



ASOCIACIÓN PERUANA DE ECONOMÍA

Un modelo DSGE bayesiano para la heterogeneidad  
en shocks de impuestos como política fiscal en la  
reactivación económica del Perú

Juan Tenorio

Maritza Huanchi

Documento de Trabajo No. 148, Mayo 2019

Los puntos de vista expresados en este documento de trabajo corresponden a el(los) autor(autores) y no de la Asociación Peruana de Economía. La asociación no tiene una posición política institucional.

# UN MODELO DSGE BAYESIANO PARA LA HETEROGENEIDAD EN SHOCKS DE IMPUESTOS COMO POLÍTICA FISCAL EN LA REACTIVACIÓN ECONÓMICA DEL PERÚ<sup>1</sup>

Juan Tenorio\*; Maritza Huanchi\*\*

\*Georgetown University, 3700 O St NW - Washington, DC –  
C. P. 20057 - EEUU

\*\*Universidad Nacional del Callao, Juan Pablo II 306 - Bellavista  
– C. P. 07011 - Perú

\*jtt74@georgetown.edu; \*\*maritza.huanchi.gutierrez@gmail.com

---

## Resumen

Durante los últimos años, el Perú atravesó recesiones debido a la dependencia externa estableciendo políticas fiscales para la reactivación económica. Sin embargo, la diversidad de impuestos y su escaso estudio no permitieron definir una política adecuada debido a la no consideración de heterogeneidad de sus efectos. Esta investigación estima el impacto de shocks del IGV y el IR considerando las limitaciones anteriores. Asimismo, a través del modelo de Equilibrio General Dinámico Estocástico (DSGE) Bayesiano se evidenció que un shock por IGV incrementa la economía en 2.2%, disminuye el empleo, aumenta el consumo en el periodo inicial y retrae la inversión. Por otra parte, un shock de IR impulsa la economía en 4.8%, retrae el consumo pero eleva el empleo casi proporcionalmente, e incrementa la inversión. Finalmente, se concluyó que una reforma tributaria de IR tiene efectos más satisfactorios, logrando una recaudación de 12.3% del PBI, en comparación del IGV (8.9%).

**Palabras Clave:** reactivación económica, política fiscal, impuestos, DSGE Bayesiano.

**Clasificación JEL:** E62, H22.

---

<sup>1</sup> Se agradecen los comentarios y sugerencias recibidos en las IV Jornadas de Econometría (Argentina) y en el XXXVI Encuentro de Economistas del Banco Central de Reserva del Perú. Asimismo, se agradecen los comentarios de Marco Ortiz, Horacio Aguirre y Yahaira Valdivia. Los puntos de vista de este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores.

# **A BAYESIAN DSGE MODEL FOR THE HETEROGENEITY IN TAX SHOCKS AS FISCAL POLICY IN THE ECONOMIC REACTIVATION OF PERU<sup>2</sup>**

Juan Tenorio\*; Maritza Huanchi\*\*

\*Georgetown University, 3700 O St NW - Washington, DC –  
C. P. 20057 - EEUU

\*\*Universidad Nacional del Callao, Juan Pablo II 306 - Bellavista  
– C. P. 07011 - Perú

\*jtt74@georgetown.edu; \*\*maritza.huanchi.gutierrez@gmail.com

---

## **Abstract**

During the last years, Peru went through recessions due to external dependence establishing fiscal policies for the economic reactivation. However, the diversity of taxes and their limited study did not allow to define an adequate policy due to the non-consideration of the heterogeneity of its effects. This research estimates the impact of General Sales Taxes (IGV for its acronym in Spanish) and Income Tax (IR for its acronym in Spanish) shocks considering the previous limitations. Likewise, through the Bayesian Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) model, it was evident that an IGV shock increases the economy by 2.2%, decreases employment, increases consumption in the initial period and reduces investment. On the other hand, an IR shock boosts the economy by 4.8%, retracts consumption but raises employment almost proportionally, and increases investment. Finally, it was concluded that a tax reform of IR has more satisfactory effects, achieving a collection of 12.3% of GDP, compared to the IGV (8.9%).

**Keywords:** economic reactivation, fiscal policy, taxes, Bayesian DSGE.

**JEL Classification:** E62, H22.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Durante los últimos años, el Gobierno peruano ha implementado medidas de reforma fiscal con el fin de reactivar la economía frente a la crisis económica que afectó la caída de los precios internacionales de materias primas. Asimismo, a través de las medidas implementadas, como la reducción del Impuesto General

---

<sup>2</sup> Document presented at the IV Conference on Econometrics (University of Buenos Aires, Argentina-2018) and the XXXVI Meeting of Economists of the Central Reserve Bank of Peru (BCRP, Peru 2018). The views of this document are the sole responsibility of the authors. Likewise, the comments and suggestions of Yahaira L. Valdivia, Ministry of Energy and Mines) and Horacio A. Aguirre - General Subdirectorate for Economic Research, Central Reserve Bank of Argentina (BCRA) are gratefully acknowledged.

a las Ventas (IGV) de 19% al 18%<sup>3</sup> y el aumento del Impuesto a la Renta (IR) de 27% a 30%<sup>4</sup>, se buscó mejorar la recaudación tributaria y reactivar la misma.

Al respecto, muchos *policy makers* han tomado importancia del diseño y evaluación del desempeño de las reglas fiscales, dándole relevancia al IR y al IGV, variables muy sensibles por el efecto de sus variaciones y debido a que representan, respectivamente, el 5.2% y 7.8%, de los ingresos del Gobierno Central<sup>5</sup> permitiendo que la tasa de crecimiento del PBI alcance el 2.5% en el 2017<sup>6</sup>. Sin embargo, a pesar de su importante participación y su contribución en la economía, la recaudación fiscal ha ido cayendo a lo largo de los últimos cinco años como porcentaje del PBI, con lo cual la presión tributaria alcanzó el 12.9% del mismo en el 2017, cifra menor al año anterior<sup>7</sup>, debido a múltiples factores como es el caso de una reforma que no amplió la base tributaria, así como el de factores externos: fenómeno de El Niño Costero y caída de los precios de los metales.

Si bien, una reducción de los impuestos puede reactivar la economía en el corto y largo plazo debido a la liquidez que se tiene para consumir e invertir, un aumento de los mismos puede impulsar el aumento en la tasa de interés y reducir la confianza de los consumidores e inversionistas (Romer y Romer, 2010). A su vez, a nivel internacional se muestra que una variación de los impuestos tiene un efecto contrario sobre la actividad económica (Romer y Romer, 2010; Cloyne, 2013, Mertens y Ravn, 2013). Para el caso peruano, se ha encontrado evidencia que el shock de impuestos tiene un efecto dinámico y estadísticamente significativo sobre el PBI real (Mendoza y Melgarejo, 2008; Rossini *et. al.*, 2012; Sánchez y Galindo, 2013).

Frente a la problemática antes descrita, este trabajo de investigación tiene por objetivo estimar el impacto de shocks de los impuestos como el IGV y el IR, considerando efectos heterogéneos independientes, con la finalidad de saber qué tipo de impuesto es el más conveniente para realizar una reforma tributaria en el corto plazo, la cual alcance los objetivos de política, y sobretodo afecte en menor proporción el bienestar de las familias.

Para ello, se ha empleado el modelo de Equilibrio General Dinámico Estocástico (DSGE, por sus siglas en inglés) Bayesiano

---

<sup>3</sup> La reducción de la tasa de IGV se dio a través de la Ley N° 29666, Ley que restituye la Tasa del Impuesto establecida por el artículo 17 del Texto Único Ordenado de la Ley del Impuesto General a las Ventas e Impuesto Selectivo al Consumo, 16 de febrero de 2011.

<sup>4</sup> El aumento de la tasa de IR se dio a través de la Ley N° 27895, Ley que modifica el Texto único Ordenado de la Ley del Impuesto a la Renta, 27 de diciembre del 2002.

<sup>5</sup> Según estadísticas del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) el Impuesto General a las Ventas y el Impuesto a la Renta son las principales fuentes de ingresos corrientes del Gobierno Central.

<sup>6</sup> Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el crecimiento de 2.5% del PBI en el 2017 se sustenta principalmente por la expansión del sector primario (3.06%). Cabe señalar que, no se logró llegar a la meta proyectada del crecimiento del PBI (2.8%), debido a que el factor político impactó negativamente en la dinámica de la actividad económica, complicando los componentes de la demanda interna (inversión, consumo y gasto).

<sup>7</sup> Es importante señalar que los ingresos tributarios disminuyeron en 0.6 puntos porcentuales respecto al 2016.

y se ha utilizado información de los últimos veinticuatro años de la economía peruana. Asimismo, los parámetros fueron estimados a través de la estadística Bayesiana, debido a que producen información relevante para el análisis-predicción y es mucho más factible que otro tipo de estimación (Smets y Wouters, 2007; Fernández-Villaverde, 2010; Benchimol y Fourcans, 2010; Piña, 2016).

Por otro lado, es la primera vez que se realiza un estudio que aplica el modelo de DSGE Bayesiano considerando los efectos heterogéneos de los impuestos con un equilibrio descentralizado. En base a ello, creemos necesario el desarrollo de la presente investigación por su grado de legitimidad y por su contribución a futuras investigaciones, la cual se encuentren relacionadas a temas de reactivación económica para economías con características similares a la peruana.

Esta investigación está compuesta por 5 secciones. En la segunda sección presentamos un desarrollo teórico sobre la construcción del modelo DSGE y la estimación de los parámetros a través del método Bayesiano. En la tercera, se muestran las estimaciones del modelo a emplear, para luego detallar y fundamentar los resultados de las estimaciones realizadas en la cuarta sección. Finalmente, en la quinta se desarrollan las conclusiones y recomendaciones de política que se desprenden de los resultados de la investigación.

## **2. MODELO**

Esta sección describe un modelo microfundamentado Nekeynesiano, en el cual interactúan cuatro agentes económicos: Familias, Firms, Gobierno y Autoridad Monetaria, los cuales presentan características propias de la economía peruana. Asimismo, se incorporó algunos aspectos teóricos los cuales son: rigideces de precios (*Calvo Pricing*)<sup>8</sup>, competencia monopolística, agentes heterogéneos, *Curva de Phillips* con indexación parcial<sup>9</sup> y una regla de política monetaria enfocada en la estabilidad macroeconómica con metas de inflación a corto plazo.

