio trimestral, Log=logaritmo, EA=estacionalmente ajustado, filtro HP= filtro Hodrick - Prescott

## Apéndice B

### Distribuciones posteriores

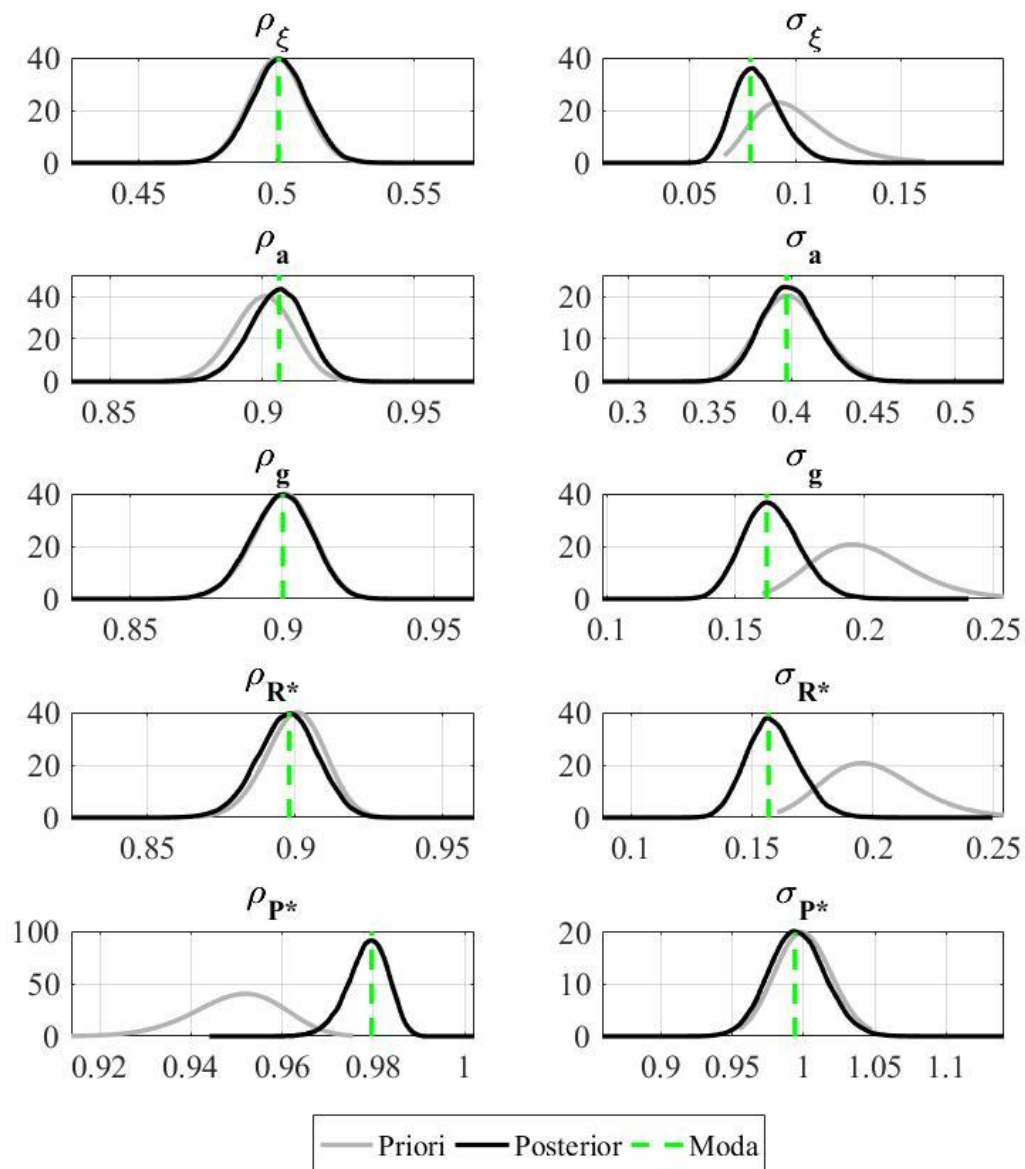


Figura B1. Distribuciones posteriores R8.

