

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



PROPUESTA DE MEJORA DEL DISEÑO DE POLÍTICAS
MONETARIAS: UN NUEVO ENFOQUE FRECUENTISTA EN
LA IDENTIFICACIÓN DE ECUACIONES
MACROECONÓMICAS ESTRUCTURALES PARA
ESTADOS UNIDOS, 1970-2007

Tesis para obtener el grado académico de Maestro en Economía que
presenta:

Eduardo Abraham Chávarri Martínez

Asesor:

Marco Antonio Vega De La Cruz

Lima, 2025


Informe de Similitud

Yo, Marco Antonio Vega De la Cruz, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis titulada(o) Propuesta de mejora del diseño de políticas monetarias: un nuevo enfoque frecuentista en la identificación de ecuaciones macroeconómicas estructurales para Estados Unidos, 1997-2007, de el autor Eduardo Abraham Chávarri Martínez, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 13%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 20/10/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de investigación, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 23 de Octubre de 2025.

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Vega De la Cruz, Marco Antonio</u>	
DNI: 09471205	Firma
ORCID: 0000-0001-9632-8585	

Agradecimiento

A amada esposa Milagros, a mi hijo Eduardo, a mi mama Clara, a mi papa Eduardo, a mi hermanita María y a Jesucristo, mi salvador y rey.

“Las matemáticas son el alfabeto con el cual Dios ha escrito el Universo.”

Galileo Galilei



Resumen

La identificación de ecuaciones macroeconómicas que consideran las expectativas es un pilar de la investigación económica desde una perspectiva teórica como aplicada. Sin embargo, en la actualidad, la teoría econométrica dominante no puede manejar adecuadamente la presencia de endogeneidad cuando se hace uso de instrumentos que son débiles. Afortunadamente, en la actualidad se han desarrollado estimaciones distintas que, a diferencia de las convencionales, superan el obstáculo de la endogeneidad cuando se cuenta con instrumentos débiles. Esta investigación presenta una moderna estimación alternativa propuesta por Barnichon & Mesters (2020) la cual se ajusta a los hechos estilizados asociados a la teoría de las ecuaciones macroeconómicas a estudiar y que se distingue de estimaciones convencionales al afrontar adecuadamente la presencia de endogeneidad cuando se hace uso de instrumentos débiles. Este trabajo tiene una importante contribución al presentar la estimación de Barnichon & Mesters (2020) en la identificación de la ecuación de Euler y la regla de política monetaria. Además, se detectó que los parámetros calculados mediante la estimación propuesta se diferencian de los obtenidos con metodologías convencionales. La contribución más importante de esta investigación es la propuesta de un método que mide la pérdida de eficiencia de una política monetaria que usa ecuaciones mal identificadas desde un punto de vista estadístico. Este trabajo concluye que la metodología propuesta puede determinar la reducción de eficiencia (en el sentido temporal) de una política diseñada considerando estimaciones no robustas a problemas econométricos. Finalmente, se concluye que la metodología puede aplicarse satisfactoriamente al estudio de la formulación de políticas monetarias en

la región pues considera, en su formulación, la importancia que le otorga un banco central a la inflación y al producto.

Palabras clave: Econometría, endogeneidad, instrumentos débiles, modelo DSGE, estimación frecuentista.

Abstract

The identification of macro-equations that account for future expectations has been a fundamental pillar in economic research, both from a theoretical and applied perspective. However, at present, the dominant econometric theory cannot adequately handle the presence of endogeneity when weak instruments are used. Fortunately, economic research has recently developed alternative estimations that, unlike conventional ones, successfully address the issue of endogeneity in the presence of weak instruments. This paper makes a significant contribution by presenting the Barnichon & Mesters (2020) estimation in identifying the monetary policy rule equation and the Euler equation. This research presents a modern alternative estimation proposed by Barnichon & Mesters (2020), which aligns with the stylized facts associated with the macroeconomic equations under study and stands out from conventional estimations by adequately addressing the presence of endogeneity when weak instruments are used. This paper makes a significant contribution by presenting the Barnichon & Mesters (2020) estimation in identifying the monetary policy rule equation and the Euler equation. Similarly, it was found that the coefficients estimated using the proposed methodology differ from those obtained through conventional methods. The most important contribution of this investigation is the development of a method that measures the efficiency loss of a monetary policy that uses poorly identified equations from a statistical point of view.

It is concluded that the proposed methodology can determine the efficiency loss (in the time-domain) of a policy designed considering estimates that are not robust to econometric problems or other types of errors. Finally, it is concluded that the method can be satisfactorily applied to the study of monetary policy formulation in the region because it considers, in its formulation, the importance given by a central bank to inflation and output.

Keywords: Econometrics, Endogeneity, weak instruments, DSGE, Frequentist estimation



Índice general	
Resumen.....	4
Abstract.....	5
Introducción.....	11
Capítulo I:.....	13
Planteamiento del problema.....	13
1.1 Situación problemática.....	13
1.2 Formulación del problema económico.....	18
1.2.1 Pregunta de investigación general.....	19
1.2.2 Pregunta de investigación específica.....	19
1.3 Objetivo de la investigación.....	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
1.4 Justificación de la investigación.....	19
Capítulo II: Marco teórico.....	21
2.1 Antecedentes de la investigación.....	21
2.2 Limitaciones de la literatura revisada.....	24
2.3 Fundamentos teóricos.....	24
2.3.1 Cuestiones de endogeneidad y ecuaciones estructurales.....	24
2.3.2 Uso de shocks estructurales como instrumentos.....	28
2.3.3 Intuición: Identificación haciendo uso de choques estructurales.....	29
2.3.4 Identificación usando choques estructurales.....	31
2.4 Hipótesis.....	37
2.4.1 Hipótesis general.....	37
2.4.2 Hipótesis específica.....	37
Capítulo III: Metodología.....	38
3.1 Metodología que enfrenta el problema de endogeneidad.....	38
3.2 Estimadores convencionales.....	39
3.3 Estimación inferencial restringida de Almon con el estadístico AR.....	41
3.4 Inferencia a partir de un subconjunto del AR restringido de Almon.....	44
3.5 Metodología de comparación de resultados en funciones de bienestar (Pérez, 2020 y Svensson, 1999).....	45
3.6 Esquema resumen de la metodología.....	47
3.7 Características de las variables a considerar.....	48
3.7.1 La inflación.....	49
3.7.2 Brecha de desempleo.....	50

3.7.3	<i>La tasa de interés nominal</i>	50
3.7.4	<i>Brecha producto</i>	51
3.7.5	<i>Shocks de productividad</i>	52
3.7.6	<i>Shocks monetarios</i>	53
3.7.7	<i>Estadísticas descriptivas de las variables</i>	54
Capítulo IV:	Estimación de parámetros de las macro ecuaciones <i>forward looking</i> :	54
4.1	Ecuación de Euler	54
4.2	Curva de Phillips	57
4.3	Regla de política monetaria	61
Capítulo V:	Planteamiento del modelo de equilibrio general dinámico estocástico nuevo keynesiano (DSGE-NK).....	65
Capítulo VI:	Calibración del modelo dinámico de equilibrio general estocástico nuevo keynesiano (DSGE-NK) y funciones de política y transición.....	67
Capítulo VII:	Evaluación relativa de la eficiencia de políticas monetarias.....	68
7.1	Análisis para una autoridad de política con metas de producto e inflación 69	
7.1.1	Escenario 1: choque exógeno en las preferencias de los consumidores	70
7.1.2	Escenario 2: choque exógeno en los costos de producción	72
7.1.3	Escenario 3: choque exógeno de tecnología/productividad	75
7.1.4	Escenario 4: choque exógeno en preferencias, en la oferta, y en la productividad	77
7.2	Análisis para una autoridad de política con metas explícitas de inflación .80	
7.2.1	Escenario 1: choque exógeno en las preferencias de los consumidores	81
7.2.2	Escenario 2: choque exógeno en los costos de producción	83
7.2.3	Escenario 3: choque exógeno de tecnología/productividad	86
7.2.4	Escenario 3: choque exógeno en preferencias, en la oferta y en la productividad	89
Conclusiones.....		91
Recomendaciones.....		92
Referencias bibliográficas		93
Anexos		98

Índice de Gráficos

GRÁFICO 1. ESQUEMA RESUMEN DE METODOLOGÍA.....	48
GRÁFICO 2. INFLACIÓN DE ANUALIZADA DE ESTADOS UNIDOS.....	49
GRÁFICO 3. TASA DE DESEMPLEO EN LOS ESTADOS UNIDOS.....	50
GRÁFICO 4. TASA DE INTERÉS.....	51
GRÁFICO 5. LA BRECHA PRODUCTO.....	52
GRÁFICO 6. CHOQUES DE TECNOLOGÍA.....	52
GRÁFICO 7. SHOCKS MONETARIOS.....	53
GRÁFICO 8. REGIÓN DE CONFIANZA ARa, s CORRESPONDIENTE A LA DIFERENCIA EN LA TASA DE INTERÉS CON LA INFLACIÓN ESPERADA Y EL REZAGO DE LA TASA DE DESEMPLEO.....	56
GRÁFICO 9. REGIÓN DE CONFIANZA ARa, s DE LA TASA DE DESEMPLEO Y EL ADELANTO DE LA INFLACIÓN.....	57
GRÁFICO 10. REGIÓN DE CONFIANZA ARa, s DEL REZAGO Y ADELANTO DE LA INFLACIÓN.....	60
GRÁFICO 11. REGIÓN DE CONFIANZA ARa, s DE LA TASA DE DESEMPLEO Y ADELANTO DE LA INFLACIÓN.....	61
GRÁFICO 12. REGIÓN DE CONFIANZA ARa, s DE LA BRECHA PRODUCTO Y EL LAG DE LA TASA DE INTERÉS.....	63
GRÁFICO 13. REGIÓN DE CONFIANZA ARa, s DE LA BRECHA PRODUCTO Y EL ADELANTO DE LA INFLACIÓN.....	64
GRÁFICO 14. DESEMPEÑO DE LA BRECHA INFLACIÓN Y PRODUCTO SEGÚN POLÍTICAS MONETARIAS EN ESCENARIO 1 CON METAS DE INFLACIÓN Y DE PRODUCTO.....	72
GRÁFICO 15. DESEMPEÑO DE LA BRECHA INFLACIÓN Y PRODUCTO SEGÚN POLÍTICAS MONETARIAS EN ESCENARIO 2 CON METAS DE INFLACIÓN Y DE PRODUCTO.....	74
GRÁFICO 16. DESEMPEÑO DE LA BRECHA INFLACIÓN Y PRODUCTO SEGÚN POLÍTICAS MONETARIAS EN ESCENARIO 3 CON METAS DE INFLACIÓN Y DE PRODUCTO.....	77
GRÁFICO 17. DESEMPEÑO DE LA BRECHA INFLACIÓN Y PRODUCTO SEGÚN POLÍTICAS MONETARIAS EN ESCENARIO 4 CON METAS DE INFLACIÓN Y DE PRODUCTO.....	80
GRÁFICO 18. DESEMPEÑO DE LA BRECHA INFLACIÓN SEGÚN POLÍTICAS MONETARIAS EN ESCENARIO 1 CON METAS EXPLÍCITAS DE INFLACIÓN.....	83
GRÁFICO 19. DESEMPEÑO DE LA BRECHA INFLACIÓN SEGÚN POLÍTICAS MONETARIAS EN ESCENARIO 2 CON METAS EXPLÍCITAS DE INFLACIÓN.....	85
GRÁFICO 20. DESEMPEÑO DE LA BRECHA INFLACIÓN SEGÚN POLÍTICAS MONETARIAS EN ESCENARIO 3 CON METAS EXPLÍCITAS DE INFLACIÓN.....	88
GRÁFICO 21. DESEMPEÑO DE LA BRECHA INFLACIÓN SEGÚN POLÍTICAS MONETARIAS EN ESCENARIO 4 CON METAS EXPLÍCITAS DE INFLACIÓN.....	91

Índice de Tablas

TABLA 1. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS.....	54
TABLA 2. ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN DE EULER	54
TABLA 3. COMPARACIÓN DE VALORES ESTIMADOS DE LA ECUACIÓN DE EULER	55
TABLA 4. ESTIMACIÓN DE CURVA DE PHILLIPS.....	58
TABLA 5. COMPARACIÓN DE VALORES ESTIMADOS DE LA CURVA DE PHILLIPS.....	58
TABLA 6. ESTIMACIÓN DE LA REGLA DE POLÍTICA MONETARIA.....	61
TABLA 7. CALIBRACIÓN DEL MODELO DSGE	67
TABLA 8. FUNCIONES DE POLÍTICA Y TRANSICIÓN: GMM.....	68
TABLA 9. FUNCIONES DE POLÍTICA Y TRANSICIÓN: BARNICHON & MESTERS (2020)	68
TABLA 10. POLÍTICAS MONETARIAS ÓPTIMAS PARA EL ESCENARIO 1 CON METAS DE INFLACIÓN Y DE PRODUCTO	70
TABLA 11. POLÍTICAS MONETARIAS ÓPTIMAS PARA EL ESCENARIO 2 CON METAS DE INFLACIÓN Y DE PRODUCTO	72
TABLA 12. POLÍTICAS MONETARIAS ÓPTIMAS PARA EL ESCENARIO 3 CON METAS DE INFLACIÓN Y DE PRODUCTO	75
TABLA 13. POLÍTICAS MONETARIAS ÓPTIMAS PARA EL ESCENARIO 4 CON METAS DE INFLACIÓN Y DE PRODUCTO	78
TABLA 14. POLÍTICAS MONETARIAS ÓPTIMAS PARA EL ESCENARIO 1 CON METAS EXPLÍCITAS DE INFLACIÓN.....	81
TABLA 15. POLÍTICAS MONETARIAS ÓPTIMAS PARA EL ESCENARIO 2 CON METAS EXPLÍCITAS DE INFLACIÓN.....	84
TABLA 16. POLÍTICAS MONETARIAS ÓPTIMAS PARA EL ESCENARIO 3 CON METAS EXPLÍCITAS DE INFLACIÓN.....	86
TABLA 17. POLÍTICAS MONETARIAS ÓPTIMAS PARA EL ESCENARIO 4 CON METAS EXPLÍCITAS DE INFLACIÓN.....	89

Introducción

Incluso tras muchos años de investigación, la identificación de ecuaciones macroeconómicas *forward looking* suelen estar marcadas notablemente por incertidumbre en la especificación y muestreo. Ello produce modelos inconsistentes y sesgados. Una explicación recurrente a este fenómeno es que, en los enfoques tradicionales, las variables convencionalmente empleadas como instrumentos son como instrumentos débiles.

Esta situación resulta ser un problema para las autoridades pues en la configuración de políticas se utilizan las ecuaciones macroeconómicas de interés. Se señala la trascendencia de esta investigación, cuyo objetivo es lograr una estimación de ecuaciones que cumpla con los criterios de consistencia, ausencia de sesgo y eficiencia.

Asimismo, se hace necesario también contar con una metodología que pueda determinar el costo de usar ecuaciones mal identificadas para una autoridad de política. Por tal razón, este trabajo está orientado a medir la pérdida de eficiencia de una política monetaria que usa ecuaciones mal identificadas, además propone un método para cumplir este objetivo.

En esta investigación se estudiarán los resultados de las funciones de política generadas por dos modelos neokeynesianos, en donde la diferencia entre estos radicarán en los coeficientes de las ecuaciones estructurales, esta diferencia expresa el uso de ecuaciones mal identificadas. Asimismo, dicha diferencia de estos resultados señala una merma en la eficiencia de una política monetaria.

Se hace explícito que esta pérdida de eficiencia por usar ecuaciones mal identificadas está relacionada al campo académico que analiza la política monetaria y no a la acción real de política monetaria puesto que las autoridades toman en consideración un conjunto de modelos cuantitativos que tratan con diversos sesgos.

A partir de estos objetivos se formulan y confirman las hipótesis de la investigación: la metodología propuesta permite identificar lineamientos de mejora en la formulación de políticas monetarias y los parámetros estimados de las ecuaciones de interés con expectativas pueden ser estimados usando la estimación de Barnichon & Mesters (2020).

Dado el objetivo de contrastar estas hipótesis se hizo uso de metodologías tales como: el método de momentos generalizados, la estimación propuesta por Anderson & Rubin (1949), la formulación de Almon (1965), la identificación de ecuaciones macroeconómicas con instrumentos externos y la evaluación de las funciones impulso respuesta de un modelo DSGE nekeynesiano.

Se concluye que el cálculo de las ecuaciones de interés puede ser realizado empleando el método propuesto por Barnichon & Mesters (2020), y que la propuesta de medición de la eficiencia perdida (en el sentido temporal) en una política que haga uso de estimaciones no robustas a ciertos problemas econométricos u otro tipo de errores asociados es válida y replicable a varios contextos. Finalmente, se concluye que el enfoque propuesto puede aplicarse satisfactoriamente en la formulación de políticas monetarias de la región pues

considera en su formulación la importancia que le otorga un banco central a la inflación y al producto.

Por otro lado, la presente investigación presenta una contribución académica al identificar la regla de política monetaria nuevo keynesiana y la ecuación de Euler empleando el modelo propuesto por Barnichon & Mesters (2020).

Capítulo I:

Planteamiento del problema

1.1 Situación problemática

La aplicación de modelos dinámicos de equilibrio general estocástico (DSGE) es la principal referencia para la representación macroeconómica. Su amplio uso es explicado por la disposición de analizar como responden los agentes económicos ante variaciones en su entorno, determinando las respuestas en un macro DSGE donde todas las variables macroeconómicas endógenas se ajustan simultáneamente. Las investigaciones más recientes sobre el efecto de la política monetaria se basan en estos modelos. Por lo tanto, se afirma, que estos modelos son herramientas fundamentales y ampliamente utilizadas por las instituciones responsables de diseñar políticas monetarias y fiscales (Walsh, 2017).

Además, Galindo & Montecinos (2018), comentaron que estos modelos DSGE se pueden entender como una serie de ecuaciones macroeconómicas. Por tal razón, se subraya la importancia de mejorar las metodologías de estimación para estas ecuaciones de interés, pues a medida que las ecuaciones se estimen

mejor, el modelo DSGE reflejará con mayor precisión el comportamiento económico y en consecuencia el planteamiento de políticas monetarias o fiscales será más exacto.

En las últimas décadas, el análisis macroeconómico ha experimentado una evolución continua, siendo impulsado por diversas corrientes de pensamiento en este campo de estudio. Se ha pasado de la economía clásica a una macroeconomía dinámica con fricciones financieras, reflejo avances que se dieron tras la crisis *Subprime* (Galindo & Montecinos, 2018).

Desde hace un tiempo, el enfoque predominante de la academia monetaria y el estudio de la política monetaria ha integrado la rigidez de los precios en los modelos DSGE que se basa en la dinámica de los agentes del modelo. Estas representaciones económicas que incorporan fricciones nominales se conocen como nekeynesianos (NK). Similarmente a los modelos pasados de la escuela keynesiana, este enfoque destaca el rol de la demanda agregada en la formulación de la política monetaria (Walsh, 2017).

En la rama del análisis de las estimaciones de estas ecuaciones, un obstáculo importante es que las metodologías de estimación convencionales no afrontan los obstáculos de endogeneidad (Kleibergen & Mavroeidis, 2009). Esto implica que las variables explicativas son endógenas, ya que presentan correlación no nula con el término del error.

De acuerdo con Greene (2020), si no se asume que los regresores y las perturbaciones no tienen relación de correlación, el estimador de mínimos cuadrados pierden su validez debido a que tendrá estimadores inconsistentes y sesgados.

Sea ε_i de una estimación y x_i los regresores, dado que la correlación entre ε_i y x_i no es nula,

$$E(\varepsilon_i|x_i) = \eta \neq 0 \quad E(x_i\varepsilon_i) = \gamma_i \neq 0 \quad \text{plim}\left(\frac{1}{n}\right)X'\varepsilon = \gamma,$$

Se prueba que el estimador b de mínimos cuadrados, no es insesgado y por tanto su valor esperado no es igual al parámetro β ,

$$b = (x'x)^{-1}x'y$$

$$b = (x'x)^{-1}x'(x\beta + \varepsilon)$$

$$b = \beta + (x'x)^{-1}x'\varepsilon$$

$$E(b) = \beta + E((x'x)^{-1}x'\varepsilon)$$

$$E(b) = \beta + (x'x)^{-1}x'\eta \neq \beta.$$

Asimismo, se prueba que el estimador b es inconsistente pues

$$b = \beta + (x'x)^{-1}x'\varepsilon$$

$$b = \left(\frac{x'x}{n}\right)^{-1} \left(\frac{x'\varepsilon}{n}\right)$$

$$\text{plim}(b) = \beta + \text{plim}\left(\frac{x'x}{n}\right)^{-1} \text{plim}\left(\frac{x'\varepsilon}{n}\right) = \beta + \text{plim}\left(\frac{x'x}{n}\right)^{-1} \gamma \neq \beta.$$

Hayashi (2000), menciona que una variable independiente es endógena si no es ortogonal al término de perturbación. Un modelo convencional, como la estimación de mínimos cuadrados ordinarios, que considere como variables explicativas endógenas contará con un sesgo por endogeneidad.

Según Greene (2020), el concepto de sesgo implica que el estimador del modelo de MCO (u otras versiones del mismo) será inconsistente (persistentemente sesgado en probabilidad limite) a los parámetros del modelo.

Se puede decir, a partir de los aportes de Frisch (1934) y Reiersol (1941), que la investigación económica ha predeterminado de forma tradicional a algunas variables como instrumentos.

Se propone que para abordar con éxito la endogeneidad y asegurar la consistencia de la estimación es necesario que se cumplan dos propiedades. La exogeneidad (implica una correlación nula del error con los instrumentos) y la relevancia (implica una correlación no baja y no nula entre las variables instrumentales y las variables explicativas endógenas) (Greene, 2020).

Andrews, Stock & Sun (2019) mencionaron que los instrumentos se consideran débiles en las estimaciones con variables instrumentales cuando las variables explicativas tienen una correlación con los instrumentos que se aproxima a 0. En este contexto, las aproximaciones a la distribución de las estimaciones convencionales suelen ser poco confiables. En esta línea, los estimadores pueden estar muy sesgados, y se encuentran errores en las pruebas individuales y en los intervalos de confianza.

Hoy en día, aunque se ha investigado durante décadas, se acepta de manera general que las variables predeterminadas utilizadas como instrumentos son débiles y, en algunos casos, incluso pueden ser inválidas (Barnichon & Mesters, 2020).

En resumen, las estimaciones convencionales actuales presentan incertidumbre tanto de muestreo como de especificación, resultado de la endogeneidad de las variables y el problema de contar con un exceso de variables instrumentales (Yogo, 2004).

En este contexto, la econometría tradicional no es capaz de abordar al problema de la endogeneidad en las ecuaciones. Por ello, resulta crucial proponer y evaluar nuevas metodologías que puedan enfrentar estos desafíos.