### **2.1. Familias**

#### **2.1.1. Ricardianas**

Los hogares representativos en esta economía tienen como objetivo maximizar su función de utilidad frente a una tasa impositiva, la cual grava sus decisiones de consumo, independientemente de cuánto se trabaje, el tamaño de la población se encuentra dado, por lo cual no se supone que exista crecimiento demográfico. Asimismo, se asume una “función de utilidad con aversión relativa al riesgo constante” (CRRA, por sus siglas en inglés), la cual se modela de la siguiente forma:

---

<sup>8</sup> El enfoque de “*Calvo Pricing*” o fijación de precios a la Calvo, define un esquema de fijación de precios impuesto (Calvo, 1983), en el cual existen empresas que pueden cambiar una fracción de sus precios con alguna probabilidad, durante un periodo de tiempo.

<sup>9</sup> Indexación parcial se define como aquella *Curva de Phillips*, la cual se encuentra condicionada a su primer pasado (suponiendo una inflación cero en el estado estacionario).

$$\text{Max}_{\{C_t, N_t, b_{t+1}\}_{t=0}^{\infty}} \sum_{t=0}^{\infty} \mathbb{E}_t \beta^t \left( \frac{1}{1-\sigma} (1 + \tau_t^C) C_t^{co} 1^{-\sigma} - 1 - \frac{1}{1+v} N_t^{1+v} \right) \quad (1)$$

Donde  $C_t^{co}$  es el consumo,  $\tau_t^C$  es la tasa impositiva al consumo y  $N_t$  representa las horas trabajadas, los parámetros  $\sigma$  y  $v$  se interpretan como el grado de aversión al riesgo en elasticidades intertemporales del consumo y del trabajo, respectivamente, además el parámetro  $\beta$  es un factor de descuento de impaciencia ( $0 < \beta < 1$ ).

Tomando en cuenta esta función y el comportamiento de las familias se puede representar la restricción presupuestaria como:

$$C_t^{co} + \frac{b_{t+1}}{P_t} - \frac{b_t}{P_t} \leq (1 - \tau_t^N) \frac{W_t}{P_t} N_t + \frac{\pi_t^k}{P_t} + \frac{\pi_t}{P_t} - T_t + i_{t-1} \frac{b_t}{P_t} \quad (2)$$

donde  $i_t$  es la tasa de interés nominal,  $\frac{W_t}{P_t}$  es el salario en términos reales,  $\tau_t^N$  es una tasa impositiva al ingreso proveniente del trabajo,  $\frac{\pi_t}{P_t}$  representa el beneficio real de las firmas productoras del bien final,  $\frac{\pi_t^k}{P_t}$  se refiere al beneficio real de las firmas productoras del bien de capital,  $b_t$  representa los bonos comprados al Gobierno,  $T_t$  son impuestos de suma fija y  $P_t$  son los precios agregados de los bienes, los cuales siguen un comportamiento “a lo Calvo” en un determinado periodo.

El proceso de maximización de la ecuación (1) está sujeta a la restricción presupuestaria representada por la ecuación (2) de manera que las condiciones de primer orden son:

$$\mathbb{E}_t \beta \frac{(1 + \tau_{t+1}^C)}{(1 + \tau_t)} \left( \frac{C_t^{co}}{C_{t+1}^{co}} \right)^\sigma \frac{P_t}{P_{t+1}} (i_t + 1) = 1 \quad (3)$$

$$\frac{(1 - \tau_t^N)(1 + \tau_t^C) W_t}{C_t^{co \sigma} P_t} = N_t^v \quad (4)$$

Por lo tanto, se pudo obtener en la ecuación (3) y (4), lo que se denomina en la literatura económica como la “Ecuación de Euler” y la “Oferta de Trabajo”, respectivamente. La primera ecuación se interpreta como una condición intertemporal, la cual implica que los agentes económicos pueden suavizar su consumo en todos los periodos de tiempo, este proceso se puede dar por cambios en las cantidades de consumo futuro y consumo presente.

### 2.1.2. No Ricardianas

La utilidad de los hogares de crédito restringido es dada por:

$$U(C_t^{nr}, N_t) \quad (5)$$

donde el superíndice significa consumidores de mano a boca. Suponemos que estos hogares no ahorran ni solicitan préstamo. Como resultado, su nivel de consumo está dado por la siguiente regla disponible:

$$P_t (1 + \tau_{t+1}^C) C_t^{nr} = (1 - \tau_t^N) W_t N_t - P_t T_t \quad (6)$$

## 2.2. Firmas

En esta economía existen dos tipos de firmas, aquellas que producen bienes intermedios, los cuales son adquiridos a un determinado precio por las productoras de bienes finales.

### 2.2.1. Producción de bienes finales

Se supone que los bienes finales se producen en un mercado perfectamente competitivo, la cual presenta una función de producción agregada del tipo CES<sup>10</sup>, como se muestra a continuación:

$$Y_t = \left( \int_0^1 Y_{jt}^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} d_j \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \quad (7)$$

La firma produce el bien final  $Y_t$ , tomando un bien intermedio  $Y_{jt}$ , para esto suponemos que las firmas productoras de bienes intermedios se distribuyen entre 0 y 1, por lo que su forma agregada es la unidad. Por tanto, define la función de beneficios  $\Pi_t^F$ , la cual es:

$$\text{Max} \prod_t: P_t Y_t - \int_0^1 P_{jt} Y_{jt} d_j \quad (8)$$

Dicha ecuación define a  $P_{jt}$ , como el precio de  $j$  bienes intermedios, la cual presenta una función de demanda agregada competitiva del bien intermedio  $j$  a través de la siguiente forma:

$$Y_{jt} = \left( \frac{P_{jt}}{P_t} \right)^{-\epsilon} Y_t^D \quad (9)$$

Además, la firma representativa del bien de capital debe resolver:

$$\text{Max} V(K_t) = Z_t K_t - P_t I_t + \mathbb{E}_t \left( \Lambda_{t,t+1} V(K_{t+1}) \right) \quad (10)$$

La cual se encuentra sujeta a la acumulación de capital con costos de ajuste cuadráticos a la inversión del capital futuro, es decir:

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + \left( \frac{I_t}{K_t} - \frac{x}{2} \left( \frac{I_t}{K_t} - \delta \right)^2 \right) K_t \quad (11)$$

donde  $I_t$  representa la inversión y  $x$  es un parámetro de ajuste constante.

### 2.2.2. Producción de bienes intermedios

Los bienes intermedios se producen tomando los factores de capital y trabajo, donde la función de producción se comporta a lo *Cobb Douglas*, con rendimientos constantes a escala, la cual es representado por:

$$Y_{jt} = A_t K_{jt}^\alpha N_{jt}^{1-\alpha} \quad (12)$$

Para la producción de  $j$  bienes, la firma minimiza sus costos mediante un proceso de optimización, el cual mantiene

<sup>10</sup> Elasticidad de Sustitución Constante (CES, por sus siglas en inglés).

condicionado el salario a una tasa impositiva de la forma:

$$\text{Min } (1 - \tau_t^N)W_t N_{jt} + Z_t K_{jt} \quad (13)$$

Como resultado de la minimización, los factores óptimos para la producción de bienes intermedios se representan como:

$$K_{jt}^* = \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{1-\alpha} \left(\frac{(1-\tau_t^N)W_t}{Z_t}\right)^{1-\alpha} \frac{Y_{jt}}{A_t} \quad (14)$$

$$N_{jt}^* = \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)^\alpha \left(\frac{Z_t}{(1-\tau_t^N)W_t}\right)^\alpha \frac{Y_{jt}}{A_t} \quad (15)$$

Asimismo, con la interrelación de los factores de producción podemos obtener el costo marginal de la firma, el cual se define:

$$\text{CMg} = \frac{\left((1-\tau_t^N)W_t\right)^{1-\alpha} Z_t^\alpha}{A_t} \text{cte} \quad (16)$$

Ya habiendo minimizado los costos de producción, la firma realizará un nuevo proceso de optimización, el cual contempla maximizar sus beneficios con un precio  $P_{jt}$ , sujeto a la demanda agregada  $Y_{jt}$ , ecuación (9), de las firmas productoras de bienes finales:

$$\text{Max}_{\{P_{jt}\}} \prod (P_{jt} - \text{CMg}) Y_{jt} \quad (17)$$

De tal forma, se obtiene el costo de cada factor, los cuales se definen como la demanda de salarios reales y la renta de capital en un mercado de competencia monopolística.

$$(1 - \tau_t^N) \left(\frac{W}{P}\right)_t = \left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}\right) (1 - \alpha) A_t K_{jt}^\alpha N_{jt}^{1-\alpha} \quad (18)$$

$$\left(\frac{Z}{P}\right)_t = \left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}\right) \alpha A_t K_{jt}^{\alpha-1} N_{jt}^{1-\alpha} \quad (19)$$

Adicional a ello, permitiremos que las firmas del sector intermedio puedan indexar su precio vía inflación por un número finito de periodos. Finalmente, el problema que resuelven dichas firmas será:

$$\text{Max} \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k \left( \Lambda_{t,t+k} \left( P_t^* Y_{jt+k|t} \Pi_{t-1}^k \pi_{t+l-1}^\xi - \psi_{jt+k|t} Y_{jt+k|t} \right) \right) \right\} \quad (20)$$

donde  $\psi_{jt+k|t}$  representa el costo marginal con rendimientos constantes a escala de la firma en el periodo  $t+k$ , condicionado a que la última vez que fijó precios fue en  $t$ ,  $\Lambda_{t,t+k}$ , la cual es el factor estocástico de descuento y  $\xi$  es un parámetro que  $\in [0,1]$  y refleja el grado de indexación parcial (Gali & Monacelli, 2005). Por lo tanto, la dinámica de la evolución del nivel de precios se encuentra acorde a la ecuación (21):

$$P_t = \left( \theta \left( P_{t-1} \pi_{t-1}^\xi \right)^{1-\varepsilon} + (1-\theta) P_t^{*(1-\varepsilon)} \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad (21)$$