## Apéndice C

### Descomposición de los choques

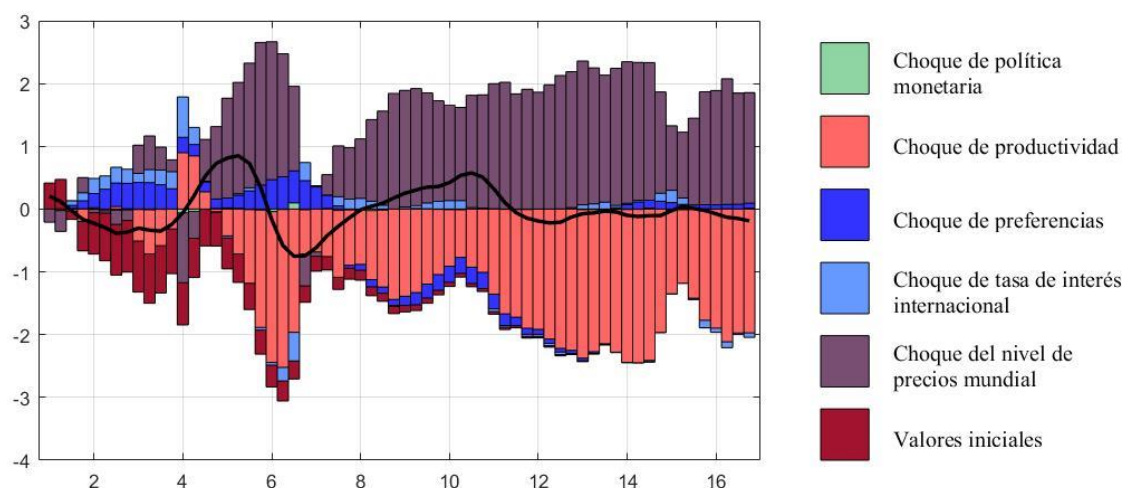


Figura C1. Descomposición de la varianza del producto.

Nota: El producto es el PBI real filtrado mediante Hodrick – Prescott (línea negra). Las barras de color representan la contribución de cada choque a la evolución de la variable. La descomposición de la varianza histórica muestra que el producto sufrió mayormente choques de productividad negativo y choques del nivel de precios mundial positivo a lo largo de su historia reciente.

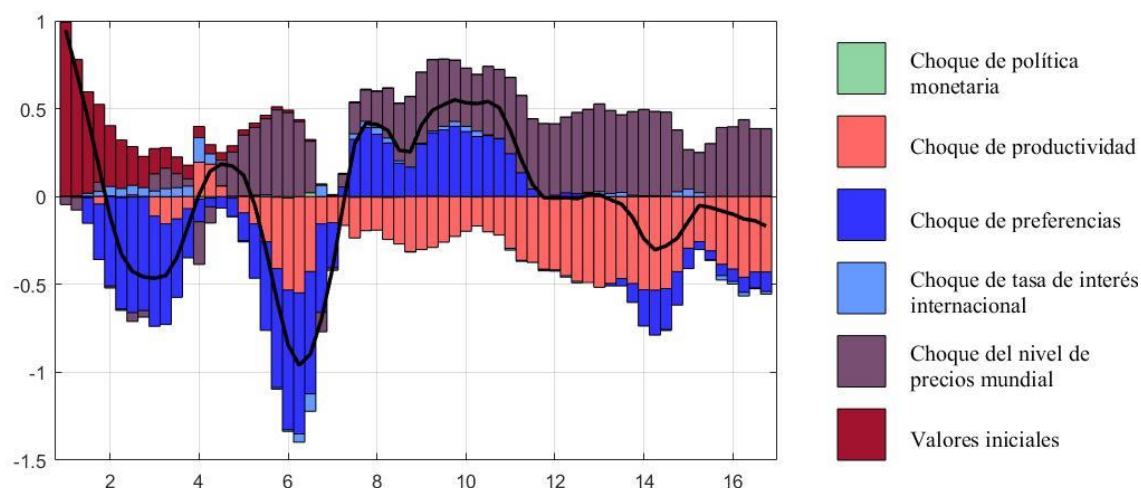


Figura C2. Descomposición de la varianza del consumo.

Nota: El consumo es el consumo privado filtrado mediante Hodrick – Prescott (línea negra). La descomposición de la varianza histórica muestra que el consumo sufrió mayormente choques de productividad negativo, choques de preferencias negativo, y choques del nivel de precios mundial positivo a lo largo de su historia reciente.