En el enfoque econométrico frecuentista, Barnichon y Mesters (2020) han propuesto una nueva metodología que aborda los dos problemas principales en las estimaciones instrumentales: la debilidad de los instrumentos y el exceso de instrumentos. Asimismo, la variante econométrica bayesiana ofrece una estimación sólida frente a instrumentos débiles (Giacomini, Kitagawa y Read, 2021).

Por otro lado, a pesar de que la econometría tradicional no pueda afrontar correctamente a la endogeneidad cuando se cuenta con instrumentos débiles, en la actualidad, tampoco existe una forma generalmente aceptada de estimar la pérdida de eficiencia de las políticas monetarias por problemas en la identificación de las ecuaciones que incorporan expectativas del futuro.

En un contexto en el que es generalmente aceptado que los instrumentos, usados en estas estimaciones estén sujetos al problema de endogeneidad, sean débiles y posiblemente inválidos (Barnichon & Mesters, 2020) es esperado que exista una variedad de valores de los coeficientes de las ecuaciones macroeconómicas que usan las autoridades de política como valores calibrados en modelos DSGE.

Dado que las autoridades de política monetaria usan modelos DSGE, que podrían tener una variedad de valores calibrados, en el diseño de políticas es posible que se elaboraren políticas monetarias que hayan sido estimadas usando valores calibrados diferentes a sus valores reales o parámetros.

En esta particular situación, se espera que la política diseñada a partir de ecuaciones macroeconómicas incorrectamente identificadas sea distinta a la política monetaria diseñada a partir de ecuaciones macroeconómicas correctamente identificadas. Por lo tanto, una respuesta de la autoridad de política para una economía que recibe distintos choques económicos podría exhibir un comportamiento de la inflación y/o del producto distintos según una correcta o incorrecta calibración en el modelo DSGE.

En el presente trabajo se asume que el diseño de políticas que se base en valores calibrados que correspondan a ecuaciones macroeconómicas correctamente identificadas otorgará políticas más eficientes. Por lo tanto, resulta ser muy necesario disponer de una metodología que estime la pérdida de eficiencia de una política monetaria por usar ecuaciones incorrectamente identificadas.

1.2 Formulación del problema económico

De acuerdo con lo presentado previamente, se tiene como objetivo medir la pérdida de eficiencia de una política monetaria que usa ecuaciones mal identificadas, además se presenta una metodología para cumplir este objetivo.

En esta investigación se estudiaron los resultados de las funciones de política generadas por dos modelos neokeynesianos, en donde la diferencia entre estos radica en los coeficientes de las ecuaciones estructurales, esta diferencia expresa

el uso de ecuaciones mal identificadas. Asimismo, dicha diferencia de estos resultados señala una pérdida de eficiencia en la política monetaria.

1.2.1 *Pregunta de investigación general*

¿Cuál es la pérdida de eficiencia en las políticas monetarias dentro de un modelo de análisis monetario ante una incorrecta estimación de ecuaciones macroeconómicas por el uso no robusto de instrumentos débiles?

1.2.2 *Pregunta de investigación específica*

¿Es posible identificar la pérdida de eficiencia de una política monetaria incorrectamente identificada según diferentes esquemas de políticas monetarias?

1.3 Objetivo de la investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Identificar la pérdida de eficiencia en las políticas monetarias ante una incorrecta identificación de ecuaciones macroeconómicas por el uso no robusto de instrumentos débiles.

1.3.2 *Objetivos específicos*

Identificar si es posible medir la pérdida de eficiencia de una política monetaria incorrectamente identificada según diferentes esquemas de políticas monetarias. Estos esquemas difieren según la importancia que le otorga un Banco Central a la inflación o al producto.

1.4 Justificación de la investigación

La justificación de este trabajo se sustenta en el aspecto:

Académico:

Se presenta una nueva metodología para medir la pérdida de eficiencia por errores en la identificación de ecuaciones estructurales.

Se presenta una contribución al aplicar el método de Barnichon & Mesters (2020) para identificar la regla de política monetaria y la ecuación de Euler.

Actualidad:

Las estimaciones convencionales modernas no abordan el obstáculo de endogeneidad en las ecuaciones macroeconómicas de una manera robusta.

Dentro del enfoque frecuentista, es relevante el diseño de metodologías alternativas como la de Barnichon & Mesters (2020).

Esta tesis es relevante debido a que aporta una mejora a la formulación de las políticas monetarias dentro de modelos macroeconómicos en un contexto en el que las estimaciones frecuentistas de las autoridades de política se basan en metodologías que no afrontan rigurosamente el problema de instrumentos débiles.

Normatividad:

Las representaciones económicas dinámicas de equilibrio general nekeynesianos (DSGE-NK) son importantes y de uso común por las autoridades de política que diseñan políticas monetarias y fiscales. Conforme el modelo estime mejor las ecuaciones macroeconómicas estructurales, mejor se representará la realidad económica. El uso frecuente de estos modelos por parte de las autoridades señala la relevancia de considerar metodologías alternativas que podrán describir con mayor precisión la realidad económica. Asimismo, la formulación de políticas

que tome en consideración ecuaciones mejor identificadas otorgará políticas más eficientes.

Caso peruano:

El rol principal del Banco Central de Reserva es regular la moneda y el crédito en el país. Asimismo, sigue un esquema de política monetaria por objetivos de inflación, esto se expresa en la implementación de bandas de tolerancia.

Así pues, se tolera ciertas desviaciones en torno a la inflación meta, buscando preservar la inflación dentro de un rango meta que se ubica entre 1% y 3%.

Esta tesis es relevante pues considera en su análisis los objetivos de política monetaria que tenga un Banco Central. Esto se vería representado en la formulación de la función de bienestar social que se haría en la comparación de las políticas monetarias.

Capítulo II: Marco teórico

2.1 Antecedentes de la investigación

Mavroeidis, Plagborg-Møller & Stock (2014) examinaron las metodologías de estimación y el respaldo empírico sobre la influencia de las expectativas en la curva de Phillips NK, haciendo énfasis en el problema de instrumentos débiles.

Asimismo, estudiaron las características de una gama de distintas estimaciones que asumen información limitada y expusieron la razón de las discrepancias encontradas en las conclusiones en la literatura asociada.

Además, señalaron que la academia actual se enfrenta a un fuerte nivel de fuerte incertidumbre de especificación y argumentaron que la este campo de estudio ha alcanzado el límite de lo que se llega a comprender acerca de la curva de Phillips NK usando variables macroeconómicas a lo largo del tiempo y apuntan al requerimiento de contar con enfoques de identificación alternativos y novedosos conjuntos de información.

Por otro lado, Mavroeidis (2010) estudia la identificación de Clarida et al. (2000) de la regla de política considerando el obstáculo de identificación asociado al modelo. Una de sus principales conclusiones consiste en el fuerte requerimiento de contar con metodologías robustas a problemas de identificación para la inferencia en DSGE, ya que los resultados pueden ser muy diferentes con respecto a métodos no robustos a este problema.

Por otro lado, Yogo (2004) estudia el impacto del uso de instrumentos que son débiles en la estimación de la elasticidad de sustitución intertemporal usando la ecuación de Euler.

Las metodologías tradicionales de estimación con instrumentos generan un enigma empírico en donde la elasticidad intertemporal de sustitución es menor que 1 pero su recíproca no es diferente de 1.

Yogo, presenta que el uso de instrumentos débiles impacta en la identificación en la elasticidad de sustitución intertemporal y que estos pueden explicar el enigma. Además, muestra regiones de confianza para los coeficientes de la elasticidad de sustitución intertemporal.

Finalmente, se consideró el trabajo de Banichon & Mesters (2020), en donde desde una perspectiva de la econometría frecuentista usan secuencias de shocks estructurales independientes como instrumentos.

Stock & Watson (2016) presentan que estos shocks se entienden como perturbaciones macroeconómicas imposibles de prever, como, por ejemplo: un aumento inesperado del precio del gas por problemas de abastecimiento, un aumento imprevisto de la tasa de interés de referencia por parte del banco central, una imprevista mejora en la productividad o un inesperado cambio en la demanda agregada.

Estas perturbaciones macroeconómicas tienen efectos imprevistos en las variables económicas, por ejemplo, una política monetaria expansiva reduce el tipo de interés a corto plazo. Dado que estas perturbaciones son autónomas, no están correlacionados con otras perturbaciones y al ser inesperadas, no están autocorrelacionadas.

Dado que estas perturbaciones no están correlacionadas con otras variables y otros choques, es de esperar que se consideraren buenas candidatas en estimaciones relacionadas al uso de variables instrumentales.

La estimación propuesta por Barnichon & Mesters (2020) es robusta al problema de contar con instrumentos débiles y contar con muchos instrumentos. Ellos estimaron la curva de Phillips usando como instrumentos a los choques monetarios, además presentaron que las estimaciones convencionales pueden subestimar el coeficiente de la pendiente de la curva de Phillips. Su estimación resultó ser robusta al problema de no relevancia en sus instrumentos y presentaron

que existen valores distintos en su estimación respecto a estimaciones convencionales.

2.2 Limitaciones de la literatura revisada

Muchas de las limitaciones de las investigaciones realizadas en el pasado han sido superadas en la actualidad gracias al nuevo conocimiento que ha aportado el paso del tiempo. Sin embargo, luego de revisar las últimas investigaciones, concluimos que aún existen limitaciones que no han podido ser superadas.

Para esta investigación, el limitante más relevante sería la imposibilidad frecuente de tener una correcta identificación de instrumentos que sean válidos para sobreponerse a los problemas de endogeneidad encontrados en las estimaciones de las ecuaciones macroeconómicas; la falta de información es el principal problema. Se espera que en un futuro la academia disponga de un conjunto más rico de información con el que se pueda buscar con mayor efectividad instrumentos válidos para realizar las estimaciones del caso.

Básicamente, esta es la gran limitante en el campo del estudio econométrico de los modelos DSGE.

La presente investigación hace uso de una nueva estimación presentada por Barnichon & Mesters (2020), para superar esta limitante que tiene la econometría dominante en la actualidad.

2.3 Fundamentos teóricos

2.3.1 Cuestiones de endogeneidad y ecuaciones estructurales

Se presenta una expresión general de una ecuación que contiene expectativas de variables a futuro:

$$y_t = \gamma_b y_{t-1} + \gamma_f E_t(y_{t+1}) + \lambda x_t + e_t \quad (1)$$

Donde y_t depende de su rezago, de su valor esperado a futuro $E_t(y_{t+1})$, de una variable exógena x_t y de un choque o perturbación e_t . El operador $E_t(\cdot)$ considera la información disponible en el tiempo t , denotada por \mathcal{F}_t .

La formulación de la variable x_t considera las desviaciones de su nivel natural, lo que implica que no es observable directamente. Por ejemplo, la brecha de desempleo depende de valores de precios que no se pueden observar en la realidad.

Los coeficientes relevantes son λ , γ_b y γ_f . La identificación de estos parámetros es complicada debido a la presencia de endogeneidad.

Reescribo la expresión general de la siguiente forma para observar de cerca los problemas de endogeneidad:

$$y_t = \gamma_b y_{t-1} + \gamma_f y_{t+1} + \lambda \hat{x}_t + \underbrace{e_t - \gamma_f (y_{t+1} - E_t(y_{t+1})) - \lambda (\hat{x}_t - x_t)}_{u_t} \quad (2)$$

donde \hat{x}_t es la variable proxy conocida y observable de la variable x_t .

Es así que las primeras tres variables del lado derecho de la expresión (2) se pueden observar y u_t representa el término de error inobservable.

Se observan 3 fuentes de endogeneidad:

- Confusión del término del error y sesgo por simultaneidad:

u_t afecta a \hat{x}_t y simultáneamente a y_t a considerando el sistema de ecuaciones, en el que se tiene que $E_t(y_t u_t) \neq 0$.

- Problemas en la identificación de x_t :

x_t no es observable, por lo tanto, tendrá errores de medición ($E_t(\hat{x}_t u_t) \neq 0$).

- La expectativa de inflación es inobservable:

$E_t(y_{t+1})$ es inobservable, por lo tanto, es natural esperar que haya errores de medición, esto ocasiona que $E_t(y_{t+1} u_t) \neq 0$.

Debido a estos problemas asociados a la endogeneidad no se puede usar mínimos cuadrados ordinarios para calcular de forma consistente los parámetros de la expresión (2).

La manera convencional para afrontar manejar la presencia de endogeneidad tratando a y_{t-1} como variable predeterminada y tomar como instrumentos a los rezagos de las variables observables. En esta línea, se expresa $z_t^l = (y_{t-2}, \widehat{x_{t-1}})$ dándose condiciones en las que las 3 fuentes del sesgo por endogeneidad dejan de existir si se emplea como instrumento a z_t^l .

- $E(e_t, z_t^l) = 0$ pues $E_{t-1}(e_t) = 0$ se plantea que el error no exhibe correlación en serie.
- $E((y_{t+1} - E_t(y_{t+1})), z_t^l) = 0$ pues $E_t(y_{t+1} - E_t(y_{t+1})) = 0$ cuando las expectativas son racionales y se aplica la ley de expectativas iteradas.
- $E((\hat{x}_t - x_t)z_t^l) = 0$, por lo cual esta diferencia $\hat{x}_t - x_t$ no cuenta con correlación en serie.

Estas condiciones implican que $E(u_t z_t^l) = 0$ y z_t^l cumple el supuesto de exogeneidad estricta. Igualmente, se puede concluir para todo z_{t-j}^l con $j \geq 0$.

Dado que es complicado identificar rezagos de variables económicas que satisfagan la condición de exogeneidad estricta y tengan una fuerte correlación con la esperanza de las variables económicas a futuro, esta perspectiva se cuenta con tres obstáculos significativos (Barnichon & Mesters, 2020).

Para comenzar, los rezagos de las variables instrumentales en general son débiles, esto genera incertidumbre en el muestreo y provoca que el cálculo de los coeficientes sea sensibles ante ligeras variaciones en las opciones de especificación, el conjunto de variables del lado derecho o el período de muestra (por ejemplo, Mavroeidis, Plagborg-Møller y Stock, 2014).

Asimismo, las metodologías tradicionales para estimar los errores estándar y e intervalos de confianza estadística suelen ser incorrectos cuando las variables instrumentales son débiles y resulta ser necesario usar métodos robustos (Kleibergen y Mavroeidis, 2009).

En segundo lugar, es necesario que ningún componente de u_t tenga correlación con las variables instrumentales.

Una manera de afrontar este problema es aumentando el número de rezagos en las variables instrumentales; utilizar z_{t-i} ($\forall i > 0$) en lugar de z_t como instrumento.

Desafortunadamente, al aumentar el número de rezagos se agrava el problema de no relevancia en los instrumentos pues se desemboca en una relación de intercambio entre el supuesto de relevancia y la supuesto de exogeneidad (Mavroeidis, Plagborg-Møller y Stock, 2014, p163).

2.3.2 Uso de shocks estructurales como instrumentos

Se demuestra que los shocks estructurales (correctamente seleccionados) resultan ser variables instrumentales válidas para calcular correctamente los parámetros de las ecuaciones como en (2). Se entiende al choque estructural ε_t^i de media cero, de clasificación i y para el período t . Dependiente de i , ε_t^i puede referirse a un choque de tecnología, fiscal, monetario, de precio del petróleo, de crédito, etc (Ramey, 2016).

El método de identificación de los coeficientes hace uso de secuencias de choques estructurales $\varepsilon_{t:t-H}^i \equiv (\varepsilon_t^i, \dots, \varepsilon_{t-H}^i)'$.

Para considerar como instrumentos validos los choques estructurales deben de qcumplir las siguientes condiciones:

Exogeneidad:

$$E(\varepsilon_{t:t-H}^i u_t) = 0$$

Relevancia:

$$E(\varepsilon_{t:t-H}^i (y_{t-1}, y_{t+1}, \hat{x}_t)) = \text{Matriz con rango igual a número de columnas}$$

El hecho de que los choques estructurales sean considerandos validos se pone a prueba a partir del análisis de la ecuación estructural de interés, ya que las condiciones de exogeneidad y relevancia asumen que las variables instrumentales no pueden tener una correlación con la perturbación de la ecuación estructural y que no pueden tener una correlación débil con las variables que componen dicha ecuación.

Como ejemplo, los choques de demanda deberían considerarse variables instrumentales adecuadas para estimar la ecuación de oferta agregada. De igual manera, los shocks de oferta son adecuados para estimar la ecuación de demanda. Estos casos muestran cómo distintos tipos de choques pueden ser utilizados como instrumentos válidos en distintos enfoques de modelización económica.

2.3.3 Intuición: Identificación haciendo uso de choques estructurales

De manera intuitiva, se presenta cómo el enfoque elegido aborda la identificación de los parámetros de las ecuaciones de interés al reformularlo como la identificación de las respuestas ante impulsos estructurales agregados, un problema ampliamente conocido en macroeconomía. Esta perspectiva ofrece una nueva aproximación que permite analizar las relaciones causales entre las variables macroeconómicas de una manera más efectiva y comprensible.

Se reescriben los supuestos de exogeneidad y relevancia en función a las respuestas del impulso de los choques $\varepsilon_{t,t-H}^i$. Con el objetivo de mantener la demostración sencilla se supone que los shocks no guardan correlación entre sí, que todas las variables son estacionarias y que las variables $y_{t-1}, y_{t+1}, \hat{x}_t$ y el residuo u_t pueden reescribirse como funciones de shocks estructurales.

De esta manera los supuestos de relevancia y exogeneidad se pueden reexpresar como:

Relevancia: $[\mathcal{R}_{h-1}^y, \mathcal{R}_{h+1}^y, \mathcal{R}_h^x]$ (Linealmente independientes)

Exogeneidad: $\mathcal{R}_h^u = 0 \quad \forall h = 0, \dots, H$

donde \mathcal{R}_h^j es la función impulso respuesta de la variable j_t para $j = u$ y \hat{x} del choque estructural ε_{t-H}^i .

El supuesto de exogeneidad reformulado consiste en que la respuesta al impulso de u_t al choque sea 0.

De manera intuitiva, en caso los estimadores de los parámetros $(\lambda, \gamma_f, \gamma_b)$ sean iguales a sus valores paramétricos, la respuesta del residuo debe ser igual a cero.

El supuesto reformulado de la relevancia implica que los vectores que contienen a las respuestas de la variable observada \hat{x}_t y las respuestas al impulso del pasado y del futuro de la variable explicada no conforman un conjunto linealmente dependiente.

A continuación, se pos-multiplica la expresión (2) por ε_{t-h}^i , se aplica la la expectativa y se usa el supuesto de exogeneidad para tener:

$$\mathcal{R}_h^y = \gamma_b \mathcal{R}_{h-1}^y + \gamma_f \mathcal{R}_{h+1}^y + \lambda \mathcal{R}_h^{\hat{x}_t} \quad \forall h = 0, \dots, H \quad (3)$$

La ecuación (3) consiste en que todos los datos relevantes para obtener buenos estimadores de los parámetros de las ecuaciones de interés está contenida en las respuestas a las funciones impulso de los choques estructurales.

En la misma línea, se puede identificar los coeficientes de las ecuaciones estructurales haciendo uso de una regresión -a lo largo de h - de la respuesta al impulso de la variable explicada sobre su propio adelanto y rezago, y sobre la respuesta al impulso de las variables explicativas, por lo que se podría realizar una regresión en el "espacio de respuesta al impulso".

El supuesto de relevancia se puede considerar como la el cumplimiento de la no multicolinealidad en el modelo de mínimos cuadros ordinarios.

2.3.4 Identificación usando choques estructurales

Con el objetivo de presentar el enfoque, se estudian las siguientes ecuaciones: la regla de política monetaria, la ecuación de Euler y la curva de Phillips.

Para cada ecuación, se sustenta que una buena selección de choques estructurales permite generar estimaciones instrumentales válidas bajo supuestos razonables.

Curva de Phillips:

Se estudia la versión nuevo keynesiana híbrida presentada por Galí & Gertler (1999), para una economía cerrada dada por:

$$\pi_t = \gamma_b \pi_{t-1} + \gamma_f E_t(\pi_{t+1}) + \lambda x_t + \varepsilon_t^s \quad (4)$$

ε_t^s expresa un aumento exógeno de costos (autocorrelacionado posiblemente), π_t corresponde a la inflación, $x_t = g_t - g_t^n$ la brecha de producción que depende de g_t^n , el nivel natural de producción.

Según Galí (2015), los parámetros γ_b , γ_f , y λ , son funciones de parámetros estructurales profundos de un modelo subyacente.

Es evidente que la curva de Phillips se acomoda naturalmente al marco general de una ecuación que contiene expectativa de variables futuras (1).

Con el objetivo de resaltar la endogeneidad de la curva de Phillips, se reescribe la expresión (4) y se tiene:

$$\pi_t = \pi_{t-1}\gamma_b + \pi_{t+1}\gamma_f + \lambda\hat{x}_t + \underbrace{\varepsilon_t^s - \gamma_f(\pi_{t+1} - E_t(\pi_{t+1})) - \lambda(\hat{x}_t) - x_t}_{u_t} \quad (5)$$

Se observan tres fuentes de endogeneidad en esta expresión: (i) la expectativa de la inflación es inobservable, (ii) existe un error de medición en x_t pues el nivel natural de producción g_t^n no es observable, y (iii) los cost-push-factors ε_t^s afectan tanto a la inflación como a x_t a partir de la reacción de la política monetaria a las variaciones de la inflación (McLeay & Tenreyro, 2018, Kareken & Solow, 1963).

A continuación, se sostiene que $\varepsilon_{t:t-H}^m$, los shocks monetarios, son instrumentos adecuados para estimar la curva de Phillips y son desviaciones del típico comportamiento del banco central (Cochrane, 2004; Romer & Romer, 2004), es decir, que son variables tanto (i) exógenas como (ii) relevantes.

- Exogeneidad:

Este supuesto, $E(\varepsilon_{t:t-H}^i = 0)$, se mantiene si los shocks son ortogonales a las expectativas de inflación, a la brecha de producción, y a los cost-push-factors.

Siempre que la respuesta de la política monetaria a la inflación pueda generar una correlación entre los cost-push-factors y la brecha del producto, los shocks son innovaciones en la implementación de la política monetaria (McLeay & Tenreyro, 2018; Galí, 2015).

Debido a este contexto, estos choques deberían ser ortogonales a los *cost-push-factors* y a brecha de producción. Esta condición se satisface

bajo el supuesto, suave y no controversial, de que, al contar con precios flexibles, el dinero es neutral (Barnichon & Mesters, 2020).

El supuesto de exogeneidad de los choques monetarios y la expectativa de inflación se mantiene bajo la presencia de expectativas racionales o siempre que se disponga de mediciones de expectativas de inflación que sean precisas hasta cierto término de error de medición aditivo.

- Relevancia:

Los choques serán instrumentos relevantes si tienen una correlación con la brecha de producción y con la inflación. Esto implica que tendría que existir una ecuación que conecte la brecha de producción con la tasa de interés, es decir, debería existir una curva IS subyacente.

La existencia de esta correlación no está fundamentada en la identificación de alguna curva IS, sino en la presencia esta curva, de forma que la brecha de producción pueda ser afectada por la tasa de interés.