### 2.3. Gobierno



El gobierno mantiene un presupuesto equilibrado, en el cual se impone un impuesto a la renta del trabajo y un impuesto al consumo para las familias. Se supone que los gastos fiscales son financiados mediante impuestos y compra-venta de bonos.

$$g_t + i_{t-1}b_t = \tau_t + b_{t+1} - b_t \quad (22)$$

#### 2.4. Precio fijo (*Sticky prices*)

Esta investigación presenta un comportamiento de los precios, la cual, siguiendo a Calvo (1983), supone que cada empresa en competencia monopolística no logra establecer precios óptimos que maximice sus beneficios, por lo que habrá una porción  $\theta$  de firmas que no podrán fijar un precio y una porción  $(1 - \theta)$  de éstas, pudiendo no resetearlo. Dicho aquello, la ecuación tomará la siguiente forma:

$$\pi_t^{1-\epsilon} = \theta \pi_{t-1}^{\xi(1-\epsilon)} + (1 - \theta) \left( \frac{P_t^*}{P_{t-1}} \right)^{1-\epsilon} \quad (23)$$

Finalmente, luego de realizar algunos cálculos, se pudo obtener la *Curva de Phillips Neokeynesiana* (NKPC, por sus siglas en inglés), considerando empresas homogéneas y un componente de indexación parcial a la inflación pasada (Gali & Monacelli, 2005); log-linealizando resultó:

$$\hat{\pi}_t = \frac{(1 - \theta)(1 - \theta\beta)}{(1 - \xi\beta)\theta} \hat{\psi}_t^r + \left( \frac{\xi}{1 - \xi\beta} \right) \hat{\pi}_{t-1} + \left( \frac{\beta}{1 - \xi\beta} \right) \mathbb{E}_t(\hat{\pi}_{t+1}) \quad (24)$$

donde  $\hat{\pi}_t$  es una diferencia de precios y  $\mathbb{E}_t(\hat{\pi}_{t+1})$  son las expectativas de inflación. De tal manera que, éste es el IPC de la economía, o la ponderación relativa de precios.

#### 2.5. Autoridad Monetaria

Basado en la regla de Taylor (1993)<sup>11</sup>, la política de la autoridad monetaria se basa en la fijación de la tasa de interés, como principal instrumento para minimizar las distorsiones inflacionarias, manteniendo una inflación baja y estable con respecto al rango meta, el cual es 1% a 3% con grado de tolerancia que  $\in [\pm 1\%]$  para la economía peruana. Siguiendo a Batini y Haldane (1999), el cual incorpora reglas basadas en predicciones de la inflación, y a Clarida, Gali y Gertler (2000), se tiene una regla de política monetaria con carácter *forward looking* de la siguiente forma log-linealizada:

$$\hat{i}_t = \varpi \hat{i}_{t-1} + (1 - \varpi) \{ \phi_\pi \mathbb{E}(\hat{\pi}_{t+1}) - \bar{\pi} \} + \phi_y \hat{y}_t \quad (25)$$

donde  $\hat{i}_t$  es la tasa de interés nominal en el periodo  $t$ , que depende de la tasa de interés nominal en el periodo  $t - 1$ , la inflación esperada (considerando una inflación en estado estacionario igual a cero), y a  $\hat{y}_t$  como la brecha del producto.

<sup>11</sup> Esta regla consiste en una formulación *backward-locking* con retroalimentación de valores contemporáneos para una economía cerrada, introducida por J.B. Taylor (1993).

### 3. ESTIMACIÓN DEL MODELO

#### 3.1. Metodología empírica

El modelo estimado utiliza el Enfoque Bayesiano<sup>12</sup>, la cual es un sistema basado en la metodología que ajusta el modelo DSGE a un vector de series de tiempo. Asimismo, la estimación se basa en la función de verosimilitud, la cual es generada por la solución de una versión de un modelo Log-Lineal.

Las distribuciones se utilizan para incorporar información adicional en la estimación de los parámetros. La ecuación (26) representa un sistema de expectativa racional lineal de la demanda agregada, oferta agregada e inflación, la cual se encuentra descrita de la siguiente manera:

$$\Omega_0(\vartheta)z_t = \Omega_1(\vartheta)z_{t-1} + \Omega_2(\vartheta)\varepsilon_t + \Omega_3(\vartheta)\xi_t \quad (26)$$

en donde existe un vector que contiene las variables del modelo expresado en forma log-lineal de los valores en estado estacionario:

$$z_t = \{\hat{c}_t, \hat{y}_t, \hat{n}_t, \hat{k}_t, \hat{a}_t, \hat{l}_t, \left(\frac{w}{p}\right)_t, \left(\frac{z}{p}\right)_t, \hat{r}_t, \hat{Q}_t, \hat{g}_t, \hat{y}_{ob_t}, \hat{r}_{ob_t}, \hat{c}_{ob_t}, \hat{l}_{ob_t}, \hat{\pi}_{ob_t}, \widehat{cmg}_t, \hat{\pi}_t, \hat{\tau}_t^c, \hat{\tau}_t^n\} \quad (27)$$

Continuando con la ecuación (26), ésta contiene un vector con innovaciones de ruido blanco los cuales corresponden a los choques estructurales del modelo, con errores de predicción de expectativas racionales que son:

$$\varepsilon_t = \{\varepsilon_{g,t}, \varepsilon_{a,t}, \varepsilon_{y,t}, \varepsilon_{ps,t}, \varepsilon_{r,t}, \varepsilon_{as,t}, \varepsilon_{\tau_t^c,t}, \varepsilon_{\tau_t^n,t}\} \quad (28)$$

Finalmente,  $\Omega_i$  está relacionado a las matrices de funciones no lineales de los parámetros estructurales contenidos en un vector  $\vartheta$ . La siguiente ecuación expresa la solución del sistema.

$$z_t = \Omega_z(\vartheta)z_{t-1} + \Omega_\varepsilon(\vartheta)\varepsilon_t \quad (29)$$

donde  $\Omega_z$  y  $\Omega_\varepsilon$  son funciones de los parámetros estructurales.

De igual manera,  $y_t$  representa un vector de variables observables, la cual se representa a través de la siguiente ecuación de medición:

$$y_t = Hz_t \quad (30)$$

Donde H es una matriz que toma elementos desde  $z_t$ . En este caso, se asume que el vector de variables observables está dado por  $y_t = \{\hat{y}_{ob_t}, \hat{r}_{ob_t}, \hat{c}_{ob_t}, \hat{l}_{ob_t}, \hat{\pi}_{ob_t}\}$ , mientras que las otras corresponderían a variables no observables.

Las ecuaciones (29) y (30) representan la forma – espacio de  $y_t$ . En este caso se asume que las innovaciones de ruido blanco están

<sup>12</sup> Para más información revisar el trabajo de investigación de DeJong, Ingram, y Whiteman (2000); y la de Lubik y Schorfheide (2005). Por otra parte, Fernández-Villaverde y Rubio-Ramírez (2004) y Lubik y Schorfheide (2005) discuten sobre las ventajas del enfoque para la estimación del modelo DSGE.

normalmente distribuidas, por lo que se puede calcular la función de verosimilitud condicional para los parámetros estructurales haciendo uso del filtro de *Kalman*,  $L(\vartheta|y^T)$ , donde  $y^T = \{y_1, \dots, y_T\}$  y  $p(\vartheta)$ . Con respecto a la data a utilizar, se puede poner en la variable observable  $y^T$ , con la finalidad de actualizar los *priors* a través de la función de verosimilitud. Con respecto a la densidad posterior conjunta de los parámetros, éste se calcula a través del teorema de *Bayes*.

$$p(\vartheta|y^T) = \frac{L(\vartheta|y^T)p(\vartheta)}{\int L(\vartheta|y^T)p(\vartheta) d\vartheta} \quad (31)$$

Según Lubik y Shorfheide (2005), el enfoque Bayesiano tiene la ventaja de que puede hacer frente a la falta de especificación del modelo e identificación de los parámetros de interés. Es decir, si la función de probabilidad de un modelo que no está bien especificado, logra alcanzar un valor máximo que concuerda con la información *prior* de cualquier parámetro dado, entonces la probabilidad posterior será baja. Con respecto a la densidad del *prior*, este permite ponderar información sobre diferentes parámetros según su confiabilidad. Por otra parte, la falta de identificación puede conducir a una función de verosimilitud, la cual es plana para algunos valores de los parámetros. En caso de una única función de verosimilitud, es posible que no se identifique algunos parámetros de interés, para esto un adecuado *prior* puede introducir curvaturas en la función objetivo y lograr una distribución *posterior*, haciendo posible identificar el valor de los parámetros los cuales pueden ser diferentes.

A continuación se muestra el vector del parámetro a ser estimado  $\vartheta = (\nu, \sigma, \alpha, \theta, \varpi, \xi, \phi_\pi, \phi_y, \rho_a, \rho_g, \rho_{\tau_c}, \rho_{\tau_n}, \sigma_a, \sigma_g, \sigma_y, \sigma_r, \sigma_{ys}, \sigma_{as})$ . En todos los demás casos los parámetros son escogidos a fin de coincidir con el estado estacionario del modelo con algunos datos de la tendencia a largo plazo de la economía peruana.

### 3.2. Base de datos y hechos estilizados

Para la estimación del modelo, se analizaron las características más resaltantes de la política fiscal durante los años 1994 – 2017 (trimestral). Asimismo, se han escogido  $\widehat{y}_{ob_t}, \widehat{r}_{ob_t}, \widehat{c}_{ob_t}, \widehat{I}_{ob_t}, \widehat{\pi}_{ob_t}$  como variables observables, las cuales fueron proporcionadas por el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). Dichas variables son: Producto Bruto Interno (PBI), tasa de política monetaria, consumo privado y público, formación bruta de capital e índice de precios al consumidor, cada una medida en variaciones porcentuales. Del mismo modo, para el mismo periodo de la presente investigación se ha revisado el marco legal de las tasas de Impuesto a la Renta (IR) y del Impuesto General a las Ventas (IGV), así como las estadísticas proporcionadas por la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT).