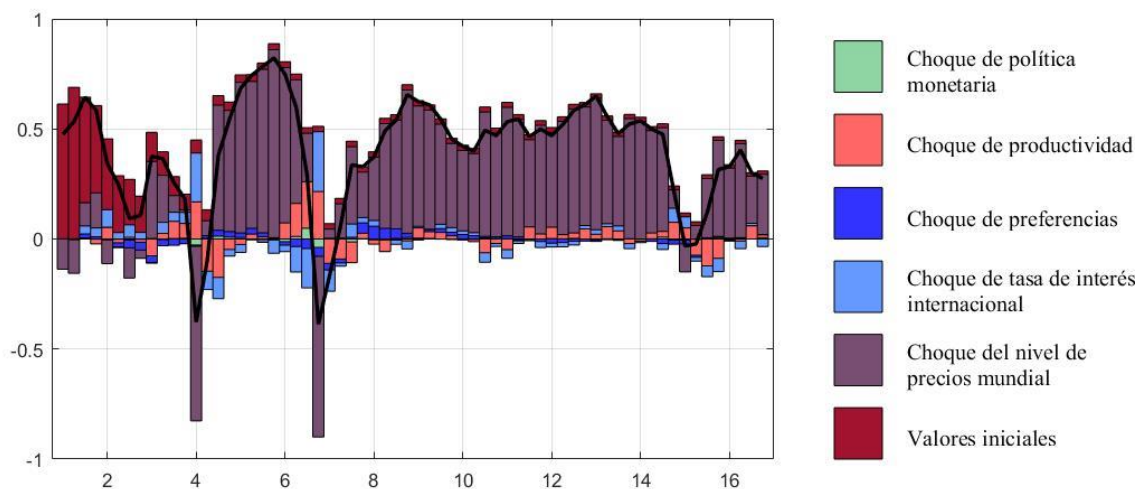


Figura C3. Descomposición de la varianza de la inflación.

Nota: La inflación representa a la inflación al IPC en el modelo (línea negra). La descomposición de la varianza histórica muestra que la inflación sufrió mayormente choques del nivel de precios mundial positivo a lo largo de su historia reciente.

En el primer trimestre de 2007 y cuarto trimestre de 2009, la inflación cae por efectos de factores no subyacentes.

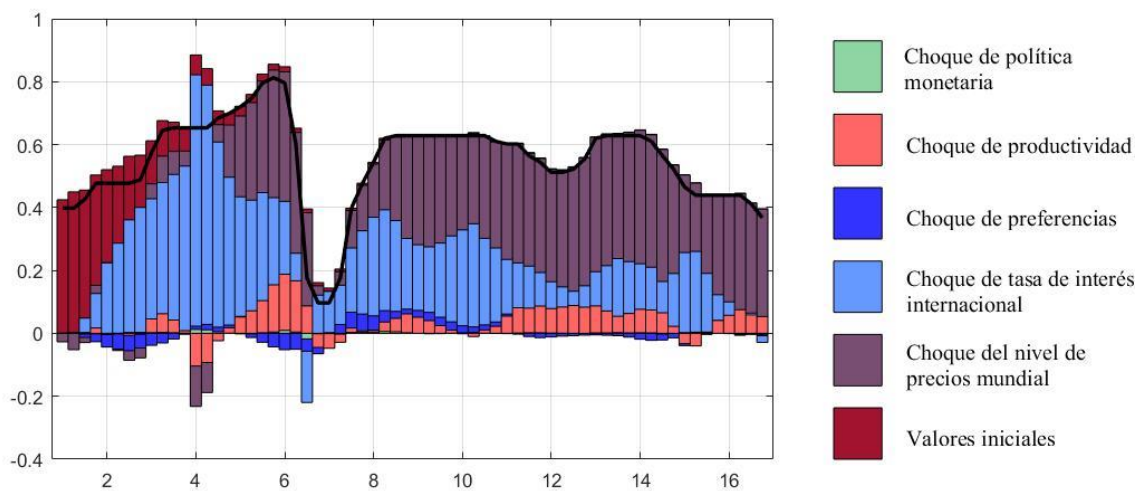


Figura C4. Descomposición de la varianza de la tasa de política monetaria.

Nota: La tasa de política monetaria representa a la tasa de interés nominal en el modelo (línea negra). La descomposición de la varianza histórica muestra que la tasa de política monetaria sufrió mayormente choques de tasa de interés internacional positivo y choques del nivel de precios mundial positivo a lo largo de su historia reciente.