La presencia de una curva IS es común de encontrar en la muchos de los modelos macroeconómicos por lo que se asume que este enfoque no es controvertido.

Asimismo, debido a que la curva de Phillips (4) contiene a tres variables que son endógenas (la brecha de producción, el futuro de la inflación y el rezago de la inflación), la satisfacción del supuesto de relevancia requiere que los valores estimados en la primera etapa de las variables explicativas endógenas conformen un conjunto que sea linealmente independiente.

A partir del desarrollo de esta intuición, se presenta que el supuesto de relevancia se mantiene si las respuestas del rezago de la

inflación, la brecha de producción y la inflación futura no son funciones colineales entre sí.

Además, dado que se emplea una curva de Phillips híbrida ($\gamma_b > 0$), se puede asumir que se mantiene el supuesto de relevancia incluso si la brecha producto x_t se alinea a ser proceso aleatorio idénticamente distribuido e independiente (iid), por lo que se enfatiza que esta condición no es controversial.

No obstante, el supuesto de rango no es suficiente para una estimación válida por contar con instrumentos débiles (Kleibergen & Mavroeidis, 2009).

La ecuación de Euler:

Consideremos esta expresión linealizada:

$$x_t = \gamma_b x_{t-1} + \gamma_f E_t(x_{t+1}) + \lambda(i_t - E_t(\pi_{t+1})) + r_t^n \quad (6)$$

x_t es la brecha del producto o el consumo agregado y r_t^n es el nivel del estado natural de la tasa de interés.

Esta ecuación (6), se presenta como la piedra angular de una variedad investigaciones acerca de la curva IS dinámica del modelo nuevo Keynesiano (Fuhrer & Rudebusch, 2004), y de la elasticidad de sustitución intertemporal (Ascari, Magnusson y Mavroeidis, 2016; Yogo, 2004; Hall, 1988a).

Se reescribe la expresión (6) para resaltar los problemas de endogeneidad:

$$\hat{x}_t = \gamma_b \widehat{x_{t-1}} + \gamma_f E_t(\widehat{x_{t+1}}) + \lambda(i_t - \pi_{t+1}) + u_t \quad (7)$$

Donde

$$u_t = \lambda r_t^n - \lambda (\pi_{t+1} - E_t(\pi_{t+1})) - \gamma_f (\widehat{x}_{t+1} - E_t(\widehat{x}_{t+1})) + \sum_{i=0,1} (-\gamma_b)^j (\widehat{x}_{t-j} - x_{t-j})$$

en u_t se puede observar el sesgo de endogeneidad de (i) la expectativa de la inflación y de la brecha producto que son inobservables, (ii) el efecto de la simultaneidad de cambios en la tasa de interés real (como shocks de innovación, Galí, 2015), y (iii) error de medición en la brecha producto (dado que el nivel natural de producción es inobservable).

De manera similar al estudio de la curva de Phillips, en este escenario los choques monetarios resultan candidatos válidos para considerarlos como instrumentos adecuados para identificar (7).

Respecto a la curva de Phillips, en este caso el uso de los choques monetarios radica en que los factores de confusión ya no son shocks tipo cost-push-factors, sino son choques de tasa de interés real natural como los shocks de innovación (Galí, 2015).

Nuevamente se sostiene que la condición usual de contar con una política monetaria neutral con precios flexibles considera que los shocks monetarios son ortogonales a cambios en la tasa de interés natural, esto implica que choques monetarios también cumplen el supuesto de exogeneidad para la ecuación de Euler.

Otros potenciales candidatos alternativos para instrumentos son los *cost-push-factors*, pues son relevantes cuando existe una curva de Phillips y una regla de política monetaria subyacentes, de forma que el impulso respuesta de las

variables con endogeneidad de la ecuación de Euler, que son la tasa de interés nominal, la brecha de producción y la inflación formen un conjunto que sea linealmente independiente.

La regla de política monetaria:

El último ejemplo que se analiza es la regla de política monetaria simplificada de Mavroeidis (2010) y Clarida, Galí y Gertler (2000) que se expresa por:

$$i_t = \gamma_b i_{t-1} + \gamma_f E_t(\pi_{t+1}) + \lambda x_t + \varepsilon_t^m \quad (8)$$

Donde ε_t^m denota el choque de política monetaria, i_t la tasa de interés nominal y x_t la brecha de producción.

Reformulando la expresión (8) para resaltar la presencia de endogeneidad se tiene:

$$i_t = \gamma_b i_{t-1} + \gamma_f \pi_{t+1} + \lambda \hat{x}_t + u_t \quad (9)$$

Donde

$$u_t = \varepsilon_t^m + \gamma_f (E_t(\pi_{t+1}) - \pi_{t+1}) + \lambda(x_t - \hat{x}_t),$$

Las causas del sesgo por endogeneidad en (9) se presentan por la relación que tiene la expectativa de inflación no observadas y los choques monetarios con el error de medición en la brecha producto. Según Hayashi (2000), este fenómeno es llamado también sesgo de simultaneidad.

Se concluye que los choques de productividad resultan ser instrumentos apropiados en el caso que haya una curva IS y una curva de Phillips subyacentes con un mecanismo lo suficientemente rico, que permita que las reacciones de la

brecha producto y la inflación ante estos choques no resulten ser funciones colineales entre sí.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

Las estimaciones de los parámetros de las ecuaciones macroeconómicas con expectativas futuras a partir del método propuesto por Barnichon & Mesters (2020) están alineadas con los hechos estilizados.

2.4.2 Hipótesis específica

Las estimaciones de los coeficientes de las ecuaciones con expectativas futuras a través la metodología propuesta son muy diferentes de los coeficientes estimados haciendo uso de estimaciones convencionales.

En el caso de comprobar que las hipótesis son ciertas, y basándose en que las estimaciones convencionales resultan no ser consistentes, se tendrían argumentos para defender que en el diseño de políticas fiscales o monetarias no es recomendable emplear metodologías convencionales de corte frecuentista para estimar ecuaciones macroeconómicas. Queda claro que el método frecuentista de Barnichon & Mesters (2020), debería de posicionarse en la academia económica como una alternativa más segura de estimar ecuaciones macroeconómicas.

Capítulo III: Metodología

3.1 Metodología que enfrenta el problema de endogeneidad

El método propuesto por Barnichon y Mesters (2020) implica realizar una proyección de las ecuaciones estructurales en un espacio que determinado por los valores actuales y rezagados de los shocks estructurales que cuidadosamente se seleccionaron. Las proyecciones de las ecuaciones macroeconómicas en cuestión son suficientes para capturar la relación causal entre las variables.

La estimación en cuestión permite estimar los parámetros de las ecuaciones de interés afrontando de manera robusta la:

- El uso de instrumentos débiles
- Endogeneidad en las variables
- Contar con demasiados instrumentos

Se emplea la inferencia de los coeficientes del modelo general en (1) haciendo uso de shocks estructurales como variables instrumentales.

Para mayor entendimiento, se presenta la versión compacta del modelo:

$$y_t = w_t' \delta + u_t \quad (10)$$

Donde

$$w_t = (y_{t-1}, y_{t+1}, \widehat{x}_t) \quad y \quad \delta = (\gamma_b, \gamma_f, \lambda)'$$

A pesar de que no se pueden observar los shocks estructurales, la literatura aporta una rica variedad de variables que se aproximan a los shocks

estructurales, que afortunadamente permite realizar un análisis inferencial basado en el uso de variables instrumentales (Stock & Watson, 2018).

Con el objetivo de diferenciar a los shocks estructurales y sus proxies se denota a estos últimos por ξ_t^i y se trabaja asumiendo que ξ_t^i está correlacionado sólo con ε_t^i y no con otros shocks.

Por lo que las condiciones de identificación de la sección anterior se cumplen cuando se intercambia $\varepsilon_{t:t-H}^i$ por $\xi_{t:t-H}^i$.

3.2 Estimadores convencionales

Dada la secuencia de proxies $\xi_{t:t-H}^i$, un enfoque directo para estimar δ es emplear el estimador del método generalizado de momentos. En línea con la estimación GMM y siguiendo el aporte de White (1984) se considera la siguiente estimación:

$$\widehat{\delta}^{IV} = (S'_{\xi w} \widehat{\Omega}_{\xi} S_{\xi w})^{-1} S'_{\xi w} \widehat{\Omega}_{\xi} S_{\xi y} \quad (11)$$

donde $S_{\xi w} = \frac{1}{n} \sum_{t=H+1}^n \xi_{t:t-H}^i w'_t$, $S_{\xi y} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \xi_{t:t-H}^i y'_t$ y $\widehat{\Omega}_{\xi}$ es una “weight” matriz definida positiva.

Los conjuntos de condiciones bajo los cuales $\sqrt{n}(\widehat{\delta}^{IV} - \delta_0)$ se aproxima en límite a una distribución normal son presentados por White (1984). A partir de esta aproximación de límites normales, es posible hacer pruebas de hipótesis y armar intervalos de confianza.

Sin embargo, Barnichon & Mesters (2020) mencionan que esta metodología es ingenua debido a que no afronta con robustez dos obstáculos: muchos instrumentos y instrumentos débiles.

En primer lugar, no necesariamente los choques estructurales explican fuertemente variaciones las variables del modelo. En estos casos, según lo expuesto, los choques resultan ser instrumentos débiles. Se considera que los instrumentos son débiles cuando la correlación que tienen con las variables explicativas, dada cualquier variable de control, se aproxima al cero. En el caso de contar con una correlación significativamente baja, los cálculos convencionales basados en la distribución de mínimos cuadrados en dos etapas y otras técnicas de estimación instrumental pueden volverse poco confiables. Esto puede dar lugar a estimaciones sesgadas, pruebas de hipótesis inexactas e intervalos de confianza que no capturan adecuadamente el valor real del parámetro. Estos problemas han sido discutidos en estudios como el de Andrews, Stock y Sun (2019).

Asimismo, se debe tener presente un horizonte temporal para los shocks estructurales entre 12 y 20 para datos trimestrales, ya que según Barnichon & Mesters (2020) mencionan que este es el horizonte que permite encontrar reacciones de las variables macroeconómicas que sean diferentes de cero.

Además, debido a que se cuenta con un alto número de instrumentos respecto a la muestra de observaciones, se presenta otra desventaja conocida como "problema de muchos instrumentos". Esta situación implica que el estimador generalizado de momentos $\hat{\delta}^{IV}$ no ofrece una descripción precisa de su dinámica en muestras finitas, tal como se ha señalado en el estudio de Bekker (1994).

Finalmente, Andrews y Stock (2007) señalan que las pruebas de hipótesis de estimaciones convencionales de instrumentos débiles tienen baja potencia cuando se cuentan con muchos instrumentos.

3.3 Estimación inferencial restringida de Almon con el estadístico *AR*

La metodología de inferencia propuesta en la presente investigación forma parte de la literatura de estimaciones robustas con instrumentos débiles (Andrews, Stock & Sun, 2019), al considerar estadísticos que no dependan de variables explicativas que tengan una fuerte correlación con los instrumentos.

Además, se evita el problema de muchos instrumentos al acotar la cantidad de instrumentos desarrollando el concepto de respuesta al impulso.

Se prueba la hipótesis $H_0: \delta = \delta_0$ empleando el supuesto de exogeneidad $E(\xi_{t:t-H}^i u_t) = 0$, donde se prueba H_0 según el modelo de rezago distribuido:

$$y_t - w_t' \delta_0 = \theta' \xi_{t:t-H}^i + \eta_t \quad (12)$$

θ es un vector de los impulsos respuesta del residuo $(H + 1) \times 1$ respecto a las variables proxies de los shocks $\xi_{t:t-H}^i$, y η_t es una perturbación (se señala que se ha sustituido la representación de los impulsos respuestas de \mathcal{R} a θ para señalar que son los impulsos respuesta de las variables proxy de los shocks).

Bajo el cumplimiento de la hipótesis nula, el supuesto de exogeneidad estricta conlleva que la respuesta al impulso θ es 0. Por esto, basta con probar que si $\theta = 0$ para analizar el cumplimiento de la hipótesis nula $H_0: \delta = \delta_0$. Con el fin de desarrollar intuición se menciona que para estimaciones cercanas a sus valores paramétricos reales, la respuesta del residuo $u_t = y_t - w_t' \delta_0$ al impulso de las

aproximaciones de los shocks no debería ser distinto de cero. En cambio, para estimaciones alejadas de los valores de los parámetros, el impulso respuesta del residuo tendría que ser una combinación de los impulsos respuestas de y_t , \hat{x}_t , el futuro y pasado de y_t y, por tanto, ser diferente de cero.

Esta metodología de inferencia fue usada por Anderson & Rubin (1949), y con su enfoque se prueba $H_0: \delta = \delta_0$ asumiendo que $\theta = 0$ usando el estadístico de tipo Anderson-Rubin (*AR*).

$$AR[\delta_0] = \hat{\theta}' \widehat{\Sigma}_\theta^{-1} \hat{\theta} \quad (13)$$

$\hat{\theta}$ es el estimador MCO usado en (12) y $\widehat{\Sigma}_\theta$ se refiere a un estimador Newey-West que por concepto es robusto a la presencia de autocorrelación y heterocedasticidad.

Una propiedad relevante del estadístico *AR* es que su distribución asintótica no requiere que se cumpla el supuesto de relevancia, respecto a la fuerza de los instrumentos.

Sin embargo, debido a que hay muchos instrumentos respecto a la muestra, las pruebas de hipótesis correspondientes al estadístico *AR* tienen propiedades de poder y tamaño pobres (Andrews, Stock y Sun, 2019).

Con el objetivo de abordar este problema, se emplea el hecho de que las variables macroeconómicas tienen respuestas al impulso suaves. A partir de esto, se sugiere la parametrización de Almon (1965) que consiste expresar la respuesta al impulso θ como una función polinómica a través de una parametrización:

$$\text{para } h = 0, \dots, H : \quad \theta_h = a + b.h + c.h^2 \quad (14)$$

a, b, c son los términos del polinomio. Se debe mencionar que se pueden explorar estructuras polinomiales alternativas para θ_h , estas funciones son valiosas en esta situación porque el enfoque para la estimación sigue siendo lineal.

Haciendo uso de la formulación de Almon el número de instrumentos se reduce a tres:

$$z_t^i = \left(\sum_{h=0}^H \xi_{t-h}^i, \sum_{h=0}^H h \xi_{t-h}^i, \sum_{h=0}^H h^2 \xi_{t-h}^i \right) \quad (15)$$

y se reescribe el modelo (12) como:

$$y_t - w_t' \delta_0 = \theta_a' z_t^i + \eta_t \quad (16)$$

donde los valores a hallar son los términos $\theta_a = (a, b, c)'$ del polinomio de Almon.

El nuevo conjunto de variables instrumentales z_t^i cumple con la condición de exogeneidad debido a que $E(z_t^i (y_t - w_t' \delta_0)) = 0$ bajo H_0 al ser una función lineal determinada por shocks estructurales que son exógenos.

En casos en los que las respuestas al impulso no exhiben una forma suave y el polinomio cuadrático no proporciona una buena aproximación, se mantiene la validez del enfoque. En estas situaciones, la parametrización de Almon representa únicamente una menor potencia sin comprometer la integridad del método.

Se propone el estadístico *AR* restringido por Almon con igual número de instrumentos y variables endógenas:

$$AR_a[\delta_0] = \widehat{\theta}_a' \widehat{\Sigma}_{\theta_a}^{-1} \widehat{\theta} \quad (17)$$

Donde

$$\widehat{\theta}_a = \left(\sum_{t=H+1}^n z_t^i z_t^{i'} \right)^{-1} \sum_{t=H+1}^n z_t^i (y_t - w_t' \delta_0), \quad \widehat{\Sigma}_{\theta_a} = \left(\sum_{t=H+1}^n z_t^i z_t^{i'} \right)^{-1} \widehat{s}_u^2$$

Además, \widehat{s}_u^2 es una estimación consistente en varianza de largo plazo de $u_t = y_t - w_t' \delta_0$ cualquiera.

La estructura de la varianza $\widehat{\Sigma}_{\theta_a}$ se fundamenta por el supuesto de que el número de instrumentos aumenta con el tamaño de la muestra, $\frac{H}{n} \rightarrow c \in (0,1)$ conforme $n \rightarrow \infty$.

En particular, considerando la presencia de heterocedasticidad y autocorrelación en el residuo u_t y en la variable aproximada del choque estructural ξ_t^i , si los shocks son exógenos estrictamente, $E(u_t \xi_s^i) = 0$ para todos los (s, t) , el estadístico de Anderson & Rubin parametrizado usando la formulación de Almon tiende en distribución a una χ^2 bajo leves condiciones de regularidad. Los intervalos de confianza para δ se estiman invirtiendo el estadístico AR_a tomando en consideración niveles distintos de $\delta <_0 \in C \subset R^3$.

3.4 Inferencia a partir de un subconjunto del AR restringido de Almon

Con el objetivo de realizar inferencia en subconjuntos del estadístico se separan los valores de δ en (β', α') . La hipótesis nula relevante se expresa por $H_0: \beta = \beta_0$ y se etiqueta a los valores de α como valores de perturbación.

Para evaluar la hipótesis sin suponer fuerte identificación se emplea una alternativa que se fundamente en Stock y Wright (2000), Kleibergen y Mavroeidis (2009) y Guggenberger et al. (2012):

$$AR_{a,s}[\beta_0] = \min_{\alpha \in \mathcal{R}^{\dim(\alpha)}} AR_a[(\beta'_0, \alpha'_0)] \quad (18)$$

$AR_{a,s}[\beta_0]$ está acotado por encima por una variable χ^2 cuyos grados de libertad corresponden a la dimensión del vector β ; en otras palabras

$$AR_{a,s}[\beta_0] \xrightarrow{d} \chi^2(\dim(\beta))$$

Para estimar el subconjunto AR se procede a minimizar $AR_a[(\beta'_0, \alpha'_0)']$ respecto a α y posteriormente se evalúan $AR_{a,s}[\beta_0]$ respecto a los valores críticos de la χ^2 ($\dim(\beta)$).

3.5 Metodología de comparación de resultados en funciones de bienestar (Pérez, 2020 y Svensson, 1999)

Se plantean dos modelos DSGE nuevo keynesianos (DSGE-NK), uno de ellos usa la estimación GMM para estimar las ecuaciones macroeconómicas y el otro modelo hace uso de la metodología de Barnichon & Mesters (2020). Luego, para ambos modelos se realiza una simulación de una economía sujeta a choques. Posteriormente, se identifica la política monetaria que maximiza el valor de una función de bienestar de la economía (para ambos modelos) cuyas variables corresponden a desviaciones del producto y/o inflación. Según las nuevas ecuaciones propuestas por Barnichon & Mesters (2020), se simula cuánto se demora en volver a su estado estacionario el producto y la inflación cuando se toma la mejor decisión según las nuevas ecuaciones y cuando se usa la mejor decisión según las ecuaciones estimadas por GMM (no robusto a instrumentos débiles). Se señala que la diferencia de periodos en llegar a la senda eficiente intuitivamente es la caída en la eficiencia en la política fiscal o monetaria por errores de medición de las ecuaciones macroeconómicas estructurales.

Dado que esta metodología permite identificar que una economía con una política monetaria que parte del uso de estimaciones convencionales en presencia de instrumentos débiles expresará mayor tiempo en el que la inflación y/o el producto permanecen fuera de su senda eficiente con respecto a la economía que usa estimaciones robustas al problema de instrumentos débiles, podemos decir que la política que parte de metodologías no robustas a instrumentos débiles es menos eficiente pues resultará en más periodos en el que la inflación y/o el producto no están en la senda eficiente.

Asimismo, se usa la diferencia del valor de la función de bienestar intertemporal de la economía como un indicador de la pérdida de eficiencia de usar una política monetaria que no considere una correcta identificación de las ecuaciones macroeconómicas estructurales.

En Pérez (2020), quien toma ideas de Galí (2015), se minimiza una función de bienestar intertemporal en términos de desviaciones respecto del producto e inflación, cada una con pesos que representen las metas que tenga el respectivo banco central.

Asumiendo que el valor del coeficiente de descuento intertemporal es muy cercano a la unidad (Svensson, 1999), se puede simplificar la función y expresarla como una suma ponderada de las varianzas de las desviaciones.

$$\mathcal{L}_\alpha = \alpha \text{var}(x_t) + (1 - \alpha) \text{var}(\pi_t)$$

En la presente investigación se determinará la política óptima como aquel vector de choques monetarios (del modelo DSGE-NK) que minimice una función de

bienestar intertemporal en términos de los costes de desviarse de los valores estacionarios de la brecha producto y la inflación.

Se justifica la inclusión de la tasa subjetiva de descuento en la formulación de la función de pérdida de bienestar pues Woodford (2003), presenta una función de pérdida del banco central a partir de la aproximación cuadrática de la función de utilidad del hogar.

$$\mathcal{L}_\alpha = \sum_{t=0}^N \beta^t (\alpha \text{ desv}(x_t) + (1 - \alpha) \text{ desv}(\pi_t))$$

3.6 Esquema resumen de la metodología

Se presenta un esquema que para presentar la metodología de la tesis. Primero se estima los parámetros de las ecuaciones macroeconómicas *forward looking* haciendo uso una metodología convencional no robusta a instrumentos débiles y otra metodología que es robusta a instrumentos débiles.

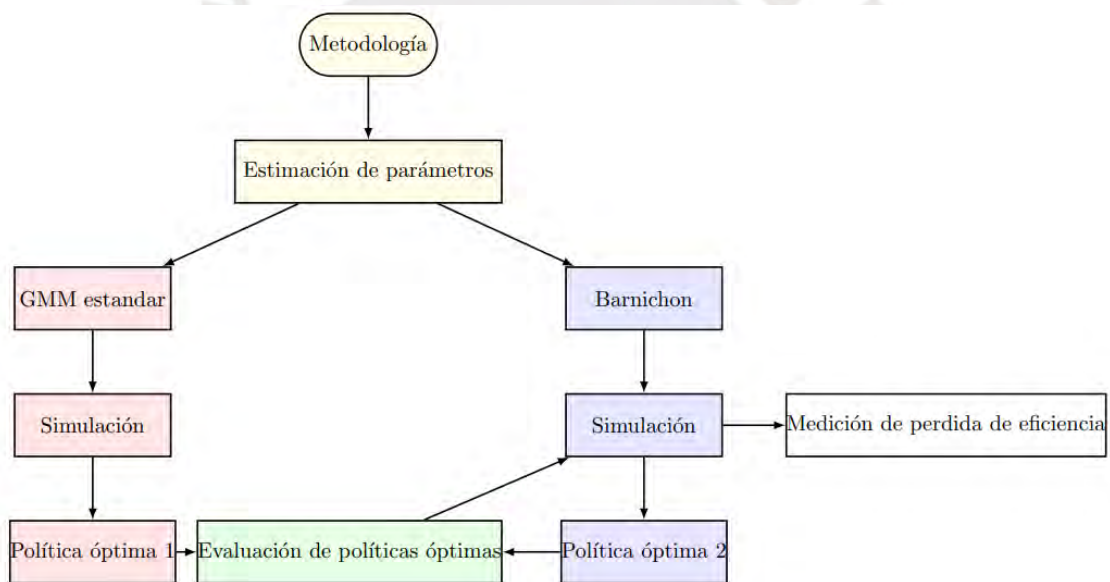
Luego se procede a realizar una simulación a partir del modelo DSGE usando las ecuaciones estimadas con el objetivo de hallar una política monetaria que busque minimizar la pérdida de bienestar en la economía ante choques estructurales exógenos. Luego las políticas monetarias son evaluadas en el modelo DSGE-NK que usa las ecuaciones correctamente identificadas con el objetivo de determinar cuál sería la pérdida de eficiencia de una política monetaria que usa ecuaciones mal identificadas.