Según Mendoza y Melgarejo (2008)<sup>13</sup>, nuestro análisis se inicia en

<sup>13</sup> Los autores mencionan que existen 3 periodos ubicados entre 1980 y 2006. El primer periodo (1980 – 1989) se caracterizó por déficit fiscal creciente y elevación del coeficiente de deuda pública sobre el PBI. En el segundo, de 1990 hasta 1993, disminuyó el déficit

el periodo caracterizado por tener una tendencia decreciente de déficit fiscal en un contexto donde existía estabilidad macroeconómica, extendiéndose hasta el 2013, época donde se vio una reducción de deuda pública. Asimismo, a partir del 2014 se dio un periodo de déficits la cual se buscaba estimular la economía durante un periodo de caída de precios internacionales.

En base a ello, en el Gobierno se diseñaron reglas fiscales que buscaban limitar el endeudamiento público, una de estas políticas se dio a través de la Ley de Responsabilidad y Transparencia Fiscal (LRTF)<sup>14</sup>, permitiendo así reducir la deuda pública de casi 50% del PBI, y logrando registrar superávit fiscal. Pando y Falen (2017) mencionan que las reglas macro fiscales dadas a través de la mencionada Ley, explican la mayor estabilidad fiscal y menor volatilidad macroeconómica de los últimos años. En otras palabras, es la combinación de un límite en déficit fiscal y un límite al crecimiento real del gasto público.

En el gráfico (1) se puede observar que el dinamismo de la política fiscal tuvo resultados positivos hasta el 2007, logrando disminuir el endeudamiento público, a pesar de la continua crisis política y las exoneraciones tributarias<sup>15</sup>. Sin embargo, a partir del 2008, la economía se vio perjudicada por la crisis económica, afectando los precios de las materias primas. En base a ello, en el Perú se diseñaron e implementaron programas de estímulo económico, con la finalidad de aumentar el gasto público y así incentivar la demanda y reactivar la economía. Durante los años 2007 y 2008, el Gobierno peruano ahorró dinero y lo usó en el programa de expansión fiscal de 2010 para enfrentar la crisis. Lo mismo sucedió para los años 2011 y 2012<sup>16</sup>. Sin embargo, desde el 2003 a pesar de las diversas medidas fiscales por reactivar la economía, éste se ha encontrado en déficit fiscal haciéndose más creciente en los años posteriores, alcanzando cifras de 3.2% del PBI en el 2017, 0.6 puntos porcentuales más que en el 2016, debido a los mayores gastos no financieros y menores ingresos del Gobierno<sup>17</sup>.

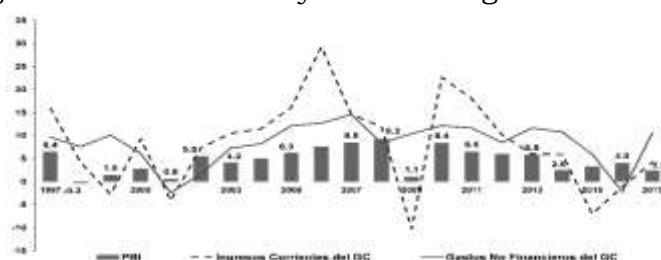


Gráfico 1: PBI, Ingresos Corrientes y Gastos No Financieros del Gobierno Central (Var %), 1997 - 2017

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). Elaboración propia.

fiscal y el coeficiente de deuda pública. El tercer periodo corresponde entre los años 1994 y 2006, la cual es parte del periodo de análisis.

<sup>14</sup> Aprobado a fines de 1999 por la Ley N° 27245, Ley de Responsabilidad y Transparencia Fiscal (LRTF), la cual permitió reducir exitosamente los niveles de endeudamiento público.

<sup>15</sup> Entre ellas se tiene la Ley N° 26283 de 1994 que exonera los tributos y se aprueba normas sobre fusiones y escisiones de empresas. Asimismo, se aprueba la Ley de Amnistía Tributaria de 2000 que favorece a las empresas morosas.

<sup>16</sup> Como porcentaje del PBI, la deuda pública pasó de 47.1% en el 2003 a 21% en 2011, cifra baja en comparación de los países más perjudicados de la zona europea y Estados Unidos.

<sup>17</sup> Basado en las estadísticas del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) 2017.

Asimismo, el diseño y evaluación de desempeño de las reglas fiscales ha tomado importancia, especialmente en el de los IR e IGV, debido a su importante participación en los ingresos de la economía peruana.

En el caso del IGV, éste ha presentado variaciones desde 1981<sup>18</sup>, época en donde la tasa era 16%. A principios de 1992, tasa de IGV alcanzó el 18% cobrando vigencia hasta el 2003<sup>19</sup>. Desde 1994 hasta el 2003, los ingresos recaudados por IGV representaron en promedio el 6.64% del PBI, logrando que las participaciones de los ingresos tributarios fueran, en promedio, el 13.62% del PBI. Una de las medidas que realizó la SUNAT fue el perfeccionamiento del análisis de los datos con la finalidad de seguir las tendencias de recaudación, así como mejorar las operaciones de auditoría. Por otra parte, se reorganizó el sistema de comprobantes de pago, esto hizo que en 1994 el IGV representara el 44% de la recaudación total<sup>20</sup>, a pesar de esa medida, aún existía déficit fiscal. Para julio del 2003 hasta finales del 2011, la tasa del IGV aumentó en un punto porcentual (de 18% a 19%<sup>21</sup>), permitiendo que durante ese periodo, dicho impuesto y los ingresos tributarios representen, en promedio, el 7.85% y 15.9% del PBI, respectivamente. Durante principios del 2012 hasta finales del 2017 se restituye la tasa del IGV a 18%<sup>22</sup>, esto originó que en promedio el IGV represente el 8.43% del PBI, cabe acotar que desde el 2014, su representación disminuyó, llegando a 7.8% en el 2017. Asimismo, los ingresos tributarios también disminuyeron a 12.94%.

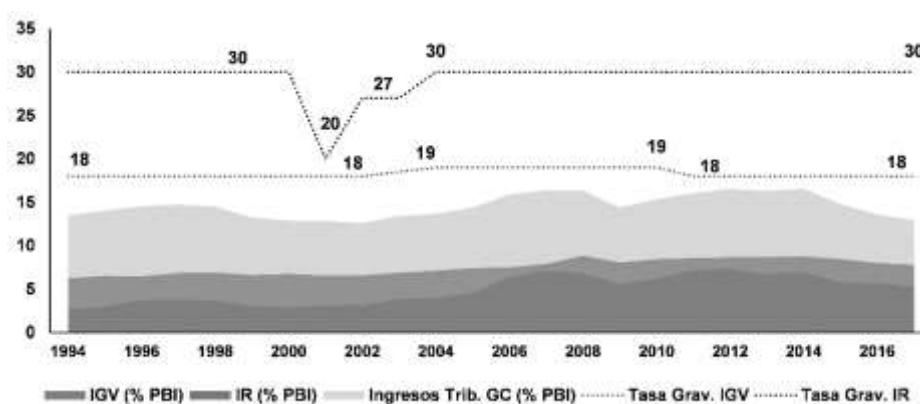


Gráfico 2: Evolución de la tasa e ingresos de IGV / IR, e Ingresos tributarios del GC (% PBI), 1994 -2017

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). Elaboración propia.

Con respecto al segundo tipo de impuesto analizado, se ha tomado

<sup>18</sup> Ley de Impuesto General a las Ventas, aprobado con Decreto Legislativo N° 190 de 1981.

<sup>19</sup> El 29 de febrero del 1992, se aprueba el Decreto Supremo de Emergencia N°09-PCM-92.

<sup>20</sup> Extraído del Informe General realizado. Análisis de la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria SUNAT a lo largo de los años noventa.

<http://www4.congreso.gob.pe/comisiones/2002/CIDEF/oscuga/InformeSunat.pdf>

<sup>21</sup> Aprobado con Ley N° 28033, Ley que modifica la Ley del Impuesto General a las Ventas e Impuesto Selectivo al Consumo. Dicha Ley entró en vigencia el 19 de julio del 2003 hasta el 12 de diciembre del 2004.

<sup>22</sup> Aprobado con Ley N° 29666 - Ley que restituye la Tasa del Impuesto establecida por el artículo 17 del Texto Único Ordenado de la Ley del Impuesto General a las Ventas e Impuesto Selectivo al Consumo. Dicha Ley entró en vigencia el 20 de febrero del 2011 hasta el 31 de diciembre del 2017.

en cuenta los IR de 5ta categoría. Asimismo, desde 1993<sup>23</sup>, se introducen algunas modificaciones a la estructura del IR, especialmente en lo relativo a la imposición de las personas jurídicas y la reducción de la escala progresiva acumulativa para las personas naturales (Pedraza y Ramos, 2009). Sin embargo, con el Decreto Legislativo N° 774<sup>24</sup>, se modifica la estructura de la tasa aplicable a la suma total de las rentas de las personas naturales, ya que a partir de ese año se aplicó una tasa proporcional del 15% y un sobreimpuesto por el exceso de las 54 UIT equivalente al 30% sobre el exceso. En términos de porcentaje para ese año, el IR alcanzó el 2.65% del PBI.

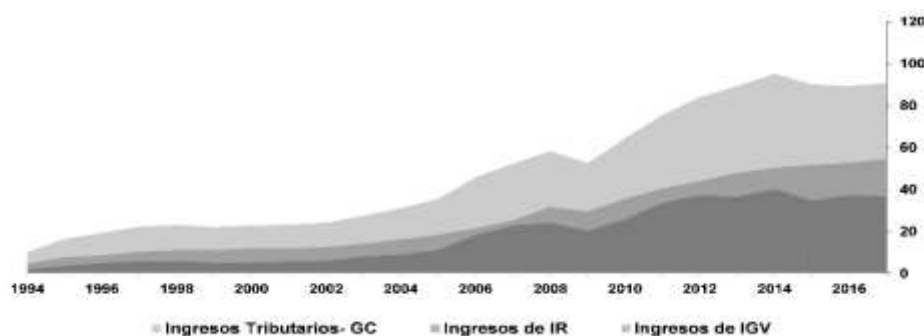


Gráfico 3: Evolución de Ingresos Tributarios del GC e ingresos de IGV e IR (Miles de MM S/), 1994 -2017

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). Elaboración propia.

Por otra parte, en el 2001 se dio la reducción del IR, en donde alcanzó una tasa de 20%, logrando que dicho impuesto aumente en 0.23 puntos porcentuales. Sin embargo, esta política de reducción de IR no duró mucho tiempo, al año siguiente la tasa aumentó 7 puntos – de 20% a 27%. Con esta medida, el gobierno tuvo resultados positivos con respecto a la participación de los ingresos tributarios, es decir, que llegó a representar 13.4% del PBI. Finalmente, a partir 2004, año en donde alcanza una tasa de 30%, el IR no ha sufrido variaciones, a su vez su participación con respecto al PBI ha ido en aumento<sup>25</sup>, sin embargo, el crecimiento del PBI no fue lo esperado. Esto se puede evidenciar en la siguiente tabla, en donde se muestra la evolución del PBI, ingresos tributarios, IR e IGV de los últimos siete años.

<b>Año</b>	<b>PBI</b>	<b>Ingresos Tributarios</b>	<b>Impuesto a la Renta (IR)</b>	<b>Impuesto General a las Ventas (IGV)</b>
2011	6.51	17.19	30.33	13.75
2012	5.96	11.30	10.85	8.95
2013	5.81	6.24	-2.05	8.58
2014	2.48	6.70	9.98	5.30
2015	3.27	-5.39	-13.48	2.61

<sup>23</sup> Nuestro periodo de análisis corresponde desde la publicación del Decreto Ley N° 25751, del año 1993.

<sup>24</sup> El Decreto Legislativo 774 permite deducir como gasto en el caso de rentas de cuarta categoría únicamente el 20%, hasta un límite del 24 UIT. Asimismo, de la suma de las rentas de quinta y cuarta categoría establecía un tramo equivalente a 7 UIT.

<sup>25</sup> Desde el 2004 hasta el 2007, la participación del IR con respecto al PBI ha sido de 6.15% en promedio.

2016	4.05	-0.90	7.10	1.98
2017	2.46	1.50	-1.23	3.70

Tabla 1: Evolución del PBI, Ingresos tributarios, IR e IGV (Var %), 2011-2017

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). Elaboración propia.

### 3.3. Distribución Prior

Este modelo es calibrado utilizando los datos del Perú, desde los años 1994 al 2017 con una frecuencia temporal trimestral. La elección del valor de los parámetros se realizó considerando las investigaciones de Castillo, Montoro y Tuesta (2009), Cordova y Rojas (2010), y las características de cada parámetro en cuestión.

Para estimar la persistencia de los choques y la desviación, se han elegido distribuciones beta y gamma inversa respectivamente. La calibración inicial del modelo se detalla en la siguiente tabla:

Parámetros	Prior		
	Media	Distribución	Desv. Est.
$\sigma$	2	Gamma	0.1
$\alpha$	1/3	Beta	0.1
$\theta$	0.62	Beta	0.05
$\varpi$	0.75	Beta	0.1
$\xi$	0.45	Beta	0.05
$\phi_{\pi}$	1.5	Gamma	1.2
$\phi_y$	0.1	Gamma	0.1
$\rho_a$	0.5	Beta	0.1
$\rho_g$	0.5	Beta	0.1
$\rho_{\tau_t^c}$	0.91	Beta	0.1
$\rho_{\tau_t^n}$	0.92	Beta	0.15
$\sigma_a$	1	Inv. Gamma	0.5
$\sigma_g$	0.99	Inv. Gamma	0.5
$\sigma_y$	1	Inv. Gamma	0.3
$\sigma_r$	0.95	Inv. Gamma	0.5
$\sigma_{ys}$	1	Inv. Gamma	0.5
$\sigma_{as}$	1	Inv. Gamma	0.5
$\sigma_{\tau_t^c}$	1	Inv. Gamma	0.5
$\sigma_{\tau_t^n}$	1	Inv. Gamma	0.5

Tabla 2: Calibración Inicial de los Parámetros del Modelo

Fuente: Elaboración Propia, Castillo, Montoro y Tuesta (2009), Córdoba y Rojas (2010).

Los valores de estos parámetros son tomados como *priors* del modelo, el cual se estimará mediante el enfoque bayesiano, que permite a partir de una distribución inicial, retroalimentarse con la información de los datos observados, para finalmente obtener un *posterior*, y de esta manera validar la calibración inicial con el set de información.

#### 4. RESULTADOS

Una vez especificado los *priors* del modelo, se calculó la *media posterior* para luego construir la distribución *posterior*, basada en el algoritmo del *Metropolis-Hastings*.

En la tabla (3) se presenta la *media posterior* de cada parámetro, su desviación estándar y sus intervalos en un 95% de confianza. Con respecto al modelo estimado podemos observar que encontramos una buena especificación al comportamiento de los datos de la economía peruana.

La elasticidad de sustitución de bienes en el consumo  $\sigma$ , es 2.0173, muy similar a la inicial, indica que la tasa de crecimiento del consumo es sensible ante un valor por encima de un punto ante cambios en la tasa de interés real; de igual forma el parámetro de participación en la producción  $\alpha$ , es 0.4588, por lo que un aumento del 1% en cantidad de capital habría provocado un incremento en promedio del capital del 0.46% en el volumen del producto.

Con respecto al parámetro de Calvo  $\theta$ , que indica rigidez en los precios es 0.6228, implicaría que una empresa mantiene sus precios fijos cada 2.1 trimestres en promedio<sup>26</sup>, permitiendo la existencia a la no neutralidad monetaria para el Perú. Por lo tanto, el uso de la política monetaria en el corto plazo es efectiva.

Para los parámetros de la regla de política monetaria  $\varpi$ ,  $\phi_\pi$ ,  $\phi_y$ , se encontró los valores 0.813, 1.1335 y 0.1049 respectivamente. El coeficiente de la inflación es mayor a uno, pero menor al *prior* sugerido, debido también al grado de indexación ( $\xi$ , 0.461) en el aumento de los precios del periodo anterior, esto indicaría que cuando la inflación supera su rango meta, el banco central reacciona aumentando su tasa de interés por encima de las expectativas de inflación y de igual manera sucede con la brecha del producto, asumiendo que existe un grado mayor de sensibilidad a la tasa de interés.

Parámetros	Media		Distrib. Prior	Desv. Est. Posterior	Intervalo Confianza (95%)	
	Prior	Posterior			Lím. Inferior	Lím. Superior
$\sigma$	2.00	2.0173	Gamma	0.1	1.9114	2.2677
$\alpha$	0.40	0.4588	Beta	0.1	0.4374	0.4828
$\theta$	0.62	0.6228	Beta	0.05	0.5610	0.7175
$\varpi$	0.71	0.8136	Beta	0.1	0.7334	0.9219
$\xi$	0.45	0.4612	Beta	0.05	0.3802	0.5435
$\phi_\pi$	1.50	1.1335	Gamma	1.2	0.0034	0.2065
$\phi_y$	0.10	0.1049	Gamma	0.1	0.0000	0.0117

<sup>26</sup> El cálculo de la frecuencia de ajuste se realizó utilizando el promedio de la distribución *posterior* del parámetro.

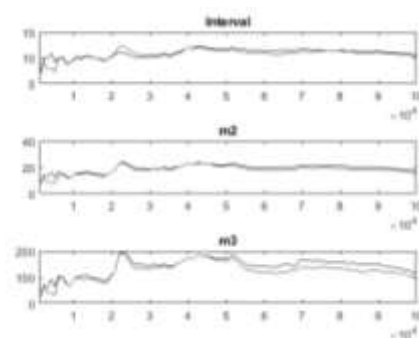


$\rho_a$	0.95	0.9955	Beta	0.1	0.9821	1.0000
$\rho_g$	0.95	0.9989	Beta	0.1	0.9970	1.0000
$\rho_{\tau_t^c}$	0.91	0.8867	Beta	0.1	0.8426	1.0000
$\rho_{\tau_t^n}$	0.92	0.9368	Beta	0.15	0.8975	0.9799
$\sigma_a$	1.00	3.7069	Inv. Gamma	0.5	3.2430	4.2263
$\sigma_g$	0.99	0.7396	Inv. Gamma	0.5	0.6004	0.9001
$\sigma_y$	1.00	2.8667	Inv. Gamma	0.3	2.5627	3.2816
$\sigma_r$	0.95	0.6023	Inv. Gamma	0.5	0.5348	0.6751
$\sigma_{ys}$	1.00	1.0721	Inv. Gamma	0.5	0.4450	1.8826
$\sigma_{as}$	1.00	2.0599	Inv. Gamma	0.5	1.7386	2.4007
$\sigma_{\tau_t^c}$	1.00	0.9750	Inv. Gamma	0.5	0.4664	1.5679
$\sigma_{\tau_t^n}$	2.00	1.9441	Inv. Gamma	0.5	1.2941	2.4823

Tabla 3: Medias, Prior y Posterior de Estimación Bayesiana

Fuente: Elaboración Propia.

En relación con el diagnóstico del Método de *Monte Carlo* y Cadenas de *Markov* como parte de la validez de la estimación en los parámetros<sup>27</sup>, se logra evidenciar en el gráfico (4) que no existen brechas significativas en los estados hacia el final del número de simulaciones, en la que el promedio (*Interval*) y varianza (m2) va adquiriendo un valor cada vez más estable lo que validaría la estabilidad y convergencia de los parámetros.

Gráfico 4: Diagnóstico *Markov Chain Monte Carlo*<sup>28</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

<sup>27</sup> Es necesario acotar que dicha validación, la cual depende de la convergencia de todas las cadenas, debe ser asintóticamente estacionaria y los resultados repetibles en todas las iteraciones, por lo que las cadenas no pueden ser muy distintas entre sí.

<sup>28</sup> Estos gráficos se interpretan como: *Interval*, m2 y m3, son estadísticos asociados a la media, varianza y un tercer momento de los parámetros.