Dado que la función de bienestar intertemporal propuesta por Pérez (2020), es expresada por las desviaciones del producto e inflación a lo largo del tiempo, la

pérdida de eficiencia de una política monetaria corresponde al exceso de tiempo que experimenta una economía con la inflación y/o el producto lejos de su equilibrio (*steady state*) con respecto a una economía con una política monetaria que considera en su diseño estimaciones de ecuaciones macroeconómicas robustas al problema de instrumentos débiles.

Debido a esto se puede afirmar que la política que parta de metodologías de estimación no robustas a instrumentos débiles es menos eficiente, pues resultará en más periodos en el que la inflación y/o el producto no están en la senda eficiente.

Gráfico 1. Esquema resumen de metodología



3.7 Características de las variables a considerar

La frecuencia de las variables relevantes es trimestral y miden el desempeño macroeconómico del país de los Estados Unidos.

Toda variable usada en el presente trabajo de investigación mide el comportamiento de variables económicas a lo largo de un tiempo comprendido entre el año 1970 y el año 2007 para Estados Unidos. Esto es así debido a que se usa como variable instrumental a los choques monetarios Romer & Romer (2004)

estimados por Teneyro & Twaites (2016), cuyo aporte es la obtención de la serie más extensa de choques monetarios Romer & Romer (2004).

3.7.1 La inflación

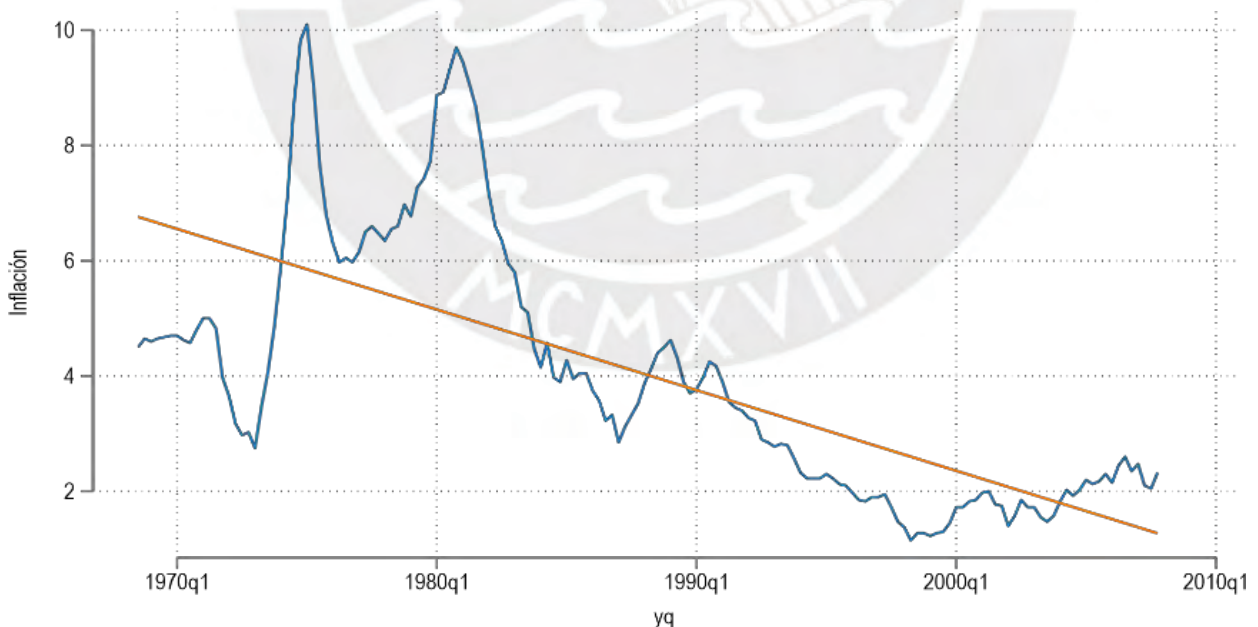
Alineado al trabajo realizado por Barnichon & Mesters (2020), se usa la inflación anualizada expresada por:

$$\pi_t^4 = \frac{1}{4}(\pi_{t-1} + \pi_{t-2} + \pi_{t-3} + \pi_{t-4})$$

Además, se emplea la variación porcentual del *Personal Consumption Expenditures* (PCE) como inflación en tiempo presente.

En el gráfico 2, se observa la inflación trimestral anualizada de EEUU desde el año 1970 hasta el año 2007.

Gráfico 2. Inflación de anualizada de Estados Unidos



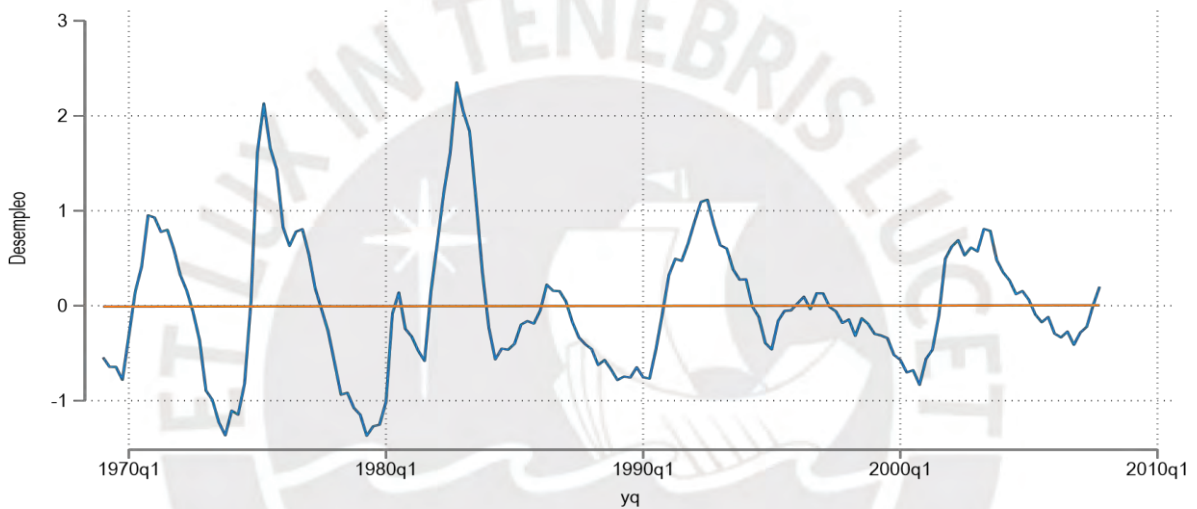
Fuente: Bureau of Economic Analysis U.S.

3.7.2 Brecha de desempleo

Para determinar las brechas de desempeño, se usó la tasa desestacionalizada del *raw unemployment*. Además, se excluyó la tendencia de la serie empleando el filtro de Hodrick Prescott con un coeficiente de suavizamiento de 1600.

En el gráfico 3 se observa esta variable desde el año 1970 hasta el 2007.

Gráfico 3. Tasa de desempleo en los Estados Unidos



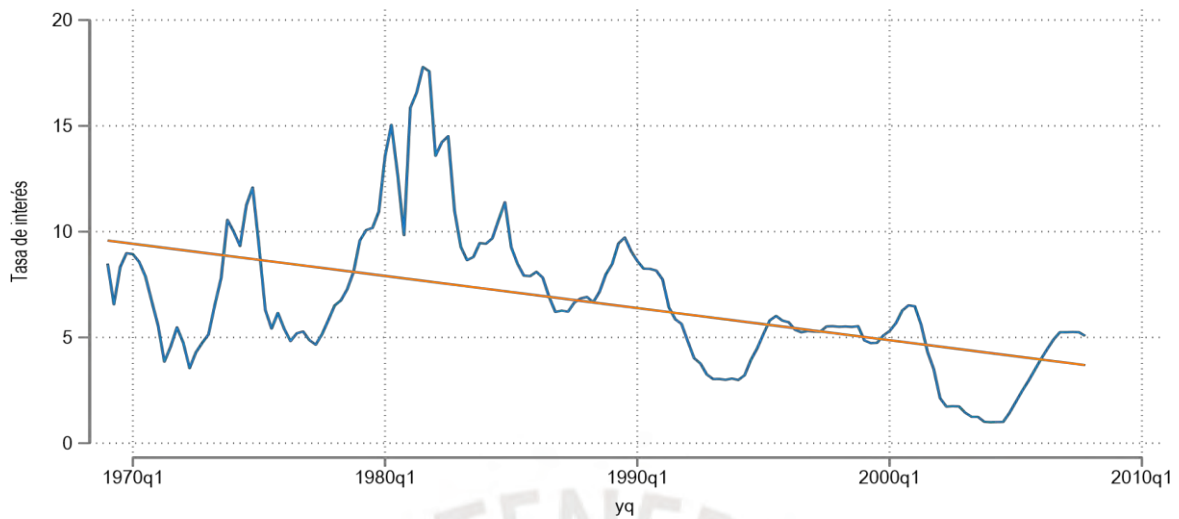
Fuente: *Bureau of labor Statistics U.S.*

3.7.3 La tasa de interés nominal

Se empleó la tasa desestacionalizada del *Federal Funds Effective Rate* y se excluyó la tendencia de la serie empleando el filtro de Hodrick Prescott con un coeficiente de suavizamiento de 1600.

En el gráfico 4 se observa la dinámica de esta variable desde el año 1970 hasta el 2007.

Gráfico 4. Tasa de interés



Fuente: U.S. Congressional Budget Office & Bureau of Economic Analysis U.S.

3.7.4 Brecha producto

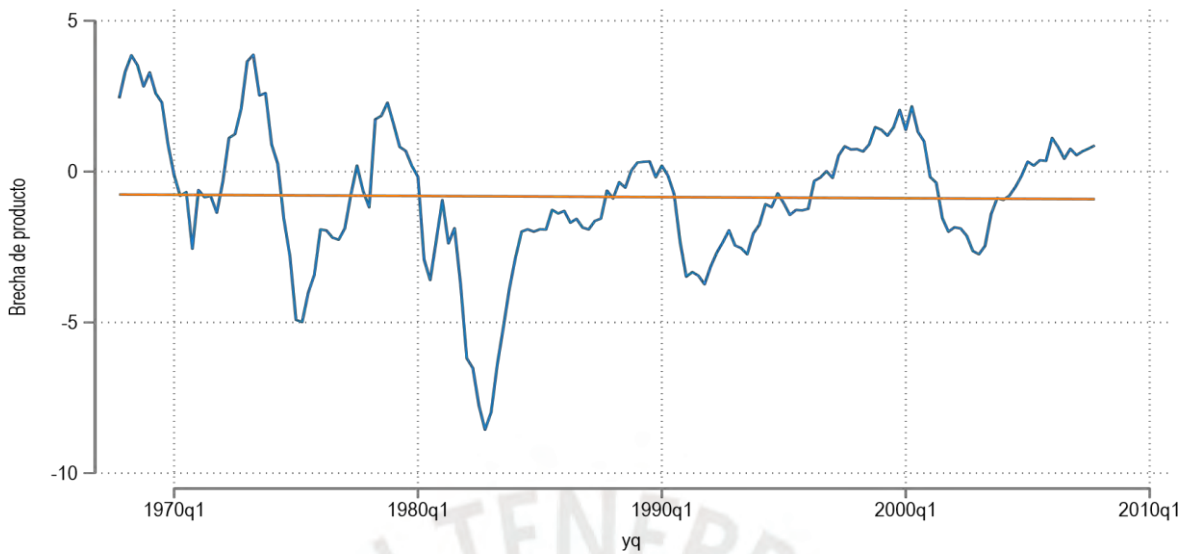
Para estimar esta variable, se usó el PBI potencial y el PBI real, estas están medidas en términos nominales (billones de dólares). Además, se excluyó la tendencia de la serie y se desestacionalizó la misma, empleando el filtro de Hodrick Prescott con un coeficiente de suavizamiento de 1600.

El cálculo de la brecha producto es el siguiente:

$$\hat{x}_t = \frac{PBI_{real} - PBI_{potencial}}{PBI_{real}} \times 100$$

En el gráfico 5 se presenta el comportamiento de la variable desde el año 1970 hasta el 2007.

Gráfico 5. La brecha producto



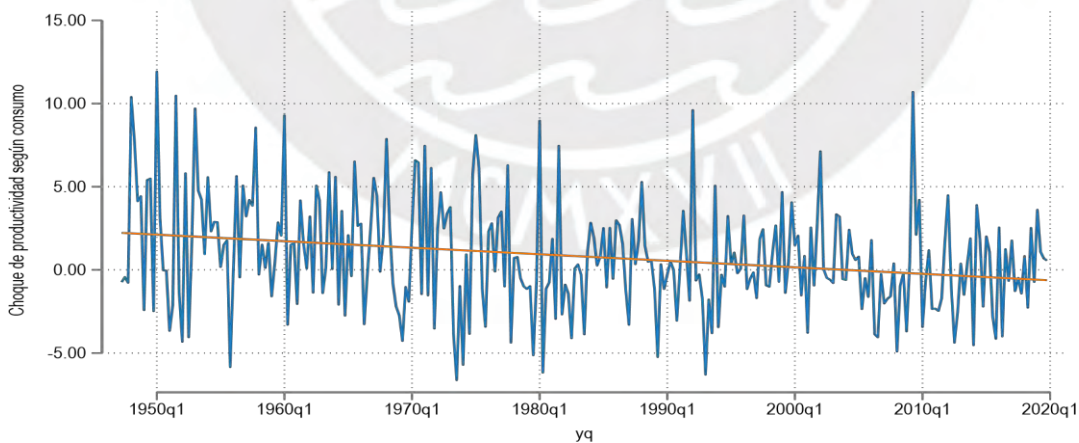
Fuente: U.S. Congressional Budget Office & Bureau of Economic Analysis U.S.

3.7.5 Shocks de productividad

La medición de los shocks de productividad presentada por Fernalds (2012) tiene el meta de estimar shocks de productividad en una economía.

En el grafico 6 se ve su comportamiento desde el año 1970 hasta el 2007.

Gráfico 6. Choques de tecnología



Fuente: Fernalds (2012)

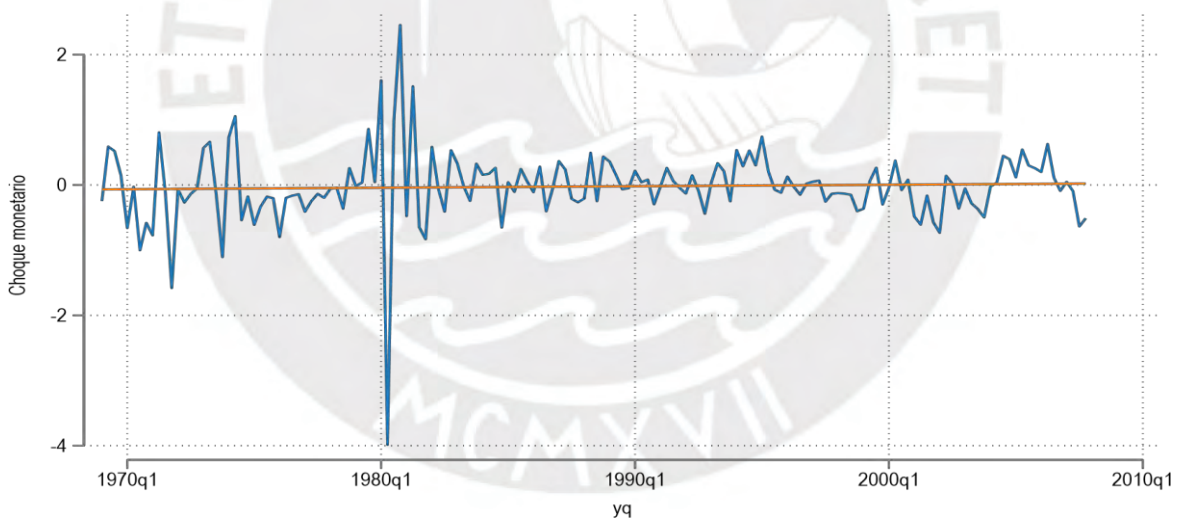
3.7.6 Shocks monetarios

La medición de los shocks monetarios, que son perturbaciones de la política monetaria, fue presentada por Romer & Romer (2004). Esta medición emplea las actas del Comité Federal del mercado abierto (FOMC) para estimar cambios exógenos en las políticas monetarias.

Esta metodología de medición de shocks considera la creación de series basadas en información histórica para conocer la causa y/o las magnitudes relacionadas a un cambio en una variable. (Ramey, 2016)

En el gráfico 7 se observa la dinámica de esta variable desde el año 1970 hasta el año 2007.

Gráfico 7. Shocks monetarios



Fuente: Romer y Romer(2004)

3.7.7 Estadísticas descriptivas de las variables

En la tabla 1, se presenta la información estadística descriptiva de las variables:

Tabla 1. Estadísticos descriptivos

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Observaciones	156			
Tasa de desempleo	-1.37	2.35	-0.00	0.72
Tasa de interés	1.00	17.78	6.64	3.35
Shocks monetarios	-3.99	2.46	-0.02	0.58
Shocks de innovación	-6.63	9.61	0.38	3.11
Brecha producto	-8.56	3.87	-0.96	2.16
Inflación	1.15	10.10	4.01	2.25

Capítulo IV: Estimación de parámetros de las macro ecuaciones *forward*

looking:

En este capítulo se presentan los resultados de las estimaciones realizadas empleando la metodología convencional (GMM) y la propuesta de Barnichon & Mesters (2020).

4.1 Ecuación de Euler

En la tabla 2 se presenta el cálculo de los parámetros de la ecuación de Euler, empleando la estimación propuesta por Barnichon & Mesters (2020) y la GMM estándar:

Tabla 2. Estimación de la ecuación de Euler

Coeficientes de la ecuación de Euler		
	GMM	Barnichon & Mesters(2020)
$i - E(\pi)$	-0.01	-0.01
Rezago de la tasa de desempleo	0.45	0.53

Adelanto de la tasa de desempleo	0.61	0.57
----------------------------------	------	------

A partir de la ecuación de la ley de Okun se estima la brecha producto como la inversa de la tasa de desempleo.

Con respecto a la especificación de las estimaciones presentadas, se recuerda que ambas estimaciones hacen uso de los choques monetarios como variables instrumentales.

En la tabla 3 se presenta la ecuación de Euler estimada según ambos métodos:

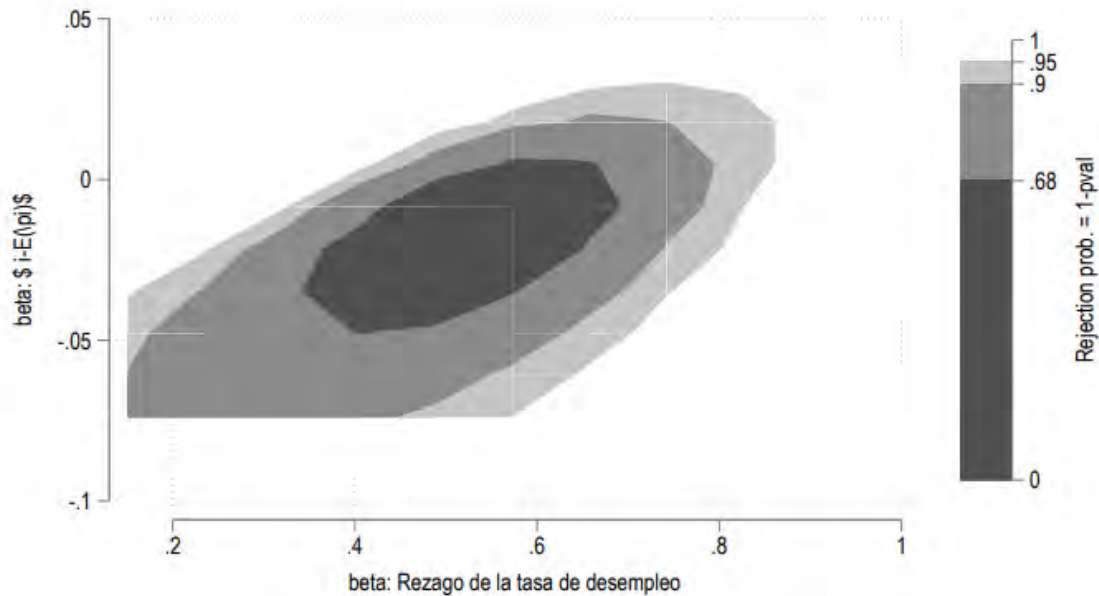
Tabla 3. Comparación de valores estimados de la ecuación de Euler

Estimación Barnichon & Mesters (2020)	$x_t = 0.01(i_t - E_t(\pi_{t+1})) + 0.53x_{t-1} + 0.57E_t(x_{t+1})$
Estimación GMM	$x_t = 0.01(i_t - E_t(\pi_{t+1})) + 0.45x_{t-1} + 0.61E_t(x_{t+1})$

De acuerdo con las estimaciones realizadas por Fuhrer & Rudenbush (2003), los resultados mantienen coherencia con los resultados comúnmente aceptados. La estimación del efecto de la brecha del producto futura resulta mayor al del rezago, el cual se mantiene positivo. Asimismo, el coeficiente que vincula la resta entre la tasa de interés y la expectativa de inflación se aproxima a cero.

Los valores de la ecuación de Euler fueron calculados a partir del estadístico $AR_{a,s}$. Posteriormente, se construyeron las regiones de confianza de los parámetros considerando un subconjunto de estadísticos AR sujetos a la formulación de Almon. Dichos intervalos de confianza mantienen solidez frente al inconveniente de instrumentos débiles.