#### 4.1. Efectos de un choque en Impuesto General a las Ventas (IGV)

En esta sección podemos ver que una reforma tributaria de un aumento en el impuesto al consumo de 1% ( $\Delta^+ \tau^c$ ) afecta positivamente la demanda de bienes ( $\Delta^+ C$ ), debido a que las personas reaccionan previendo una reforma fiscal mayor en el tiempo, por lo que deciden incrementar su consumo presente. Esto se puede sustentar obteniendo el grado de impaciencia, producto del parámetro de la tasa estocástica de descuento.

Asimismo, este mayor consumo tiene un efecto casi proporcional en el empleo ( $\Delta^+ C > \Delta^+ N$ ), ya que las personas buscan trabajar más para cubrir sus necesidades de consumo, sacrificando mejores oportunidades laborales que llevan a reducir el salario, originando un mayor número de subempleos formales o empleos con menores beneficios ( $\Delta^- W$ ), a esto último se le denomina “efecto sustitución del consumo”.

La reacción de la política monetaria ante el incremento de los precios ( $\Delta^+ P$ ) es elevar la tasa de interés a un punto mayor a las expectativas de inflación, lo cual permite obtener dos efectos: i) no permite que la inflación logre desviarse de su rango meta establecido por el banco central, el cual es 1% a 3% con grado de tolerancia  $\in [\pm 1\%]$ ; ii) ante la regulación de los precios, las personas no pierden incentivos al consumo, incrementando de forma positiva la recaudación del gobierno en 8.9% con respecto a lo alcanzado en la participación del IGV (8.75% del PBI), logrando que los ingresos tributarios superen levemente el 16.57% máximo obtenido en el 2014.

De esta manera, también el impulso inicial se reflejaría en mejores expectativas de capital ( $\Delta^+ k$ ), *a priori* una mayor participación en el trabajo, incentivando a la economía reemplazando excedente tributario en capital futuro, y como consecuencia, una mayor capacidad de inversión ( $\Delta^+ I$ ) debido a las mejoras en renta de capital ( $\Delta^+ z$ ).

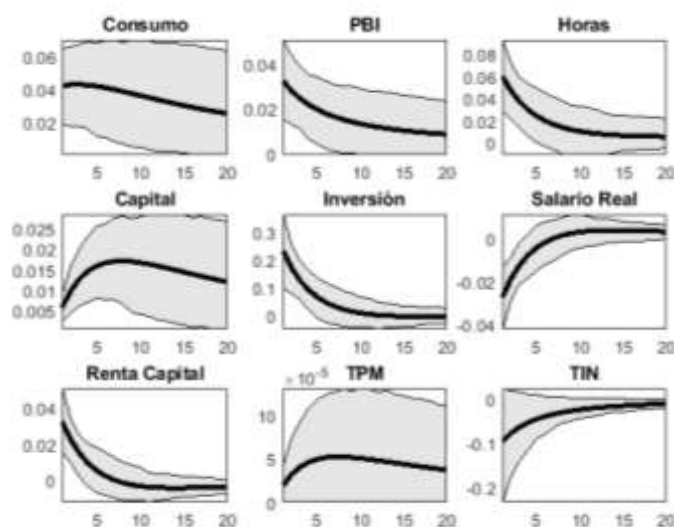


Gráfico 5: Respuesta de Variables Macroeconómicas por Choque de IGV

Fuente: Elaboración Propia.



Gráfico 6: Descomposición de Varianza Condicional por Shock de IGV

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto, el efecto del choque impositivo al consumo como se observa en la tabla (4) lograría finalmente un impacto positivo en la tasa de crecimiento del producto en 2.2% parcialmente significativo. Con respecto a ello, Easterly y Rebelo (1993), Padovano y Galli (2001) y Kofi Ocran (2011) mencionan que este efecto a mediano plazo lleva a la economía a un punto por encima de su estado estacionario, que también se pudo comprobar, esto a su vez crea un entorno más favorable después de las repercusiones de las crisis económicas de los últimos años<sup>29</sup>, en donde se logró una tasa de crecimiento de 1.08% y un descenso de 9.76% de recaudación fiscal para el 2009, lo cual se dieron durante el segundo gobierno de Alan García, en donde las políticas de reformas tributarias no obtuvieron los resultados esperados. Para el economista peruano Waldo Mendoza (2014)<sup>30</sup>, si el Ministerio de Economía y Finanzas hubiera activado una política macroeconómica expansiva durante esos años, entonces se hubieran obtenido mayores tasas de crecimiento. Asimismo, señala que en contexto de crisis económica, el bajar la tasa de IGV es popular, pero innecesaria y nociva, debido a que el IGV es la principal fuente de recaudación tributaria y quitarle un punto significaría quitarle presupuesto para la inversión, por ejemplo, en educación

#### 4.2. Efectos de un choque en Impuesto a la Renta (IR)

Para este caso, un efecto de una reforma tributaria de un aumento en el IR de 1% ( $\Delta^+ \tau^n$ ) afecta principalmente a la demanda de bienes, destinando una cantidad menor al consumo ( $\Delta^- C$ ), la cual originará una reacción por parte de las familias optando por buscar trabajos que en primera instancia no ofrezcan salarios adecuados ni beneficios laborales (subempleos), otros optarán por ir al mercado informal con el único objetivo de cubrir sus necesidades de consumo. Este desequilibrio del mercado laboral hará reducir el salario en términos reales ( $\Delta^- W/P$ ), provocando

<sup>29</sup> La crisis internacional de 2008 al 2009 ocasionó que los precios de los minerales cayeran en casi el 50% entre la mitad del 2008 y los primeros meses de 2009, originando una política fiscal y monetaria expansiva, transitoria. Asimismo, durante el 2011, el descenso del precio de los minerales fue menor.

<sup>30</sup> Se tomó como referencia el artículo periodístico de Waldo Mendoza, "No toquen el IGV" (2014). Diario Gestión. <https://gestion.pe/opinion/toquen-igv-80116>.

una disminución parcial de los costos marginales propios de la producción ( $\Delta^- Cmg$ ).

Esta disminución progresiva del consumo empuja a una reducción de precios del mercado ( $\Delta^- P$ ) para así reducir el exceso de oferta. Esto lleva a activar la política monetaria que ante un escenario de reducción excesiva de precio, reduce la tasa de interés a un punto mayor a las expectativas de inflacionarias, logrando tener dos efectos: i) no permite que la inflación se desvíe de su rango meta mínimo establecido por el banco central, el cual es 1% con grado de tolerancia  $\in [\pm 1\%]$ ; ii) ante la regulación de los precios, las personas mantienen los mismos incentivos al consumo, los cuales logran cubrir con mayor trabajo.

Puesto que el costo del crédito se reducirá debido al accionar del banco central, el consumo y la demanda se incrementarán, lo cual favorece directamente a una mayor recaudación fiscal de 2.1% en promedio y una variación anual máxima de 12.3% superando el 1.86% y el 10.85% obtenido por ingresos de IR durante los años 2012-2017, respectivamente<sup>31</sup>. Esta holgura fiscal podría ser redistribuida en amortizar deuda e impulsar gasto, esta última puede verse reflejado en un incremento a la inversión pública ( $\Delta^+ Ipu$ ), programas o proyectos sociales que mejoren el nivel de empleabilidad perdido por efecto negativo de la medida.

<b>Variables</b>	$\epsilon_{\tau_t^c}$	%	$\epsilon_{\tau_t^N}$	%
Consumo	4.2	13%	-1.843	4%
PBI	2.1678	7%	4.7937	12%
Horas de trabajo	6.243	20%	8.2	20%
Capital	1.253	4%	1.8434	4%
Inversión	0.082	0%	2.832	7%
Salario real	-2.34	7%	-0.842	6%
Renta real	3.892	12%	4.24	10%
Tasa de política monetaria	1.6453	5%	-1.354	3%
Tasa de interés nominal	-1.2353	4%	-1.453	4%
Recaudación Tributaria	8.91435	28%	12.3464	30%
<b>Total</b>		<b>100%</b>		<b>100%</b>

Tabla 4: Descomposición de variación de la *media posterior* (%)

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, como se observa en la tabla (4), el efecto será positivo para el ahorro de las familias, por lo tanto verán oportunidades de inversión a corto plazo. Asimismo, también las firmas con un incremento en el empleo y mejoras en las expectativas de capital apostarán por una mayor inversión ( $\Delta^+ Ipr$ ), este efecto *crowding-in*<sup>32</sup> de 2.8% traerá como consecuencia un gran impulso positivo

<sup>31</sup> Cabe señalar que durante el 2015 y el 2017, la variación porcentual de los Ingresos por IR fueron de -13.48% y -1.23%, respectivamente.

<sup>32</sup> Se denomina efecto *crowding-in* de inversión, cuando la economía se encuentra en una situación en donde el incremento de la inversión pública mejora la capacidad de inversión de las empresas del sector privado a corto o largo plazo.

en el producto de la economía ( $\Delta^+Y$ ) en 4.8%. Este efecto positivo y significativo se sustenta en las investigaciones de Kim (2003), Wenli y Sarte (2004) y Martínez-Vasquez, Vulovic y Liu (2011)<sup>33</sup>, llegando a alcanzar tasas esperadas de crecimiento mayores a 4.5%, durante los años 2015-2017<sup>34</sup>, respectivamente, superando el efecto del incremento en 1% del impuesto al consumo ( $\tau^c$ ) en el corto plazo. Si bien es cierto que este efecto es transitorio, se logra tener evidencia que una reforma tributaria de este tipo habría tenido mejores resultados como mecanismo de reactivación económica durante el año 2008 y entre los periodos 2013 al 2017, donde la economía peruana sufrió una desaceleración que impidió llegar a los objetivos del gobierno central con políticas fiscales tradicionales que en muchos casos fueron ineficaces en un entorno desfavorable para la economía regional e internacional.

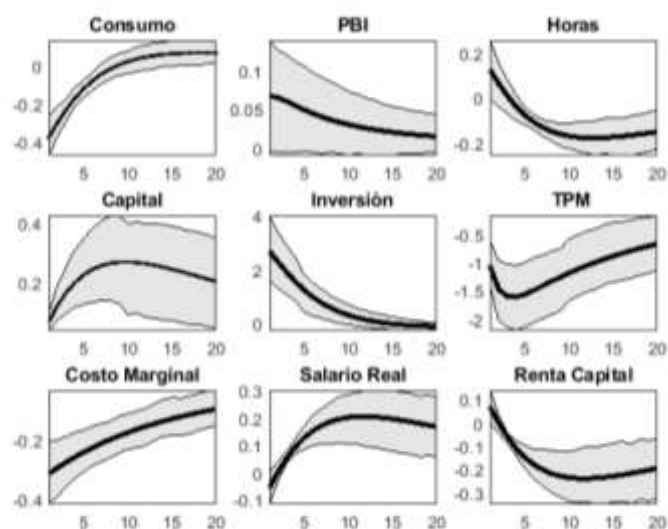


Gráfico 7: Respuesta de Variables Macroeconómicas por Choque de IR

Fuente: Elaboración Propia.



Gráfico 8: Descomposición de Varianza Condicional por Shock de IR

Fuente: Elaboración Propia.

<sup>33</sup> Cabe mencionar que los autores en mención difieren de los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas por Kneller, Bleaney y Gemmell (1999) y Wildman (2001), en donde analizan solamente a países integrantes de la OECD.

<sup>34</sup> La tasa esperada proyectada por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y el Fondo Monetario Internacional (FMI) para el 2017 fue de 2.7%.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo de investigación se construyó un modelo DSGE Bayesiano con las características de la economía peruana, tomando con énfasis el rol de los impuestos de forma heterogénea, la cual tuvo por objetivo el identificar la mejor reforma tributaria como política contracíclica para una reactivación económica durante un contexto internacional desalentador. Acorde a ello, se pudo concluir lo siguiente:

Primero, en nuestro periodo de análisis se identificaron dos crisis internacionales que afectó la economía. La primera fue la Crisis Financiera del 2008, si bien su impacto no fue grave debido a la anticipada intervención del Estado, no se lograron cumplir con las expectativas previstas por el Gobierno Central. Como resultado del análisis realizado, encontramos que la aplicación de una reforma tributaria en el consumo hubiese permitido alcanzar los objetivos en materia económica más significativas a mediano plazo. Por otra parte, la repentina Crisis Económica en China (2011) originó una gran desaceleración por más de 5 años debido a su grado de endogeneidad económica. Producto del estudio elaborado se ha encontrado que una reforma tributaria en los ingresos como parte del Plan de Estímulo Económico implementado hasta el 2015, hubiera permitido obtener y mejorar, las tasas de crecimiento proyectadas a corto plazo por medio de una mayor recaudación tributaria y ahorro fiscal.

Segundo, es importante destacar los resultados obtenidos del crecimiento económico debido a la intervención oportuna del BCRP en preservar la estabilidad monetaria, que a través de su principal instrumento de política logra minimizar las distorsiones inflacionarias que estén fuera de su rango meta.

Tercero, al analizar ambas reformas se pudo concluir que una reforma tributaria en los ingresos genera un gran impulso en el producto de la economía en 4.8%, generado por el incremento en el consumo y la demanda. Asimismo, favoreciendo una mayor recaudación fiscal de 2.1% en promedio (2012-2017), y logrando así que esta holgura fiscal pueda ser redistribuida en mayores oportunidades de inversión a corto plazo.

Cuarto, en línea con el párrafo anterior, esta holgura permitiría la generación de mayores inversiones destinadas a adecuados programas o proyectos sociales que mejoren la calidad de vida. Debido a ello, es necesario mantener una solidez macroeconómica, y sobretodo, mejorar la gestión pública del Gobierno Nacional así como de los subnacionales, clave para la inversión en educación, salud y seguridad ciudadana; y en el diseño de programas de reducción de la pobreza y desigualdad como parte del esfuerzo social.

Finalmente, es importante mencionar que este estudio se ha centrado en una economía pequeña y cerrada, por lo que en una posible extensión se podría incluir al sector externo, reglas fiscales y un contexto de dolarización parcial la cual caracteriza a la economía peruana y así evaluar nuevos instrumentos de política fiscal tributaria para el país.

## BIBLIOGRAFÍA

- Batini, N., & Haldane, A. (1999). "Forward-looking rules for monetary policy". In *Monetary policy rules* (pp. 157-202). University of Chicago Press.
- Benchimol A, J., & Fourçans, A. (2010). "Money and risk aversion in a DSGE framework: a bayesian application to the Euro zone".
- Calvo, G. A. (1983). "Staggered prices in a utility-maximizing framework". *Journal of monetary Economics*, 12(3), 383-398.
- Castillo, P., Montoro, C., & Tuesta, V. (2009). "Un modelo de equilibrio general con dolarización para la economía peruana". Banco Central de Reserva del Perú. Documento de Trabajo, (2009-006).
- Cloyne, J. (2013). "Discretionary tax changes and the macroeconomy: new narrative evidence from the United Kingdom". *American Economic Review*, 103(4), 1507-28.
- Clarida, R., Gali, J., & Gertler, M. (2000). "Monetary policy rules and macroeconomic stability: evidence and some theory". *The Quarterly journal of economics*, 115(1), 147-180.
- Cordova, J. P., & Rojas, Y. (2010). "Reglas fiscales y términos de intercambio". *Revista Estudios Económicos*, 19, 7-32.
- DeJong, D. N., Ingram, B. F., & Whiteman, C. H. (2000). "A Bayesian approach to dynamic macroeconomics". *Journal of Econometrics*, 98(2), 203-223.
- Easterly, W., & Rebelo, S. (1993). "Fiscal policy and economic growth". *Journal of monetary economics*, 32(3), 417-458.
- Fernández-Villaverde, J., & Rubio-Ramírez, J. F. (2004). "Comparing dynamic equilibrium models to data: a Bayesian approach". *Journal of Econometrics*, 123(1), 153-187.
- Fernández-Villaverde, J. (2010). "The econometrics of DSGE models". NBER Working Paper, 1(1-2), 3-49.
- Gali, J., & Monacelli, T. (2005). "Monetary policy and exchange rate volatility in a small open economy". *The Review of Economic Studies*, 72(3), 707-734.
- Lubik, T., & Schorfheide, F. (2005). "A Bayesian look at new open economy macroeconomics". NBER macroeconomics annual, 20, 313-366.
- Mancini, T. (2010). "Dynare user guide: An introduction to the solution & estimation of DSGE models".
- Martinez-Vazquez, J., Vulovic, V., & Liu, Y. (2011). "Direct versus indirect taxation: Trends, theory and economic significance". *The Elgar Guide to Tax Systems*, Edward Elgar Publishing, 37-92.
- Mendoza, W., & Melgarejo, K. (2008). "La efectividad de la política fiscal en el Perú: 1980-2006". Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Economía. (Vol. 262).
- Mertens, K., & Ravn, M. O. (2013). "The dynamic effects of personal and corporate income tax changes in the United States".

American Economic Review, 103(4), 1212-47.

Kneller, R., Bleaney, M. F., & Gemmell, N. (1999). *"Fiscal policy and growth: evidence from OECD countries"*. Journal of Public Economics, 74(2), 171-190.

Kim, Y. (2003). *"Income distribution and equilibrium multiplicity in a stigma-based model of tax evasion"*. Journal of Public Economics, 87 (7-8), 1591-1616.

Kofi Ocran, M. (2011). *"Fiscal policy and economic growth in South Africa"*. Journal of Economic Studies, 38(5), 604-618.

Padovano, F., & Galli, E. (2001). *"Tax rates and economic growth in the OECD countries"*. Economic Inquiry, 39(1), 44-57.

Pando Cacicano, L. M., & Falen Zevallos, L. E. (2017). *"Un modelo DSGE-VAR para la evaluación de reglas fiscales en el Perú"*.

Piña, S. (2016). *"El impacto de shocks contractivos de política monetaria en un modelo DSGE estimado con métodos bayesianos para Chile"*.

Romer, C. D., & Romer, D. H. (2010). *"The macroeconomic effects of tax changes: estimates based on a new measure of fiscal shocks"*. American Economic Review, 100(3), 763-801.

Rossini, R., Quispe, Z., & Loyola, J. (2012). *"Fiscal policy considerations in the design of monetary policy in Peru"*.

Sanchez, W., & Galindo, H. (2013). *"Multiplicadores Asimétricos del Gasto Público y de los Impuestos en el Perú"*. Documento de trabajo, Ministerio de Economía y Finanzas.

Smets, F., & Wouters, R. (2007). *"Shocks and frictions in US business cycles: A Bayesian DSGE approach"*. American economic review, 97(3), 586-606.

Taylor, J. B. (1993, December). *"Discretion versus policy rules in practice"*. In Carnegie-Rochester conference series on public policy (Vol. 39, pp. 195-214). North-Holland.

Tobin, J. (1969). *"A general equilibrium approach to monetary theory"*. Journal of money, credit and banking, 1(1), 15-29.

Wenli, L., & Sarte, P. D. (2004). *"Progressive taxation and long-run growth"*. American Economic Review, 94(5), 1705-1716.

Wildman, J. (2001). *"The impact of income inequality on individual and societal health: absolute income, relative income and statistical artefacts"*. Health Economics, 10(4), 357-361.



## APÉNDICE

### A. Modelo Log-linealizado, conjunto completo de condiciones de equilibrio simétrico

El modelo esta log-linealizado usando expansiones de Taylor de primer orden alrededor del estado estacionario, a fin de simplificar el modelo se muestra toda la normalización, en el comportamiento de los agentes que interactúan en esta economía, las que se encuentran definidas por las siguientes ecuaciones:

#### A.1. Familias

##### A.1.1 Ricardianas

$$\sigma(\hat{C}_t^{co} - \hat{C}_{t+1}^{co}) = \hat{\pi}_{t+1} + \theta_1(\hat{t}_t^C - \hat{t}_{t+1}^C) - (1 - \beta)\hat{t}_t \quad (32)$$

donde  $\theta_1 = \frac{\tau_{ss}^c}{1 + \tau_{ss}^c}$ ,  $\theta_2 = \frac{\tau_{ss}^N}{1 - \tau_{ss}^N}$  y se define como la “Ecuación de Euler del consumo”.

$$\left(\frac{\hat{W}}{P}\right)_t = v\hat{N}_t + \sigma\hat{C}_t^{co} - \theta_1\hat{t}_t^C + \theta_2\hat{t}_t^N \quad (33)$$

Esta ecuación define la oferta laboral en términos reales de las familias.