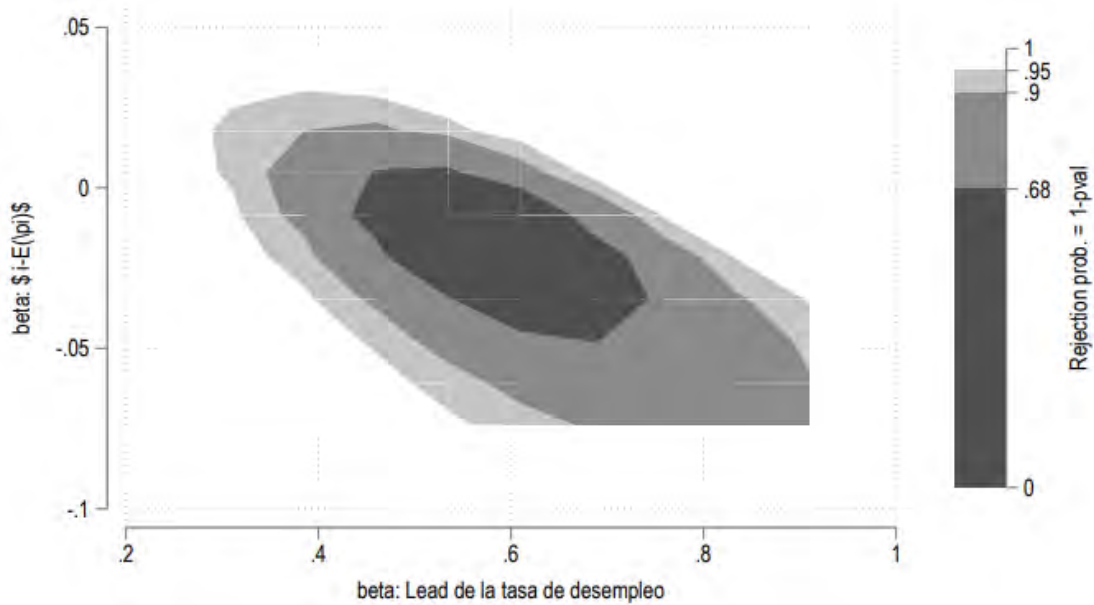
Gráfico 8. Región de confianza $AR_{a,s}$ correspondiente a la diferencia en la tasa de interés con la inflación esperada y el rezago de la tasa de desempleo



Nota: [Se muestran las regiones de confianza a un nivel superior a 95, 90 y 68 por ciento de confianza para γ_b (el efecto del lag de la tasa de desempleo) y λ (la carga de la diferencia de la tasa de interés con las expectativas de inflación).]

La región de confianza de la resta de la tasa de interés con la inflación esperada y el lag de la tasa de desempleo está bien delimitada; en consecuencia, la estimación de Barnichon & Mesters (2020) es robusta.

Gráfico 9. Región de confianza $AR_{\alpha,s}$ de la tasa de desempleo y el adelanto de la inflación



Nota: [Se muestran las regiones de confianza a un nivel superior a 95, 90 y 68 por ciento de confianza para γ_b (el efecto de la tasa de desempleo futura) y λ (la carga de la diferencia de la tasa de interés con las expectativas de inflación).]

La región de confianza de la resta de la tasa de interés con la expectativa de inflación y del adelanto de la tasa está bien delimitada; en consecuencia, la metodología de Barnichon & Mesters (2020) es robusta.

La identificación de la ecuación de Euler a partir del método de Barnichon & Mesters (2020) representa una contribución académica importante del presente trabajo de investigación.

4.2 Curva de Phillips

En la tabla 3 se presenta la estimación de los coeficientes de la curva de Phillips, empleando la estimación de Barnichon & Mesters (2020) y la GMM estándar:

Tabla 4. Estimación de curva de Phillips

Coeficientes de la ecuación de la Curva de Phillips		
	Estimación GMM	Barnichon & Mesters (2020)
Tasa de desempleo	-0.01	-0.18
Rezago de la inflación	0.52	0.71
Expectativa de la inflación del siguiente periodo	0.49	0.3

A partir de la ecuación de la ley de Okun se estima la brecha de producto como la inversa de la tasa de desempleo.

Con respecto a la especificación de las estimaciones presentadas, se recuerda que ambas estimaciones hacen uso de los choques monetarios como variables instrumentales.

En la tabla 5 se muestra la curva de Phillips estimada según ambas metodologías.

Tabla 5. Comparación de valores estimados de la curva de Phillips

Estimación de Barnichon & Mesters (2020)	$\pi_t = 0.71\pi_{t-1} + 0.30E_t(\pi_{t+1}) + 0.18x_t$
Estimación GMM	$\pi_t = 0.52\pi_{t-1} + 0.49E_t(\pi_{t+1}) + 0.01x_t$

En la estimación planteada se confirma el hecho estilizado señalado por Kleibergen y Mavroidis (2009): la suma de los parámetros de los rezagos y adelantos de la inflación se aproxima a uno.

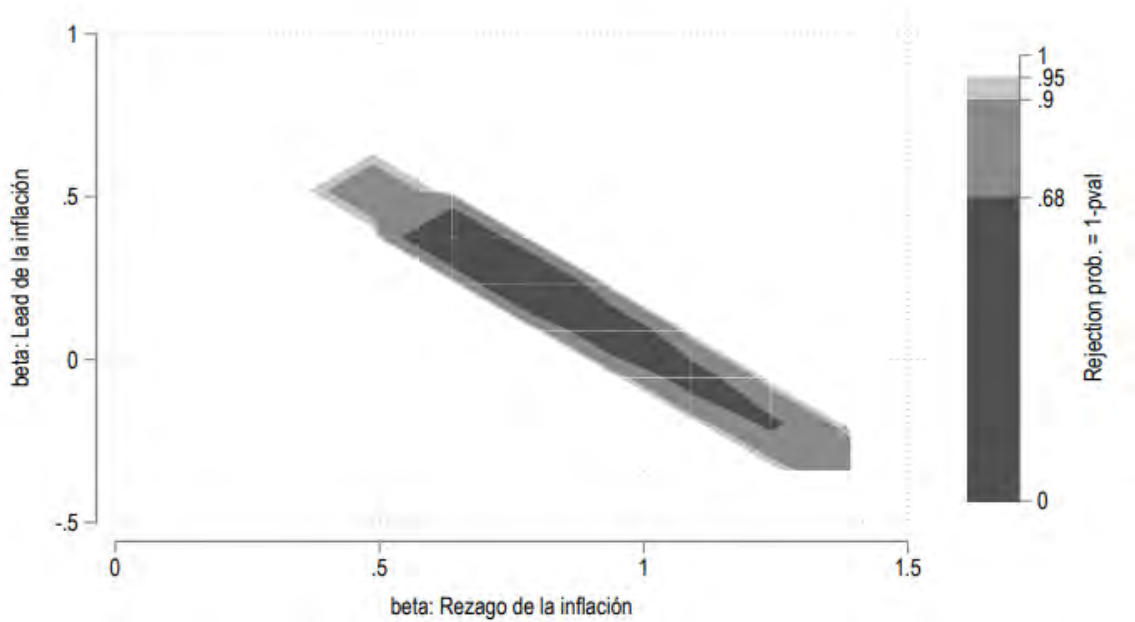
De manera general, puede observarse que los coeficientes estimados no coinciden entre la estimación tradicional y la planteada en este estudio.

En comparación con metodología de Barnichon & Mesters (2020), la estimación convencional muestra una subestimación de la pendiente de la curva de Phillips.

Se muestran a continuación las regiones de confianza de los coeficientes, derivados de la inferencia sobre un subconjunto de estadísticos AR estimados con la formulación de Almon. Dichos intervalos de confianza mantienen robustez frente al obstáculo de instrumentos débiles. Los coeficientes de la curva de Phillips se estimaron utilizando el estadístico $AR_{a,s}$.

Es importante determinar si las regiones de confianza son un conjunto de longitud finita o infinita. De acuerdo con Andrews, Stock & Sun (2019), las regiones de confianza de medida infinita aparecen cuando la información disponible no permite demostrar que los instrumentos utilizados en la estimación logran explicar a las variables endógenas. En otras palabras, la correlación entre el instrumento y la variable explicada resulta inexistente. La metodología propuesta es robusta al problema de tener una correlación baja entre variables instrumentales y variables explicativas, sin embargo, no es robusta si no existe una relación entre las variables instrumentos y las variables explicativas.

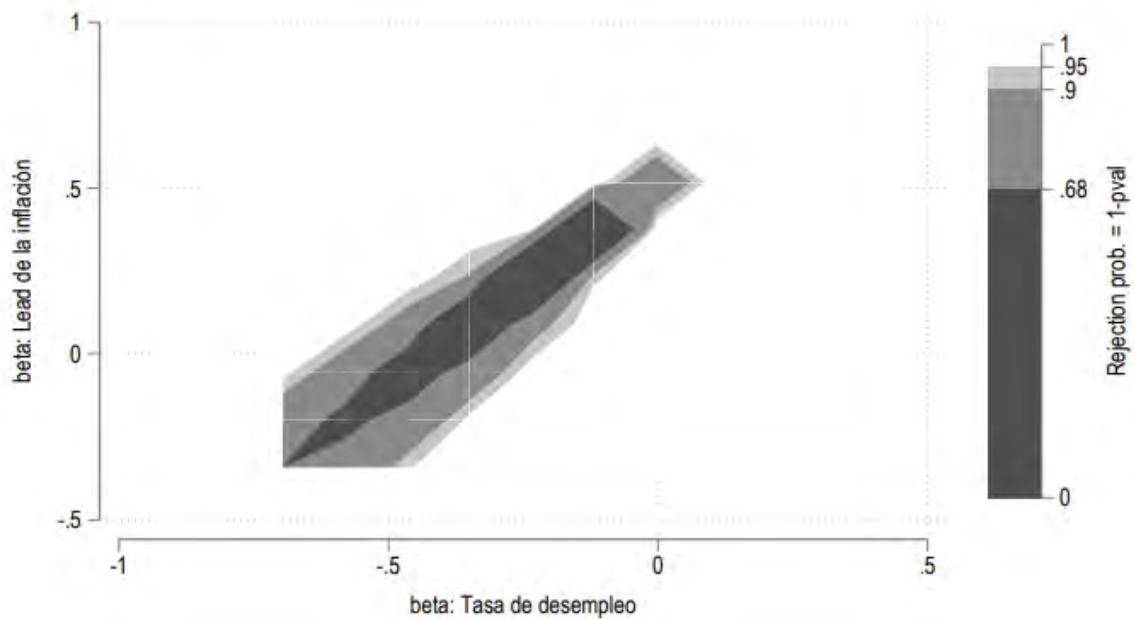
Gráfico 10. Región de confianza $AR_{\alpha,S}$ del rezago y adelanto de la inflación



Nota: [Se muestran las regiones de confianza a un nivel superior a 95, 90 y 68 por ciento de confianza para γ_b (el efecto del rezago de la inflación) y γ_f (la carga sobre las expectativas de inflación).]

La región de confianza del lag y adelanto de la inflación es finito, en consecuencia, la estimación de Barnichon & Mesters (2020) es robusta. Además, cumple con el hecho estilizado de que la suma de los valores del adelanto y rezago de la inflación se aproxime a 1.

Gráfico 11. Región de confianza $AR_{\alpha,s}$ de la tasa de desempleo y adelanto de la inflación.



Nota: [Se muestran las regiones de confianza a un nivel superior a 95, 90 y 68 por ciento de confianza para λ (el efecto de la tasa de desempleo) y γ_f (la carga sobre las expectativas de inflación).]

La región de confianza de la tasa de desempleo y del adelanto de la inflación está bien delimitado, en consecuencia, la estimación de Barnichon & Mesters (2020) es robusta.

4.3 Regla de política monetaria

En la tabla 6 se presenta la estimación de los coeficientes de regla de política monetaria, empleando el método de Barnichon & Mesters (2020) y la GMM estándar:

Tabla 6. Estimación de la regla de política monetaria

Coeficientes de la ecuación de la regla de política monetaria		
	Estimación GMM	Barnichon & Mesters (2020)
Brecha producto	0.49	0.43
Rezago de la tasa de interés	1.05	1.05

Adelanto de la inflación	0.15	0.14
--------------------------	------	------

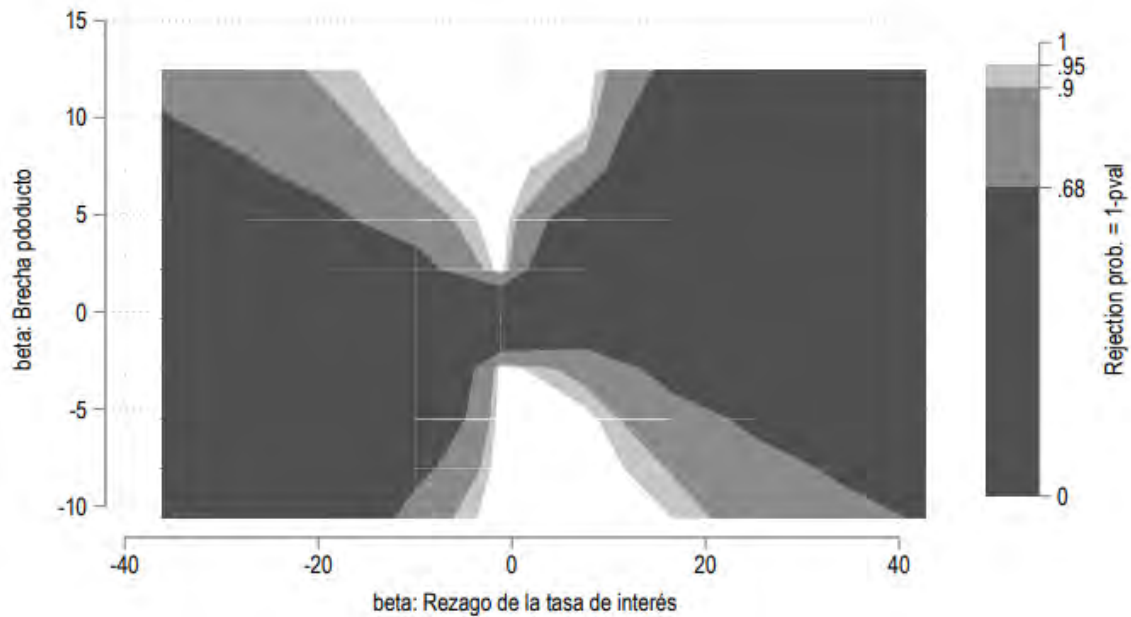
Con respecto a la especificación de las estimaciones presentadas, se recuerda que ambas estimaciones hacen uso de los choques de productividad como variables instrumentales, sin embargo, la metodología de Barnichon & Mesters (2020) emplea una transformación paramétrica de Almon de los choques de productividad a comparación de la estimación GMM que considera al choque de productividad y sus rezagos como instrumentos.

Se aprecia que los coeficientes presentan gran similitud, siendo el de la brecha de producto el que muestra la mayor diferencia.

De acuerdo con Clarida, Galí & Gertler, los resultados muestran que el parámetro del lag de la tasa de interés se aproxima a uno. Además, se verifica que los parámetros del adelanto de la inflación y de la brecha producto resultan positivos.

En el gráfico 12 se muestra la región de confianza de los parámetros inferidos a partir de un subconjunto de estadísticos AR que usan la formulación de Almon.

Gráfico 12. Región de confianza $AR_{\alpha,s}$ de la brecha producto y el lag de la tasa de interés

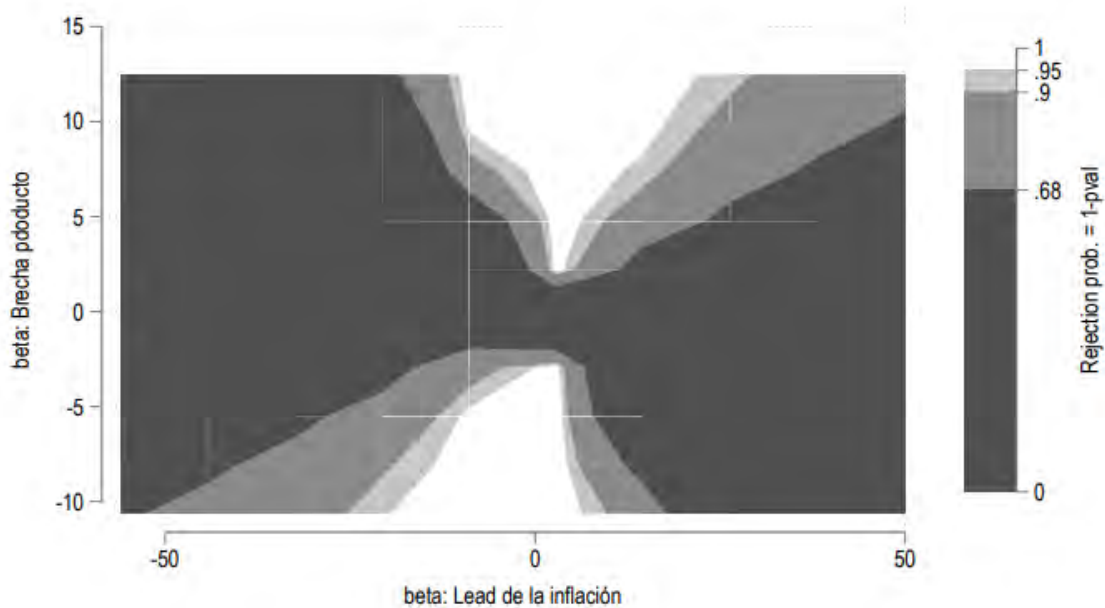


Nota: [Se muestran las regiones de confianza a un nivel superior a 95, 90 y 68 por ciento de confianza para γ_b y λ]

Se aprecia que la región de confianza de la brecha producto y el rezago de la tasa de interés no está bien delimitado.

De acuerdo con Andrews, Stock & Sun (2019), los intervalos de confianza infinitos, como se aprecia en la imagen 12, aparecen cuando la información no permite demostrar que los instrumentos logren explicar a las variables endógena. Es decir, el instrumento carece de correlación con las variables explicativas.

Gráfico 13. Región de confianza $AR_{\alpha,s}$ de la brecha producto y el adelanto de la inflación



Nota: [Se muestran las regiones de confianza a un nivel superior a 95, 90 y 68 por ciento de confianza para γ_f (adelanto de la tasa de interés) y λ (brecha del producto).]

Se aprecia que la región de confianza de la brecha producto y del adelanto de la no es delimitado debido a la no existencia correlación entre las variables explicativas con el instrumento.

Dada la semejanza de los coeficientes estimados de forma convencional y usando la metodología robusta a instrumentos débiles, presentados en la tabla 6, se consideran para la siguiente fase de la investigación a los valores de la regla de política monetaria según la estimación de Barnichon & Mesters (2020).

La identificación de la Regla de Política Monetaria según la estimación de Barnichon & Mesters (2020) representa otra importante contribución académica del presente trabajo de investigación.

Capítulo V: Planteamiento del modelo de equilibrio general dinámico estocástico nuevo keynesiano (DSGE-NK)

Se toma como referencia el modelo Nuevo Keynesiano propuesto por Ireland (2004), en el que se plantean ecuaciones que describen el comportamiento de los hogares, las empresas y un banco central. Las interacciones entre estos actores producen un modelo que considera la inflación, el nivel de actividad económica y el tipo de interés. Los modelos de este tipo son muy populares en el ámbito académico y político y en la actualidad se utilizan para describir la política monetaria.

En el modelo propuesto por Ireland (2004), se introducen tres perturbaciones adicionales. Se incorporan como choques las preferencias de los hogares, los choques de oferta y los shocks monetarios; estas variables afectan la competitividad de la economía y compiten con la perturbación tecnológica del modelo del ciclo económico real para explicar las fluctuaciones de la producción, la inflación y los tipos de interés.

Es importante mencionar que esta investigación no toma estrictamente las ecuaciones de la regla de política monetaria, la curva de Phillips y la curva IS del modelo propuesto por Ireland (2004). Para el caso de la curva de Phillips se incorpora una mezcla de la curva de Phillips híbrida nuevo keynesiana propuesta por Gali y Gertler (1999) con la ecuación propuesta por Ireland (2004), en el caso de la curva IS se incorpora al modelo una mezcla de la IS dinámica subyacente del modelo propuesto por Fuhrer y Rudebusch (2004) con la ecuación propuesta por Ireland (2004) y en el caso de la regla de política monetaria se incorpora al modelo una combinación de la ecuación simplificada de Clarida, Galí y Gertler (2000) y

Mavroeidis (2010) con la ecuación propuesta por Ireland (2004) que se presentan a continuación:

$$\pi_t = \beta(\alpha_\pi \pi_{t-1} + \alpha_{\pi\pi} E_t(\pi_{t+1})) + \psi x_t - e \quad \text{Curva de Phillips}$$

La ecuación de la Curva de Phillips presentada es similar a la presentada por Gali y Gertler (1999), la única diferencia radica en la inclusión de la tasa subjetiva de descuento β .

$$x_t = \alpha_x x_{t-1} + \alpha_{xx} E_t(x_{t+1}) + \lambda(i_t - E_t(\pi_{t+1})) + (1 - \omega)(1 - \rho_a)a \quad \text{Ecuación de Euler}$$

La ecuación de la Ecuación de Euler presentada es idéntica a la presentada por Fuhrer y Rudebusch (2004) salvo por la incorporación de dos parámetros considerados en el trabajo de Ireland (2004) de ω y ρ_a .

$$i_t = \rho_r * i_{t-1} + \rho_\pi * \pi_{t+1} + \rho_g * \widehat{g}_t + \rho_x * x_t + eps_r \quad \text{Regla de política monetaria}$$

La regla de política monetaria presentada es idéntica a la presentada por Clarida, Galí y Gertler (2000) salvo por la inclusión de la variable \widehat{g}_t . Es importante comentar que debido al marco metodológico de Barnichon & Mesters (2020) se estimaron estrictamente los coeficientes de i_{t-1} , π_{t+1} y x_t . En caso se hubiese considerado a \widehat{g}_t en la estimación no se hubiese podido usar el estimador propuesto AR_a debido a que para utilizar la estimación de Anderson & Rubin (1949) requiere que el modelo sea exactamente identificado.

Del modelo propuesto por Ireland (2014) se incorporan las siguientes ecuaciones:

$$a_t = \rho_a a_{t-1} + eps_a \quad \text{Choque temporal de preferencias}$$

$$e_t = \rho_e e_{t-1} + \text{eps}_e \quad \text{Choque temporal de oferta}$$

$$z_t = \text{eps}_z \quad \text{Choque de tecnología}$$

$$x_t = \hat{y}_t - \omega a_t \quad \text{Brecha producto}$$

$$\hat{g}_t = \hat{y}_t - \widehat{y_{t-1}} + z_t \quad \text{Tasa de crecimiento del producto}$$

Capítulo VI: Calibración del modelo dinámico de equilibrio general estocástico nuevo keynesiano (DSGE-NK) y funciones de política y transición

Se presenta la calibración del sistema de ecuaciones propios del DSGE-NK considerando las estimaciones GMM y la estimación de Barnichon & Mesters (2020).

Tabla 7. Calibración del modelo DSGE

Calibración del modelo DSGE-NK			
Variable	Descripción	GMM	Barnichon & Mesters(2020)
β	Tasa subjetiva de descuento	0.99	
ψ	CP: brecha producto	0.01	0.18
ω	Efecto de la tecnología en x	0.06	
α_x	IS: rezago de brecha producto	0.45	0.53
α_{xx}	IS: adelanto de brecha producto	0.61	0.57
λ	IS: efecto de tasa de interés menos inflación	-0.01	
α_π	CP: lag de inflación	0.52	0.71
$\alpha_{\pi\pi}$	CP: adelanto de inflación	0.49	0.30
ρ_π	RP: adelanto de inflación	0.15	0.14
ρ_r	RP: lag de tasa de interés	1.05	1.05
ρ_g	RP: efecto del crecimiento del producto	0.25	
ρ_x	RP: brecha producto	0.49	0.43
ρ_a	Persistencia del choque de preferencias	0.35	
ρ_e	Persistencia del choque de oferta	0.60	

A continuación, se presenta la matriz de funciones de política y transición para el modelo planteado a partir de la estimación GMM.