##### A.1.2 No Ricardianas

Ecuación de oferta laboral de familias no ricardianas:

$$\hat{C}_t^{nr} + \hat{t}_t^C = \left(\frac{\hat{W}}{P}\right)_t - \hat{t}_t^N + \hat{N}_t \quad (34)$$

#### A.2. Firma

El costo marginal real de las firmas productoras de bienes finales y de bienes intermedios interrelacionan sus factores de producción a un precio de demanda, donde el costo marginal que gobierna la producción es:

$$\left(\frac{\widehat{CMg}}{P}\right)_t = (1 - \alpha) \left(\left(\frac{\hat{W}}{P}\right)_t - \theta_2\hat{t}_t^N\right) + \alpha \left(\frac{\hat{Z}}{P}\right)_t \quad (35)$$

#### A.3. Demanda de factores

El valor del costo en términos reales del salario y la renta de capital de las firmas se encuentran representadas por las siguientes ecuaciones respectivamente:

$$\left(\frac{\hat{W}}{P}\right)_t = \alpha\hat{K}_t - \alpha\hat{N}_t + \hat{A}_t \quad (36)$$

$$\left(\frac{\hat{Z}}{P}\right)_t = (\alpha - 1)\hat{K}_t + (1 - \alpha)\hat{N}_t + \hat{A}_t \quad (37)$$

#### A.4. Inversión

La inversión que se designa como capital futuro, presenta un grado de depreciación, el cual mediante costos de ajuste

cuadráticos, permite obtener la  $Q$  de *Tobin*<sup>35</sup>, que actúa como un indicador de rentabilidad y beneficios a largo plazo, éste se define como:

$$\hat{Q}_t = X\delta(\hat{I}_t - \hat{K}_t) \quad (38)$$

$$\hat{Q}_t = (1 - \beta(1 - \delta)) \left( \frac{\hat{Z}}{\hat{P}} \right)_t + \beta\hat{Q}_{t+1} - (1 - \beta)\hat{I}_t \quad (39)$$

#### A.5. Función de producción

Esta economía presenta una función de producción *Cobb Douglas*, con rendimientos constantes de escala, en la cual  $\alpha$  representa la participación de cada factor en la producción de bienes, esta es:

$$\hat{y}_t = \hat{A}_t + \alpha\hat{K}_t + (1 - \alpha)\hat{N}_t \quad (40)$$

#### A.6. Restricción de la economía

El recurso de esta economía cerrada se restringe al consumo, inversión y gasto de gobierno, los valores de estado estacionario se han calculado mediante la función de *Taylor* y de forma analítica, estas presentan características similares a la economía peruana en su convergencia a largo plazo.

$$\hat{y}_t = \frac{\bar{C}}{\bar{y}}\hat{C}_t + \delta\frac{\bar{K}}{\bar{y}}\hat{I}_t + \frac{\bar{g}}{\bar{y}}\hat{g}_t \quad (41)$$

#### A.7. Acumulación de capital

La función de acumulación de capital se define con la siguiente ecuación:

$$\hat{K}_{t+1} = (1 - \delta)\hat{K}_t + \delta\hat{I}_t \quad (42)$$

#### A.8. Curva de Phillips

La dinámica de la inflación con indexación parcial sigue los estudios de Gali y Monacelli (2005), condicionada por inflación pasada en ausencia de rigideces de precios:

$$\hat{\pi}_t = \frac{(1 - \theta)(1 - \theta\beta)}{(1 - \xi\beta)\theta} \hat{\psi}_t^r + \left( \frac{\xi}{1 - \xi\beta} \right) \hat{\pi}_{t-1} + \left( \frac{\beta}{1 - \xi\beta} \right) \mathbb{E}_t(\hat{\pi}_{t+1}) \quad (43)$$

#### A.9. Regla de política monetaria

La regla *forward looking* se basa en predicciones de inflación, es decir se retroalimenta por los valores esperados de inflación futura, dado este hecho, la autoridad monetaria puede fijar el instrumento de política dada una predicción de inflación, la cual no supere las bandas de metas de inflación que se puedan determinar:

$$\hat{i}_t = \varpi \hat{i}_{t-1} + (1 - \varpi) \{ \phi_\pi \mathbb{E}(\hat{\pi}_{t+1}) - \bar{\pi} \} + \phi_y \hat{y}_t \quad (44)$$

<sup>35</sup> Esta relación de inversión y su grado de rentabilidad futuro se le conoce como la  $Q$  de *Tobin*, ya que fue iniciado por James Tobin (1969) con el *paper* "A general equilibrium approach to monetary theory".

### A.10. Choque de productividad, impuesto a la renta e impuesto al consumo

Los procesos exógenos que se incorporan en este modelo, siguen un proceso autorregresivo de orden uno, los parámetros  $\varepsilon_{At}$ ,  $\varepsilon_{\tau_t^N}$  y  $\varepsilon_{\tau_t^C}$  representan los shocks de productividad, impuesto a la renta e impuesto al consumo, las ecuaciones que las caracterizan son:

$$A_t = \rho_A A_{t-1} + \varepsilon_{At} \quad (45)$$

$$\tau_t^N = \rho_{\tau_t^N} \tau_{t-1}^N + \varepsilon_{\tau_t^N} \quad (46)$$

$$\tau_t^C = \rho_{\tau_t^C} \tau_{t-1}^C + \varepsilon_{\tau_t^C} \quad (47)$$

### B. Algoritmo bayesiano

Esta sección toma como referencia a Mancini (2010) y explica el proceso de estimación de un modelo DSGE bayesiano. El modelo DSGE está referido a una colección de condiciones de primer orden y de equilibrio, en general toma la siguiente forma:

$$E_t\{f(y_{t+1}, y_t, y_{t-1}, u_t)\} = 0 \quad (48)$$

$$E_t(u_t) = 0 \quad (49)$$

$$E(u_t, u_t') = \sum_u u_i \quad (50)$$

Donde:

$y$ : Representa a un vector de variables endógenas de cualquier dimensión

$u$ : Representa a un vector de shocks exógenos estocásticos de cualquier dimensión

Con respecto a la solución, este modelo toma la forma de ecuación del tipo  $y_t = g(y_{t-1}, u_t)$  conocido como “*regla de decisión*”. Sin embargo, para ilustrar la estimación bayesiana del modelo, es factible expresar la solución de la siguiente manera:

$$y_t^* = M\bar{y}(\theta) + M\hat{y}_t + N(\theta)x_t + n_t \quad (51)$$

$$\hat{y}_t = g_y(\theta)\hat{y}_{t-1} + g_u(\theta)u_t \quad (52)$$

$$E(n_t n_t') = V(\theta) \quad (53)$$

$$E(u_t u_t') = Q(\theta) \quad (54)$$

Para el caso de  $\hat{y}_t$ , este incluye las variables en desviaciones con respecto a su estado estacionario. Asimismo,  $\hat{y}_t$  representa un vector de valores de estado estacionario y  $\theta$  un vector de parámetros fuertes o estructurales a estimarse.

Con respecto a la segunda ecuación, este se conoce como “*regla de decisión*”, mencionada anteriormente, la cual expresa la relación entre las verdaderas variables endógenas que no son

observadas directamente. A su vez, solo se puede observar  $y_t^*$ , relacionada con las variables verdaderas con un error  $n_t$ . Esta variable tiene una tendencia que es capturada por el término  $N(\theta)x_t$  cumpliéndose así el caso general en el que la tendencia depende de los parámetros fuertes. Finalmente, la primera y la segunda ecuación conforman de manera natural un sistema de ecuaciones de medición y de transición o estado respectivamente.

### C. Gráficos

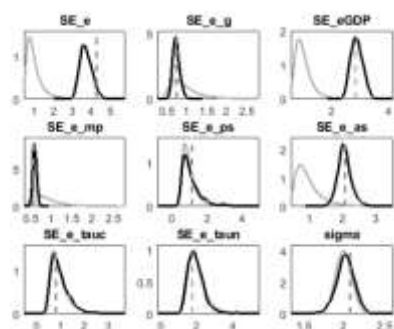


Gráfico 9: *Prior vs Posterior* (a)

Fuente: Elaboración Propia.

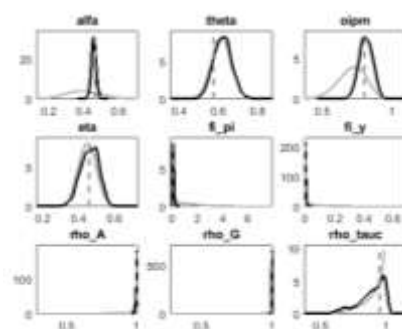


Gráfico 10: *Prior vs Posterior* (b)

Fuente: Elaboración Propia.

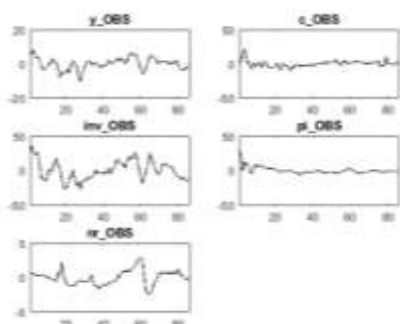


Gráfico 11: Series de Variables Observadas Perú (2Q1994 - 4Q2017)

Fuente: Elaboración Propia.

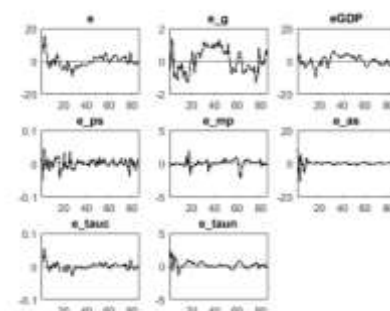


Gráfico 12: Comportamiento de los Choques del Modelo

Fuente: Elaboración Propia.