Tabla 8. Funciones de política y transición: GMM

Matriz de funciones de política y transición – DSGE NK – GMM													
	<i>a</i>	<i>e</i>	<i>z</i>	<i>x</i>	$\hat{\pi}$	\hat{y}	\hat{g}	\hat{r}	<i>g_{obs}</i>	<i>r_{obs}</i>	π_{obs}	<i>r_{annual}</i>	π_{annual}
<i>a</i> (-1)	0.25	0.00	0.00	0.34	0.00	0.35	0.35	0.26	0.35	0.26	0.00	1.02	0.02
<i>e</i> (-1)	0.00	0.60	0.00	0.75	-2.36	0.75	0.75	0.01	0.75	0.01	-2.36	0.05	-9.43
\overline{y} (-1)	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01	0.06	-0.94	-0.21	-0.94	-0.21	0.01	-0.85	0.03
\overline{r} (-1)	0.00	0.00	0.00	-0.24	-0.03	-0.24	-0.24	0.87	-0.24	0.87	-0.03	3.46	-0.13
<i>x</i> (-1)	0.00	0.00	0.00	0.67	0.01	0.67	0.67	0.50	0.67	0.50	0.01	1.99	0.02
$\overline{\pi}$ (-1)	0.00	0.00	0.00	-0.13	0.95	-0.13	-0.13	0.04	-0.13	0.04	0.95	0.16	3.79
<i>eps_a</i>	1.00	0.00	0.00	1.35	0.02	1.42	1.42	1.02	1.42	1.02	0.02	4.10	0.06
<i>eps_e</i>	0.00	1.00	0.00	1.25	-3.93	1.25	1.25	0.02	1.25	0.02	-3.93	0.09	-15.72
<i>eps_z</i>	0.00	0.00	1.00	-0.06	-0.01	-0.06	0.94	0.21	0.94	0.21	-0.01	0.84	-0.03
<i>eps_r</i>	0.00	0.00	0.00	-0.22	-0.03	-0.22	-0.22	0.82	-0.22	0.82	-0.03	3.30	-0.13

A continuación, se presenta la matriz de funciones de política y transición para el modelo planteado a partir del método de Barnichon & Mesters (2020).

Tabla 9. Funciones de política y transición: Barnichon & Mesters (2020)

Matriz de funciones de política y transición – DSGE NK – BM													
	<i>a</i>	<i>e</i>	<i>z</i>	<i>x</i>	$\hat{\pi}$	\hat{y}	\hat{g}	\hat{r}	<i>g_{obs}</i>	<i>r_{obs}</i>	π_{obs}	<i>r_{annual}</i>	π_{annual}
<i>a</i> (-1)	0.25	0.00	0.00	0.37	0.14	0.39	0.39	0.29	0.39	0.29	0.14	1.17	0.55
<i>e</i> (-1)	0.00	0.60	0.00	0.39	-0.90	0.39	0.39	0.09	0.39	0.09	-0.90	0.37	-3.59
\overline{y} (-1)	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04	0.06	-0.94	-0.20	-0.94	-0.20	0.04	-0.80	0.14
\overline{r} (-1)	0.00	0.00	0.00	-0.25	-0.15	-0.25	-0.25	0.83	-0.25	0.83	-0.15	3.32	-0.58
<i>x</i> (-1)	0.00	0.00	0.00	0.87	0.29	0.87	0.87	0.66	0.87	0.66	0.29	2.63	1.16
$\overline{\pi}$ (-1)	0.00	0.00	0.00	-0.15	0.90	-0.15	-0.15	0.01	-0.15	0.01	0.90	0.02	3.62
<i>eps_a</i>	1.00	0.00	0.00	1.49	0.55	1.55	1.55	1.17	1.55	1.17	0.55	4.67	2.20
<i>eps_e</i>	0.00	1.00	0.00	0.65	-1.50	0.65	0.65	0.15	0.65	0.15	-1.50	0.61	-5.99
<i>eps_z</i>	0.00	0.00	1.00	-0.06	-0.04	0.94	0.94	0.20	0.94	0.20	-0.04	0.80	-0.14
<i>eps_r</i>	0.00	0.00	0.00	-0.24	-0.14	-0.24	-0.24	0.79	-0.24	0.79	-0.14	3.16	-0.55

Capítulo VII: Evaluación relativa de la eficiencia de políticas monetarias

A continuación, se presentan las políticas monetarias óptimas cuando se sigue la regla de política monetaria y cuando se minimiza la función de pérdida de bienestar al utilizarse los valores estimados bajo la metodología GMM y al utilizarse los valores calculados a partir del método de Barnichon & Mesters (2020).

Para cada caso se presentará la función de pérdida de bienestar explicada en el capítulo 3.5. Es evidente que en el marco de estudio del modelo DSGE-NK diferentes combinaciones de choques monetarios desembocarán en distintos valores de desviaciones del producto y de la inflación en el tiempo. Por lo tanto, podemos afirmar que el valor presente de la función de pérdida de bienestar, ajustado por una tasa subjetiva de descuento, presentará distintos valores al usarse diferentes combinaciones de choques monetarios.

$$\mathcal{L}_\alpha = \sum_{t=0}^N \beta^t (\alpha \text{ desv}(x_t) + (1 - \alpha) \text{ desv}(\pi_t))$$

7.1 Análisis para una autoridad de política con metas de producto e inflación

En esta sección se presenta una función de pérdida de bienestar cuya imagen depende de variaciones del producto y la inflación, es decir $0 < \alpha < 1$. Con el objetivo de representar didácticamente distintos escenarios en los que un banco central con metas de inflación y producto responde a choques exógenos, se asume que la participación de las desviaciones de la inflación en la función de pérdida de bienestar es igual a la participación de las desviaciones del producto; en otras palabras $\alpha = 0.5$. Asimismo, en la evaluación de estos escenarios se definió en el modelo que la política del banco central se puede dar a partir del quinto periodo.

En todos los casos presentados líneas abajo, la política monetaria diseñada a partir de la estimación de Barnichon & Mesters (2020) es la que minimiza las desviaciones intertemporales de la inflación y el producto de sus estados estacionarios. Este resultado postula que el diseño de políticas que tome en consideración ecuaciones mejor identificadas otorgará políticas más eficientes.

7.1.1 Escenario 1: choque exógeno en las preferencias de los consumidores

En esta simulación de 48 periodos hubo un choque exógeno en las preferencias de los consumidores en el periodo 1. Esta situación desemboca en un aumento de la brecha producto e inflación en tiempo corriente.

Tabla 10. Políticas monetarias óptimas para el escenario 1 con metas de inflación y de producto

Periodo	Regla de PM	GMM	BARNICHON
5	0	-0.18	-0.02
6	0	0.01	-0.27
7	0	0.00	0.04
8	0	0.00	0.03
9	0	0.00	0.02
10	0	0.00	0.02
11	0	0.00	0.01
12	0	0.00	0.01
13	0	0.00	0.01
14	0	0.00	0.00
15	0	0.00	0.00
16	0	0.00	0.00
17	0	0.00	0.00
18	0	0.00	0.00
19	0	0.00	0.00
20	0	0.00	0.00
21	0	0.00	0.00
22	0	0.00	0.00
23	0	0.00	0.00
24	0	0.00	0.00
25	0	0.00	0.00
26	0	0.00	0.00
27	0	0.00	0.00
28	0	0.00	0.00
29	0	0.00	0.00
30	0	0.00	0.00
31	0	0.00	0.00
32	0	0.00	0.00
33	0	0.00	0.00
34	0	0.00	0.00
35	0	0.00	0.00
36	0	0.00	0.00
37	0	0.00	0.00

38	0	0.00	0.00
39	0	0.00	0.00
40	0	0.00	0.00
41	0	0.00	0.00
42	0	0.00	0.00
43	0	0.00	0.00
44	0	0.00	0.00
Función pérdida de bienestar	0.17	0.06	0.05

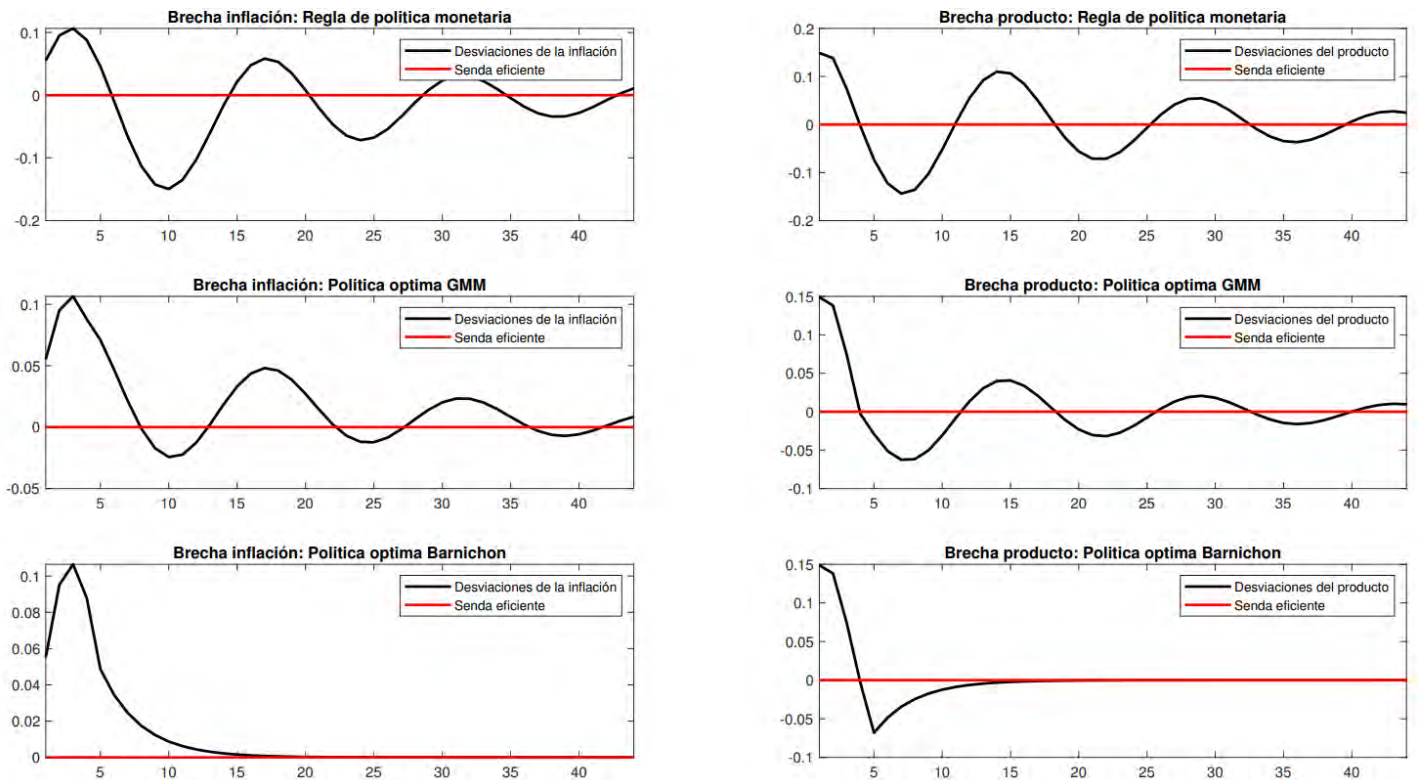
Nota: [Del periodo 5 al 44, se muestran las respuestas monetarias cuando se sigue la regla de política monetaria (segunda columna) y cuando se minimiza la función de pérdida de bienestar al utilizarse los parámetros estimados empleando GMM (tercera columna) y al utilizarse los parámetros estimados empleando la estimación de Barnichon & Mesters (cuarta columna). Asimismo, para cada caso correspondiente, la última fila presenta el valor de la función de pérdida de bienestar.]

En la tabla se presentan las acciones óptimas que podría tomar un banco central en 3 distintos casos. Se presenta el caso de un banco central que sigue una regla de política monetaria basado en un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación GMM, también se presenta el caso en donde las acciones de política están diseñadas a partir de un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación GMM y otro caso en el que se calibra el sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación de Barnichon & Mesters (2020).

Vemos en la tabla que la política monetaria diseñada usando la estimación de Barnichon es aquella que reporta la menor pérdida de bienestar en la economía, pues la brecha producto y la inflación tienen una menor variabilidad intertemporal a comparación de la que se incurriría si se orientara a la regla de política monetaria o a la política monetaria diseñada usando la estimación GMM.

A continuación, se presenta gráficamente la dinámica de la brecha producto e inflación para cada tipo de respuesta que tendría un banco central en el escenario en el que se dio un choque exógeno en las preferencias de los consumidores en el periodo 1.

Gráfico 14. Desempeño de la brecha inflación y producto según políticas monetarias en escenario 1 con metas de inflación y de producto



Nota: [Cuando se tienen metas de inflación y producto: se muestra la dinámica de la brecha producto e inflación ante un choque exógeno en las preferencias de los consumidores cuando se tiene una política del banco central que sigue la regla de política monetaria (primera fila), cuando se tiene política monetaria discrecional diseñada a partir de estimaciones convencionales (segunda fila) y cuando se ejecuta una política monetaria discrecional que diseñada a partir de una estimación robusta a instrumentos débiles (tercera fila).]

7.1.2 Escenario 2: choque exógeno en los costos de producción

En esta simulación de 48 periodos hubo un choque exógeno en los costos de producción en el periodo 1, esto refleja un choque de oferta. Esta situación desemboca en una caída de la inflación y en un aumento en la brecha producto.

Tabla 11. Políticas monetarias óptimas para el escenario 2 con metas de inflación y de producto

Periodo	Regla de PM	GMM	BARNICHON
5	0	-0.87	-0.52
6	0	0.59	0.55
7	0	-0.10	-0.14
8	0	-0.10	-0.11
9	0	-0.09	-0.08
10	0	-0.09	-0.06

11	0	-0.08	-0.04
12	0	-0.08	-0.03
13	0	-0.07	-0.02
14	0	-0.07	-0.02
15	0	-0.06	-0.01
16	0	-0.06	-0.01
17	0	-0.06	-0.01
18	0	-0.05	0.00
19	0	-0.05	0.00
20	0	-0.04	0.00
21	0	-0.04	0.00
22	0	-0.04	0.00
23	0	-0.03	0.00
24	0	-0.03	0.00
25	0	-0.03	0.00
26	0	-0.03	0.00
27	0	-0.02	0.00
28	0	-0.02	0.00
29	0	-0.02	0.00
30	0	-0.02	0.00
31	0	-0.01	0.00
32	0	-0.01	0.00
33	0	-0.01	0.00
34	0	-0.01	0.00
35	0	0.00	0.00
36	0	0.00	0.00
37	0	0.00	0.00
38	0	0.00	0.00
39	0	0.01	0.00
40	0	0.02	0.00
41	0	0.00	0.00
42	0	0.00	0.00
43	0	0.00	0.00
44	0	0.00	0.00
Función pérdida de bienestar	0.43	0.91	0.21

Nota: [Del periodo 5 al 44, se muestran las respuestas monetarias cuando se sigue la regla de política monetaria (segunda columna) y cuando se minimiza la función de pérdida de bienestar al utilizarse los parámetros estimados empleando GMM (tercera columna) y al utilizarse los parámetros estimados empleando la estimación de Barnichon & Mesters (cuarta columna). Asimismo, para cada caso correspondiente, la última fila presenta el valor de la función de pérdida de bienestar.]

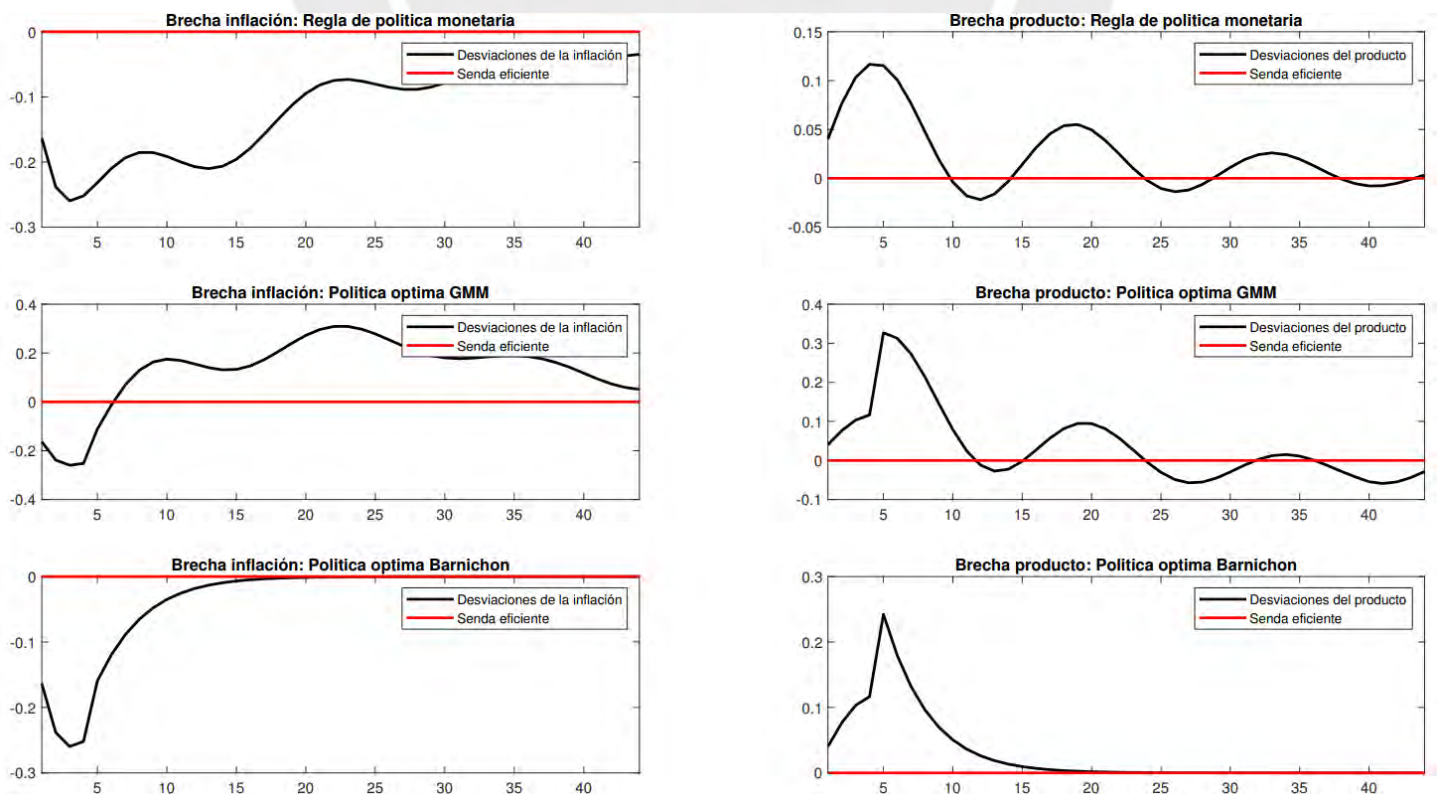
En la tabla se presentan las acciones óptimas que podría tomar un banco central en 3 distintos casos. Se presenta el caso de un banco central que sigue una regla de política monetaria basado en un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la

estimación GMM, también se presenta el caso en donde las acciones de política están diseñadas a partir de en un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación GMM y otro caso en el que se calibra el sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación de Barnichon & Mesters (2020).

Vemos en la tabla que la política monetaria diseñada usando la estimación de Barnichon es aquella que reporta la menor pérdida de bienestar en la economía, pues la brecha producto y la inflación tienen una menor variabilidad intertemporal a comparación de la que se incurriría si se orientara a la regla de política monetaria o a la política monetaria diseñada usando la estimación GMM.

A continuación, se presenta gráficamente la dinámica de la brecha producto e inflación para cada tipo de respuesta que tendría un banco central en el escenario en el que se dio un choque exógeno de oferta en el periodo 1.

Gráfico 15. Desempeño de la brecha inflación y producto según políticas monetarias en escenario 2 con metas de inflación y de producto



Nota: [Cuando se tienen metas de inflación y producto: se muestra la dinámica de la brecha producto e inflación ante un choque exógeno de producción cuando se tiene una política del banco central que sigue la regla de política monetaria (primera fila), cuando se tiene política monetaria discrecional diseñada a partir de estimaciones convencionales (segunda fila) y cuando se ejecuta una política monetaria discrecional que diseñada a partir de una estimación robusta a instrumentos débiles (tercera fila).]

7.1.3 Escenario 3: choque exógeno de tecnología/productividad

En esta simulación de 48 periodos hubo un choque exógeno de tecnología/productividad en el periodo 1. Esta situación desemboca en una caída de la brecha producto e inflación.

Tabla 12. Políticas monetarias óptimas para el escenario 3 con metas de inflación y de producto

Periodo	Regla de PM	GMM	BARNICHON
5	0	-0.04	-0.08
6	0	0.03	0.08
7	0	0.00	-0.01
8	0	0.00	0.00
9	0	0.00	0.00
10	0	0.00	0.00
11	0	0.00	0.00
12	0	0.00	0.00
13	0	0.00	0.00
14	0	0.00	0.00
15	0	0.00	0.00
16	0	0.00	0.00
17	0	0.00	0.00
18	0	0.00	0.00
19	0	0.00	0.00
20	0	0.00	0.00
21	0	0.00	0.00
22	0	0.00	0.00
23	0	0.00	0.00
24	0	0.00	0.00
25	0	0.00	0.00
26	0	0.00	0.00
27	0	0.00	0.00
28	0	0.00	0.00
29	0	0.00	0.00
30	0	0.00	0.00
31	0	0.00	0.00
32	0	0.00	0.00

33	0	0.00	0.00
34	0	0.00	0.00
35	0	0.00	0.00
36	0	0.00	0.00
37	0	0.00	0.00
38	0	0.00	0.00
39	0	0.00	0.00
40	0	0.00	0.00
41	0	0.00	0.00
42	0	0.00	0.00
43	0	0.00	0.00
44	0	0.00	0.00
Función pérdida de bienestar	0.00	0.00	0.00

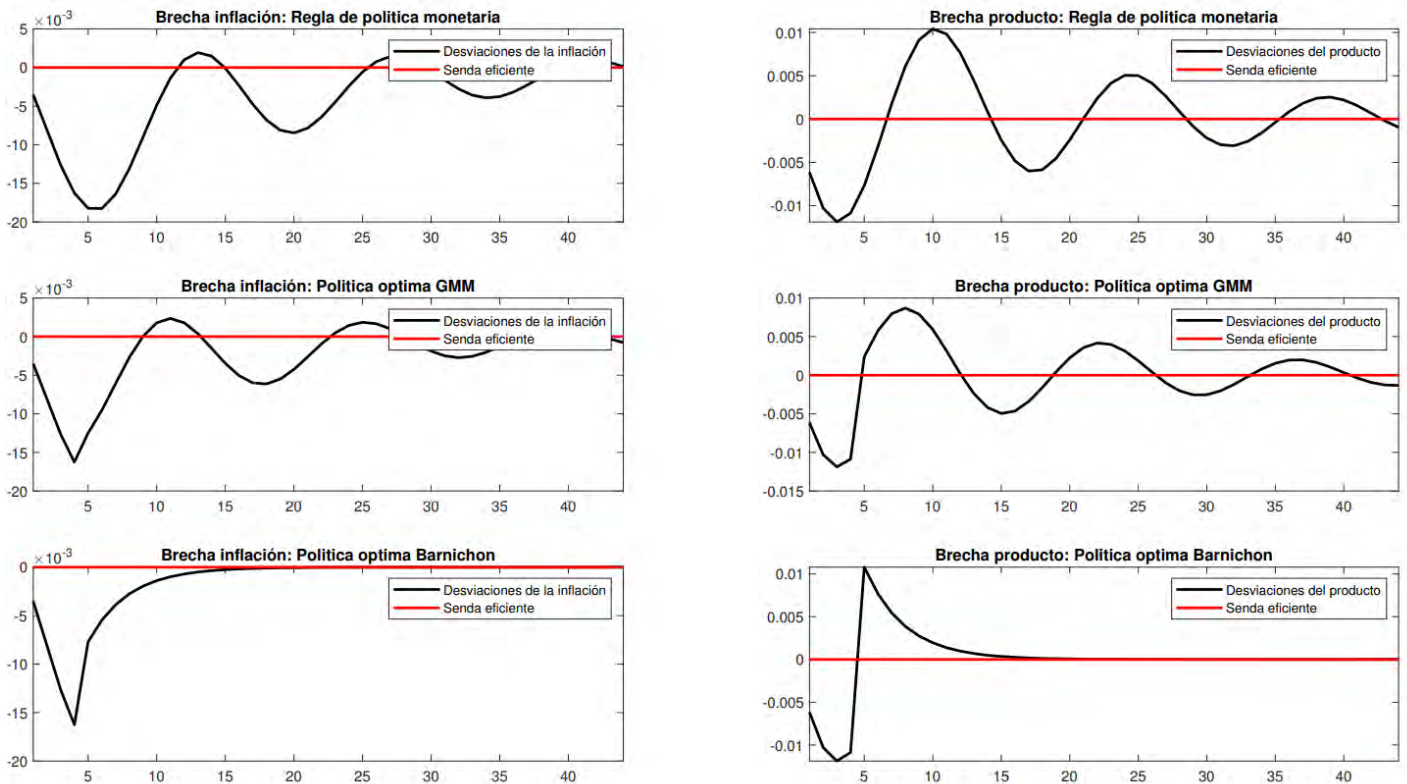
Nota: [Del periodo 5 al 44, se muestran las respuestas monetarias cuando se sigue la regla de política monetaria (segunda columna) y cuando se minimiza la función de pérdida de bienestar al utilizarse los parámetros estimados empleando GMM (tercera columna) y al utilizarse los parámetros estimados empleando la estimación de Barnichon & Mesters (cuarta columna). Asimismo, para cada caso correspondiente, la última fila presenta el valor de la función de pérdida de bienestar.]

En la tabla se presentan las acciones óptimas que podría tomar un banco central en 3 distintos casos. Se presenta el caso de un banco central que sigue una regla de política monetaria basado en un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación GMM, también se presenta el caso en donde las acciones de política están diseñadas a partir de un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación GMM y otro caso en el que se calibra el sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación de Barnichon & Mesters (2020).

Vemos en la tabla que la política monetaria diseñada usando la estimación de Barnichon es aquella que reporta la menor pérdida de bienestar en la economía, pues la brecha producto y la inflación tienen una menor variabilidad intertemporal a comparación de la que se incurriría si se orientara a la regla de política monetaria o a la política monetaria diseñada usando la estimación GMM.

A continuación, se presenta gráficamente la dinámica de la brecha producto e inflación para cada tipo de respuesta que tendría un banco central en el escenario en el que se dio un choque exógeno de tecnología en el periodo 1.

Gráfico 16. Desempeño de la brecha inflación y producto según políticas monetarias en escenario 3 con metas de inflación y de producto



Nota: [Cuando se tienen metas de inflación y producto: se muestra la dinámica de la brecha producto e inflación ante un choque exógeno de productividad cuando se tiene una política del banco central que sigue la regla de política monetaria (primera fila), cuando se tiene política monetaria discrecional diseñada a partir de estimaciones convencionales (segunda fila) y cuando se ejecuta una política monetaria discrecional que diseñada a partir de una estimación robusta a instrumentos débiles (tercera fila).]

7.1.4 Escenario 4: choque exógeno en preferencias, en la oferta, y en la productividad

En esta simulación de 48 periodos hubo un choque exógeno positivo de preferencias en el periodo 1, un choque negativo de oferta en el segundo periodo y un choque positivo de productividad en el tercer periodo. Esta situación desemboca en un aumento de la brecha producto e inflación.

Tabla 13. Políticas monetarias óptimas para el escenario 4 con metas de inflación y de producto

Periodo	Regla de PM	GMM	BARNICHON
5	0	0.75	0.53
6	0	-0.66	-0.89
7	0	0.11	0.19
8	0	0.10	0.14
9	0	0.10	0.11
10	0	0.09	0.08
11	0	0.09	0.06
12	0	0.08	0.04
13	0	0.08	0.03
14	0	0.07	0.02
15	0	0.07	0.02
16	0	0.06	0.01
17	0	0.06	0.01
18	0	0.05	0.01
19	0	0.05	0.00
20	0	0.05	0.00
21	0	0.04	0.00
22	0	0.04	0.00
23	0	0.04	0.00
24	0	0.03	0.00
25	0	0.03	0.00
26	0	0.03	0.00
27	0	0.02	0.00
28	0	0.02	0.00
29	0	0.02	0.00
30	0	0.02	0.00
31	0	0.01	0.00
32	0	0.01	0.00
33	0	0.01	0.00
34	0	0.01	0.00
35	0	0.00	0.00
36	0	0.00	0.00
37	0	0.00	0.00
38	0	0.00	0.00
39	0	-0.01	0.00
40	0	-0.02	0.00
41	0	0.00	0.00
42	0	0.00	0.00
43	0	0.00	0.00
44	0	0.00	0.00
Función pérdida de bienestar	0.59	1.10	0.33

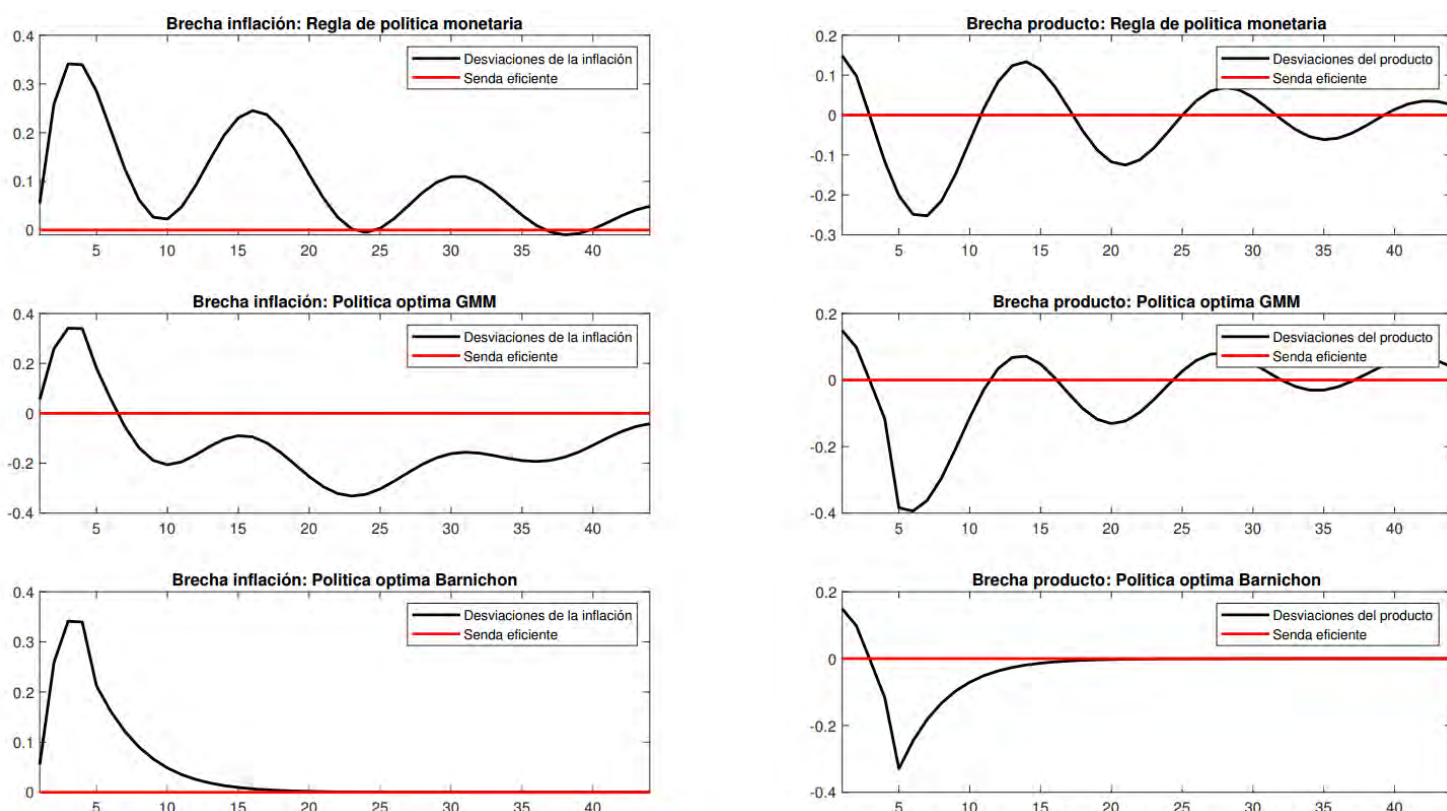
Nota: [Del periodo 5 al 44, se muestran las respuestas monetarias cuando se sigue la regla de política monetaria (segunda columna) y cuando se minimiza la función de pérdida de bienestar al utilizarse los parámetros estimados empleando GMM (tercera columna) y al utilizarse los parámetros estimados empleando la estimación de Barnichon & Mesters (cuarta columna). Asimismo, para cada caso correspondiente, la última fila presenta el valor de la función de pérdida de bienestar.]

En la tabla se presentan las acciones óptimas que podría tomar un banco central en 3 distintos casos. Se presenta el caso de un banco central que sigue una regla de política monetaria basado en un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación GMM, también se presenta el caso en donde las acciones de política están diseñadas a partir de un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación GMM y otro caso en el que se calibra el sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación de Barnichon & Mesters (2020).

Vemos en la tabla que la política monetaria diseñada usando la estimación de Barnichon es aquella que reporta la menor pérdida de bienestar en la economía, pues la brecha producto y la inflación tienen una menor variabilidad intertemporal a comparación de la que se incurriría si se orientara a la regla de política monetaria o a la política monetaria diseñada usando la estimación GMM.

A continuación, se presenta gráficamente la dinámica de la brecha producto e inflación para cada tipo de respuesta que tendría un banco central en el escenario en el que se dan choques exógenos de preferencias, oferta y productividad en los primeros periodos.

Gráfico 17. Desempeño de la brecha inflación y producto según políticas monetarias en escenario 4 con metas de inflación y de producto



Nota: [Cuando se tienen metas de inflación y producto: se muestra la dinámica de la brecha producto e inflación ante un choque exógeno de preferencias, de producción y de tecnología cuando se tiene una política del banco central que sigue la regla de política monetaria (primera fila), cuando se tiene política monetaria discrecional diseñada a partir de estimaciones convencionales (segunda fila) y cuando se ejecuta una política monetaria discrecional que diseñada a partir de una estimación robusta a instrumentos débiles (tercera fila).]

7.2 Análisis para una autoridad de política con metas explícitas de inflación

En esta sección se presenta una función de pérdida de bienestar cuya imagen depende estrictamente de la inflación, es decir $\alpha = 0$. Con el objetivo de representar didácticamente distintos escenarios en los que un banco central con metas explícitas de inflación responde a choques exógenos, se asume que la participación de las desviaciones del producto es igual 0 y que solo las desviaciones de la inflación tienen una participación en la función de pérdida de bienestar; en otras palabras $\alpha = 0$. Asimismo, en la evaluación de estos escenarios se definió en el modelo que la política del banco central se puede dar a partir del quinto periodo.

En todos los casos presentados líneas abajo, la política monetaria diseñada a partir de la metodología de Barnichon & Mesters (2020) es la que minimiza las desviaciones intertemporales de la inflación de su estado estacionario. Asimismo, es la política monetaria que permite que la inflación llegue a su estado estacionario en un número de periodos menor al que se alcanza con cualquier otro vector de política monetaria. Este resultado postula que el diseño de políticas que tome en consideración ecuaciones mejor identificadas otorgará políticas más eficientes.

7.2.1 Escenario 1: choque exógeno en las preferencias de los consumidores

En esta simulación de 48 periodos hubo un choque exógeno en las preferencias de los consumidores en el periodo 1. Esta situación desemboca en un aumento de la inflación a tiempos corrientes.

Tabla 14. Políticas monetarias óptimas para el escenario 1 con metas explícitas de inflación

Periodo	Regla de PM	GMM	BARNICHON
5	0	-0.38	0.33
6	0	0.15	-0.83
7	0	0.06	0.23
8	0	-0.04	0.10
9	0	-0.03	0.01
10	0	0.00	0.03
11	0	0.01	0.00
12	0	0.00	0.00
13	0	-0.01	0.01
14	0	0.00	0.00
15	0	0.00	0.00
16	0	0.00	0.00
17	0	0.00	0.00
18	0	0.00	0.00
19	0	0.00	0.00
20	0	0.00	0.00
21	0	0.00	0.00
22	0	0.00	0.00

23	0	0.00	0.00
24	0	0.00	0.00
25	0	0.00	0.00
26	0	0.00	0.00
27	0	0.00	0.00
28	0	0.00	0.00
29	0	0.00	0.00
30	0	0.00	0.00
31	0	0.00	0.00
32	0	0.00	0.00
33	0	0.00	0.00
34	0	0.00	0.00
35	0	0.00	0.00
36	0	0.00	0.00
37	0	0.00	0.00
38	0	0.00	0.00
39	0	0.00	0.00
40	0	0.00	0.00
41	0	0.00	0.00
42	0	0.00	0.00
43	0	0.00	0.00
44	0	0.00	0.00
Función pérdida de bienestar	0.15	0.07	0.03

Nota: [Del periodo 5 al 44, se muestran las respuestas monetarias cuando se sigue la regla de política monetaria (segunda columna) y cuando se minimiza la función de pérdida de bienestar al utilizarse los parámetros estimados empleando GMM (tercera columna) y al utilizarse los parámetros estimados empleando la estimación de Barnichon & Mesters (cuarta columna). Asimismo, para cada caso correspondiente, la última fila presenta el valor de la función de pérdida de bienestar.]

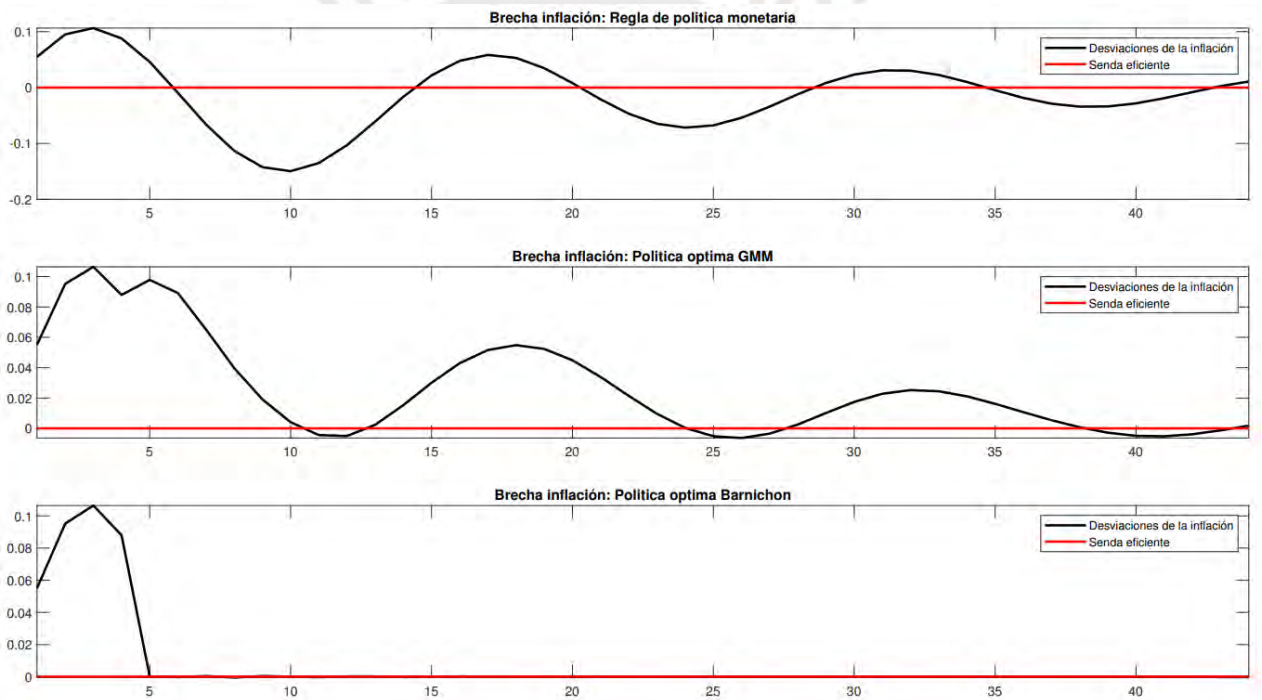
En la tabla se presentan las acciones óptimas que podría tomar un banco central en 3 distintos casos. Se presenta el caso de un banco central que sigue una regla de política monetaria basado en un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación GMM, también se presenta el caso en donde las acciones de política están diseñadas a partir de un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación GMM y otro caso en el que se calibra el sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación de Barnichon & Mesters (2020).

Vemos en la tabla que la política monetaria diseñada usando la estimación de Barnichon es aquella que reporta la menor pérdida de bienestar en la economía,

pues la brecha producto y la inflación tienen una menor variabilidad intertemporal a comparación de la que se incurriría si se orientara a la regla de política monetaria o a la política monetaria diseñada usando la estimación GMM.

A continuación, se presenta gráficamente el comportamiento de la inflación para cada tipo de respuesta que tendría un banco central en el escenario en el que se dio un choque exógeno en las preferencias de los consumidores en el periodo 1.

Gráfico 18. Desempeño de la brecha inflación según políticas monetarias en escenario 1 con metas explícitas de inflación



Nota: [Cuando se tienen metas de inflación: se muestra la dinámica de la inflación ante un choque exógeno de preferencias de los consumidores cuando se tiene una política del banco central que sigue la regla de política monetaria (primera fila), cuando se tiene política monetaria discrecional diseñada a partir de estimaciones convencionales (segunda fila) y cuando se ejecuta una política monetaria discrecional que diseñada a partir de una estimación robusta a instrumentos débiles (tercera fila).]

7.2.2 Escenario 2: choque exógeno en los costos de producción

En esta simulación de 48 periodos hubo un choque exógeno en los costos de producción en el periodo 1, esto refleja un choque de oferta. Esta situación desemboca en una caída de la inflación y en un aumento en la brecha producto.

Tabla 15. Políticas monetarias óptimas para el escenario 2 con metas explícitas de inflación

Periodo	Regla de PM	GMM	BARNICHON
5	0	-23.39	-1.68
6	0	18.23	2.33
7	0	3.96	-0.72
8	0	-4.15	-0.33
9	0	-2.01	-0.06
10	0	0.52	-0.09
11	0	0.25	-0.01
12	0	-0.72	0.01
13	0	-0.70	-0.02
14	0	-0.07	-0.01
15	0	0.26	0.01
16	0	0.09	0.00
17	0	-0.17	-0.01
18	0	-0.17	0.00
19	0	0.00	0.01
20	0	0.10	0.00
21	0	0.03	-0.01
22	0	-0.08	0.00
23	0	-0.09	0.01
24	0	0.03	0.00
25	0	0.13	0.00
26	0	0.10	0.00
27	0	-0.05	0.00
28	0	-0.18	0.00
29	0	-0.15	0.00
30	0	0.03	0.00
31	0	0.20	0.00
32	0	0.23	0.00
33	0	0.06	0.00
34	0	-0.18	0.00
35	0	-0.30	0.00
36	0	-0.20	0.00
37	0	0.06	0.00
38	0	0.31	0.00
39	0	0.36	0.00
40	0	0.21	0.00

41	0	0.00	0.00
42	0	0.00	0.00
43	0	0.00	0.00
44	0	0.00	0.00
Función pérdida de bienestar	0.78	153.71	0.21

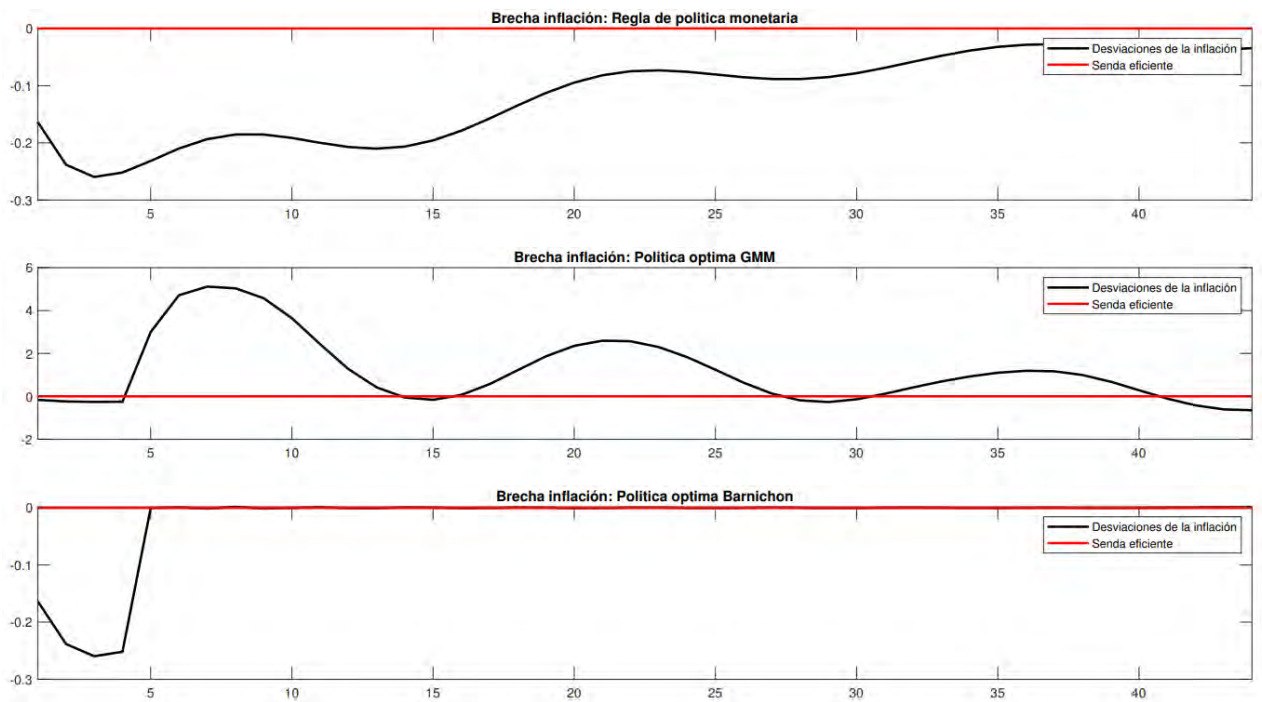
Nota: [Del periodo 5 al 44, se muestran las respuestas monetarias cuando se sigue la regla de política monetaria (segunda columna) y cuando se minimiza la función de pérdida de bienestar al utilizarse los parámetros estimados empleando GMM (tercera columna) y al utilizarse los parámetros estimados empleando la estimación de Barnichon & Mesters (cuarta columna). Asimismo, para cada caso correspondiente, la última fila presenta el valor de la función de pérdida de bienestar.]

En la tabla se presentan las acciones óptimas que podría tomar un banco central en 3 distintos casos. Se presenta el caso de un banco central que sigue una regla de política monetaria basado en un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación GMM, también se presenta el caso en donde las acciones de política están diseñadas a partir de un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación GMM y otro caso en el que se calibra el sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación de Barnichon & Mesters (2020).

Vemos en la tabla que la política monetaria diseñada usando la estimación de Barnichon es aquella que reporta la menor pérdida de bienestar en la economía, pues la brecha producto y la inflación tienen una menor variabilidad intertemporal a comparación de la que se incurriría si se orientara a la regla de política o a la política monetaria diseñada usando la estimación GMM.

A continuación, se presenta gráficamente la dinámica inflacionaria y de la brecha del producto para cada tipo de respuesta que tendría un banco central en el escenario en el que se dio un choque exógeno de oferta en el periodo 1.

Gráfico 19. Desempeño de la brecha inflación según políticas monetarias en escenario 2 con metas explícitas de inflación



Nota: [Cuando se tienen metas de inflación: se muestra la dinámica de la inflación ante un choque exógeno de oferta cuando se tiene una política del banco central que sigue la regla de política monetaria (primera fila), cuando se tiene política monetaria discrecional diseñada a partir de estimaciones convencionales (segunda fila) y cuando se ejecuta una política monetaria discrecional que diseñada a partir de una estimación robusta a instrumentos débiles (tercera fila).]

7.2.3 Escenario 3: choque exógeno de tecnología/productividad

En esta simulación de 48 periodos hubo un choque exógeno de tecnología/productividad en el periodo 1. Esta situación desemboca en una caída de la brecha producto e inflación.

Tabla 16. Políticas monetarias óptimas para el escenario 3 con metas explicitas de inflación

Periodo	Regla de PM	GMM	BARNICHON
5	0	-0.08	-0.13
6	0	0.06	0.17
7	0	0.02	-0.04
8	0	-0.01	-0.02
9	0	-0.01	0.00
10	0	0.00	0.00
11	0	0.00	0.00
12	0	0.00	0.00
13	0	0.00	0.00
14	0	0.00	0.00
15	0	0.00	0.00

16	0	0.00	0.00
17	0	0.00	0.00
18	0	0.00	0.00
19	0	0.00	0.00
20	0	0.00	0.00
21	0	0.00	0.00
22	0	0.00	0.00
23	0	0.00	0.00
24	0	0.00	0.00
25	0	0.00	0.00
26	0	0.00	0.00
27	0	0.00	0.00
28	0	0.00	0.00
29	0	0.00	0.00
30	0	0.00	0.00
31	0	0.00	0.00
32	0	0.00	0.00
33	0	0.00	0.00
34	0	0.00	0.00
35	0	0.00	0.00
36	0	0.00	0.00
37	0	0.00	0.00
38	0	0.00	0.00
39	0	0.00	0.00
40	0	0.00	0.00
41	0	0.00	0.00
42	0	0.00	0.00
43	0	0.00	0.00
44	0	0.00	0.00
Función pérdida de bienestar	0.00	0.00	0.00

Nota: [Del periodo 5 al 44, se muestran las respuestas monetarias cuando se sigue la regla de política monetaria (segunda columna) y cuando se minimiza la función de pérdida de bienestar al utilizarse los parámetros estimados empleando GMM (tercera columna) y al utilizarse los parámetros estimados empleando la estimación de Barnichon & Mesters (cuarta columna). Asimismo, para cada caso correspondiente, la última fila presenta el valor de la función de pérdida de bienestar.]

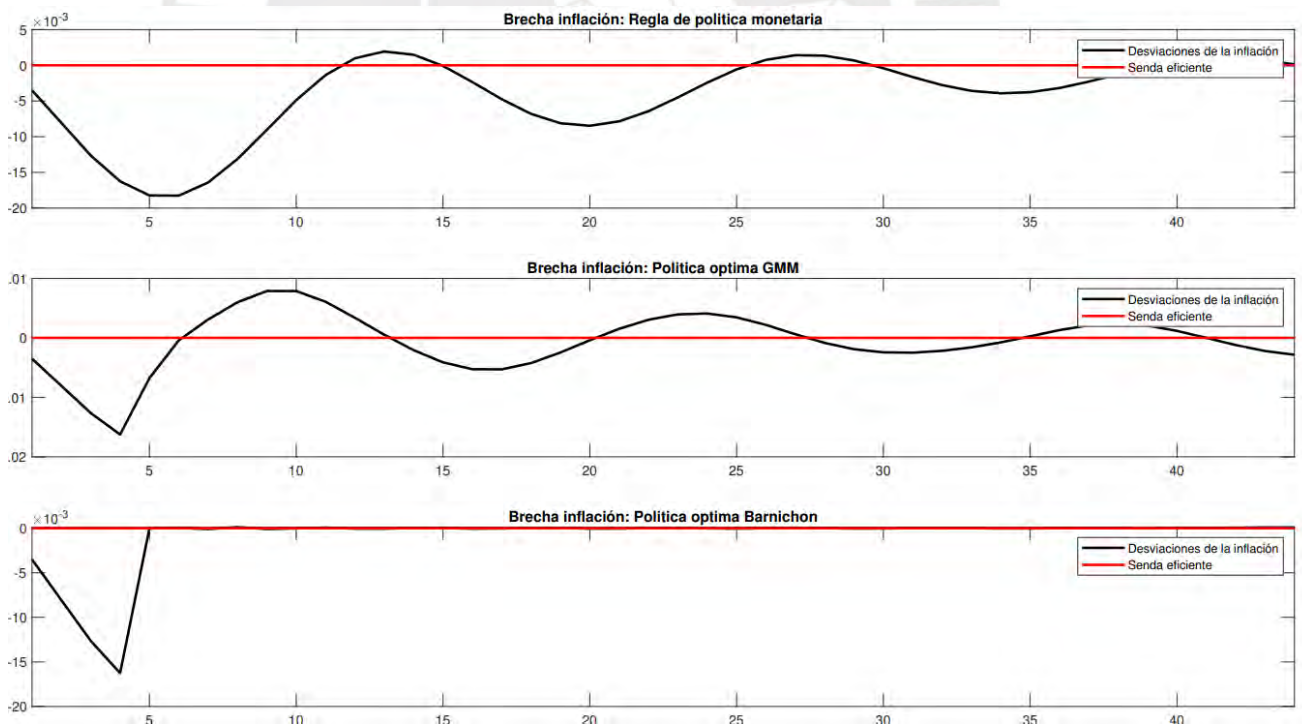
En la tabla se presentan las acciones óptimas que podría tomar un banco central en 3 distintos casos. Se presenta el caso de un banco central que sigue una regla de política monetaria basado en un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación GMM, también se presenta el caso en donde las acciones de política están diseñadas a partir de un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación

GMM y otro caso en el que se calibra el sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación de Barnichon & Mesters (2020).

Vemos en la tabla que la política monetaria diseñada usando la estimación de Barnichon es aquella que reporta la menor pérdida de bienestar en la economía, pues la brecha producto y la inflación tienen una menor variabilidad intertemporal a comparación de la que se incurriría si se orientara a la regla de política o a la política monetaria diseñada usando la estimación GMM.

A continuación, se presenta gráficamente la dinámica inflacionaria y de la brecha del producto para cada tipo de respuesta que tendría un banco central en el escenario en el que se dio un choque exógeno de oferta en el periodo 1.

Gráfico 20. Desempeño de la brecha inflación según políticas monetarias en escenario 3 con metas explícitas de inflación



Nota: [Cuando se tienen metas de inflación: se muestra la dinámica de la inflación ante un choque exógeno de tecnología cuando se tiene una política del banco central que sigue la regla de política monetaria (primera fila), cuando se tiene política monetaria discrecional diseñada a partir de estimaciones convencionales (segunda fila) y cuando se ejecuta una política monetaria discrecional que diseñada a partir de una estimación robusta a instrumentos débiles (tercera fila).]

7.2.4 Escenario 3: choque exógeno en preferencias, en la oferta y en la productividad

En esta simulación de 48 periodos hubo un choque exógeno positivo de preferencias en el periodo 1, un choque negativo de oferta en el segundo periodo y un choque positivo de productividad en el tercer periodo. Esta situación desemboca en un aumento de la brecha del producto y de la inflación.

Tabla 17. Políticas monetarias óptimas para el escenario 4 con metas explícitas de inflación

Periodo	Regla de PM	GMM	BARNICHON
5	0	22.62	2.06
6	0	-17.17	-3.25
7	0	-3.98	0.95
8	0	3.85	0.45
9	0	1.96	0.09
10	0	-0.44	0.13
11	0	-0.22	0.02
12	0	0.70	-0.01
13	0	0.70	0.03
14	0	0.10	0.01
15	0	-0.23	-0.02
16	0	-0.08	0.00
17	0	0.16	0.02
18	0	0.17	0.00
19	0	0.01	-0.01
20	0	-0.09	0.00
21	0	-0.03	0.01
22	0	0.08	0.00
23	0	0.08	-0.01
24	0	-0.03	0.00
25	0	-0.12	0.01
26	0	-0.09	0.01
27	0	0.05	0.00
28	0	0.17	-0.01
29	0	0.14	0.00
30	0	-0.03	0.01
31	0	-0.19	0.00
32	0	-0.21	0.00
33	0	-0.05	0.00
34	0	0.17	0.00

35	0	0.28	0.00
36	0	0.19	0.00
37	0	-0.06	0.00
38	0	-0.29	0.00
39	0	-0.34	0.00
40	0	-0.20	0.00
41	0	0.00	0.00
42	0	0.00	0.00
43	0	0.00	0.00
44	0	0.00	0.00
Función pérdida de bienestar	0.78	158.64	0.29

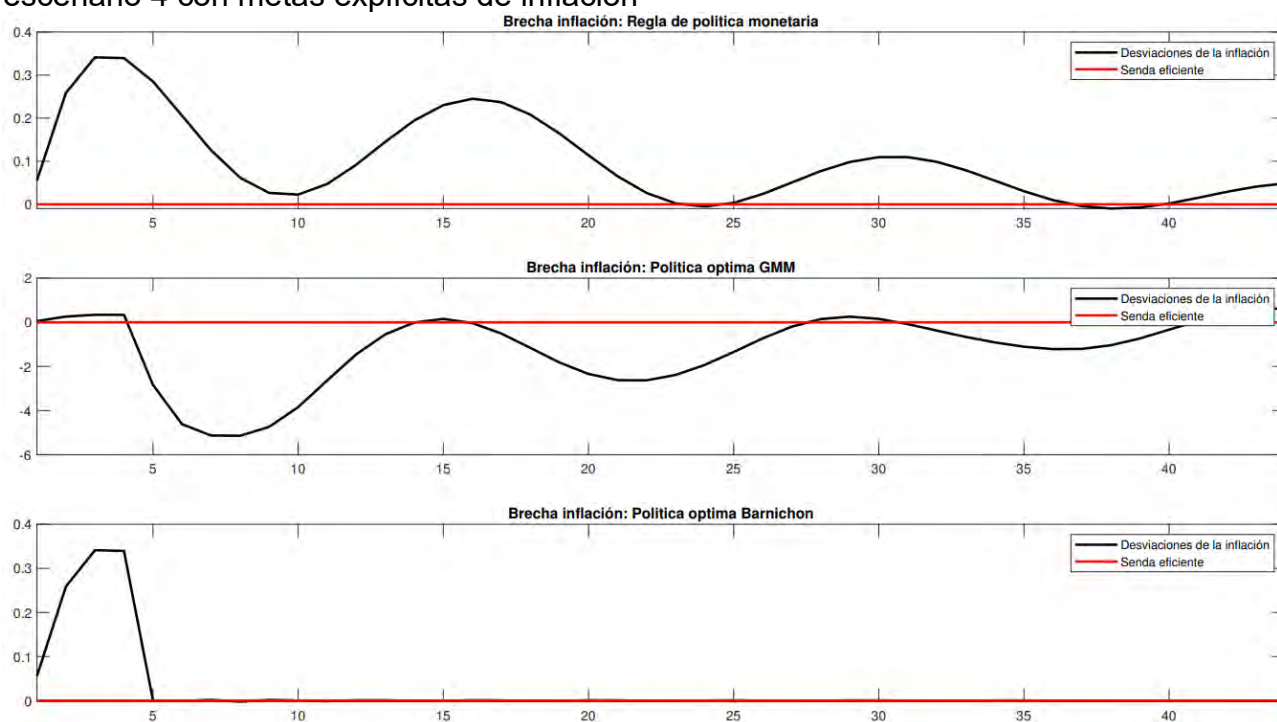
Nota: [Del periodo 5 al 44, se muestran las respuestas monetarias cuando se sigue la regla de política monetaria (segunda columna) y cuando se minimiza la función de pérdida de bienestar al utilizarse los parámetros estimados empleando GMM (tercera columna) y al utilizarse los parámetros estimados empleando la estimación de Barnichon & Mesters (cuarta columna). Asimismo, para cada caso correspondiente, la última fila presenta el valor de la función de pérdida de bienestar.]

En la tabla se presentan las acciones óptimas que podría tomar un banco central en 3 distintos casos. Se presenta el caso de un banco central que sigue una regla de política monetaria basado en un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación GMM, también se presenta el caso en donde las acciones de política están diseñadas a partir de un sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación GMM y otro caso en el que se calibra el sistema DSGE-NK calibrado a partir de la estimación de Barnichon & Mesters (2020).

Vemos en la tabla que la política monetaria diseñada usando la estimación de Barnichon es aquella que reporta la menor pérdida de bienestar en la economía, pues la brecha producto y la inflación tienen una menor variabilidad intertemporal a comparación de la que se incurriría si se orientara a la regla de política o a la política monetaria diseñada usando la estimación GMM.

A continuación, se presenta gráficamente la dinámica de inflacionaria y de la brecha del producto para cada tipo de respuesta que tendría un banco central en el escenario en el que se dio un choque exógeno de oferta en el periodo 1.

Gráfico 21. Desempeño de la brecha inflación según políticas monetarias en escenario 4 con metas explícitas de inflación



Nota: [Cuando se tienen metas de inflación: se muestra la dinámica de la inflación ante un choque exógeno de preferencias, de oferta y de tecnología cuando se tiene una política del banco central que sigue la regla de política monetaria (primera fila), cuando se tiene política monetaria discrecional diseñada a partir de estimaciones convencionales (segunda fila) y cuando se ejecuta una política monetaria discrecional que diseñada a partir de una estimación robusta a instrumentos débiles (tercera fila).]

Conclusiones

Se concluye que las ecuaciones macroeconómicas *forward looking* pueden ser correctamente identificadas empleando la estimación propuesta en esta investigación. Asimismo, la metodología propuesta puede determinar la pérdida de eficiencia (en el sentido temporal) de una política diseñada considerando modelos no robustos a problemas econométricos u otro tipo de errores. Además, la metodología define una pérdida de bienestar que tendría la economía de darse una política diseñada considerando estimaciones no robustas a problemas econométricos u otro tipo de errores. Se concluye que la metodología puede aplicarse satisfactoriamente al estudio de la formulación de políticas monetarias de

la región pues considera en su formulación la importancia que le otorga un banco central a la inflación y al producto.

Recomendaciones

A las instituciones que usen modelos de equilibrio general dinámico estocástico nuevo keynesianos y enfoques econométricos frecuentistas para diseñar políticas tales como los bancos centrales, ministerios de economía se recomienda considerar la estimación de Barnichon & Mesters (2020) pues se demostró que es robusta frente al obstáculo de endogeneidad en presencia de instrumentos débiles. Un problema que impide la correcta identificación de las ecuaciones macroeconómicas que contienen expectativas de variables.

Asimismo, se recomienda que se pueda considerar el uso de la metodología propuesta para medir la pérdida de eficiencia de una política que considere ecuaciones mal identificadas. Presento una medida del riesgo que tiene una economía modelizada por un modelo DSGE-NK de aplicar una política (monetaria o fiscal, por ejemplo) diseñada a partir de una incorrecta calibración o identificación de los valores de las ecuaciones macroeconómicas que describen la economía.

Referencias bibliográficas

Pérez, M.A. (2020) "Reglas de política monetaria y evaluación de bienestar en una economía pequeña y abierta con fricciones financieras: evidencia para República Dominicana desde un enfoque DSGE Neo Keynesiano," BANCO CENTRAL DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

Allen, R. G., & Frisch, R. (1935). Statistical confluence analysis by means of complete regression systems. *The Economic Journal*, 45(180), 741. <https://doi.org/10.2307/2225583>

Almon, S. (1965). The distributed lag between Capital Appropriations and expenditures. *Econometrica*, 33(1), 178. <https://doi.org/10.2307/1911894>

Anderson, T. W., & Rubin, H. (1949). Estimation of the parameters of a single equation in a complete system of stochastic equations. *The Annals of Mathematical Statistics*, 20(1), 46–63. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177730090>

Andrews, D. W. K., & Stock, J. H. (2007). Testing with many weak instruments. *Journal of Econometrics*, 138(1), 24–46. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2006.05.012>

Andrews, I., Stock, J., & Sun, L. (2019). Weak Instruments in Instrumental Variables Regression: Theory and Practice. *Annual Review Of Economics*, 11(1), 727-753. doi: 10.1146/annurev-economics-080218-025643

Ascari, G., Haque, Q., Magnusson, L. M., & Mavroeidis, S. (2021). Empirical evidence on the Euler equation for investment in the US. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3894698>

Barnichon, R., & Mesters, G. (2020). Identifying Modern Macro Equations with Old Shocks*. *The Quarterly Journal Of Economics*, 135(4), 2255-2298. doi: 10.1093/qje/qjaa022

Bekker, P. A. (1994). Alternative approximations to the distributions of instrumental variable estimators. *Econometrica*, 62(3), 657. <https://doi.org/10.2307/2951662>

Clarida, R., Gali, J., & Gertler, M. (2000). Monetary Policy Rules and Macroeconomic Stability: Evidence and Some Theory*. *Quarterly Journal Of Economics*, 115(1), 147-180. doi: 10.1162/003355300554692

Cochrane, J. (2004). Comments on "A new measure of monetary shocks: Derivation and implications" by Romer and Romer." *NBER EFG Meeting*.

Fernald, J. (2012). A quarterly, utilization-adjusted series on total factor productivity, Working Paper Series 2012-19, *Federal Reserve Bank of San Francisco*.

Fuhrer, J., & Rudebusch, G. (2004). Estimating the Euler equation for output. *Journal Of Monetary Economics*, 51(6), 1133-1153. doi: 10.1016/j.jmoneco.2003.10.004

Galí Jordi Herrera. (2015). Monetary policy, inflation, and the business cycle: An introduction to the new keynesian framework. *Princeton University Press*.

Galí, J., & Gertler, M. (1999). Inflation dynamics: A structural econometric analysis. *Journal Of Monetary Economics*, 44(2), 195-222. doi: 10.1016/s0304-3932(99)00023-9

Galindo, H., & Montecinos, A. (2018). Macroeconomía Dinámica. *Fondo Editorial EDUNI, Universidad Nacional de Ingeniería*.

Giacomini, R., Kitagawa, T., & Read, M. (2022). Robust Bayesian inference in proxy svars. *Journal of Econometrics*, 228(1), 107–126. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2021.02.003>

Greene, W. H. (2020). *Econometric analysis*. Pearson.

Guggenberger, P., Kleibergen, F., Mavroeidis, S., & Chen, L. (2012). On the asymptotic sizes of subset Anderson-Rubin and Lagrange multiplier tests in linear instrumental variables regression. *Econometrica*, 80(6), 2649–2666. <https://doi.org/10.3982/ecta8953>

Hall, R. E. (1981). Intertemporal substitution in consumption. *Journal of political economy*, 96(2):339-357

Hayashi, F. (2000). *Econometrics*. Princeton University Press.

Ireland, P. (2004). Technology Shocks in the New Keynesian Model. <https://doi.org/10.3386/w10309>

Kareken, J., & Solow, R. (1963). Lags in monetary policy. *Stabilization policies*, 14-96

Kleibergen, F., & Mavroeidis, S. (2009). Weak Instrument Robust Tests in GMM and the New Keynesian Phillips Curve. *Journal Of Business & Economic Statistics*, 27(3), 293-311. doi: 10.1198/jbes.2009.08280

Mavroeidis, S. (2010). Monetary Policy Rules and Macroeconomic Stability: Some New Evidence. *American Economic Review*, 100(1), 491-503. doi: 10.1257/aer.100.1.491

Mavroeidis, S., Plagborg-Møller, M., & H. Stock, J. (2014). Empirical evidence on inflation expectations in the new keynesian phillips curve. *Journal Of Economic Literature*, 52(1), 124–188.

McLeay, M., & Tenreyro, S. (2018). Optimal inflation and the identification of the phillips curve. <https://doi.org/10.3386/w25892>

Ramey, V. A. (2016). Macroeconomic shocks and their propagation. *Handbook of Macroeconomics*, 71–162. <https://doi.org/10.1016/bs.hesmac.2016.03.003>

Reiersol, O. (1941). Confluence analysis by means of lag moments and other methods of confluence analysis. *Econometrica*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.2307/1907171>

Romer, C. D., & Romer, D. H. (2004). A new measure of monetary shocks: Derivation and implications. *American Economic Review*, 94(4), 1055–1084. <https://doi.org/10.1257/0002828042002651>

Staiger, D., & Stock, J. H. (1997). Instrumental variables regression with weak instruments. *Econometrica*, 65(3), 557. <https://doi.org/10.2307/2171753>

Stock, J. H., & Watson, M. W. (2016). Dynamic factor models, factor-augmented vector autoregressions, and structural vector autoregressions in Macroeconomics. *Handbook of Macroeconomics*, 415–525. <https://doi.org/10.1016/bs.hesmac.2016.04.002>

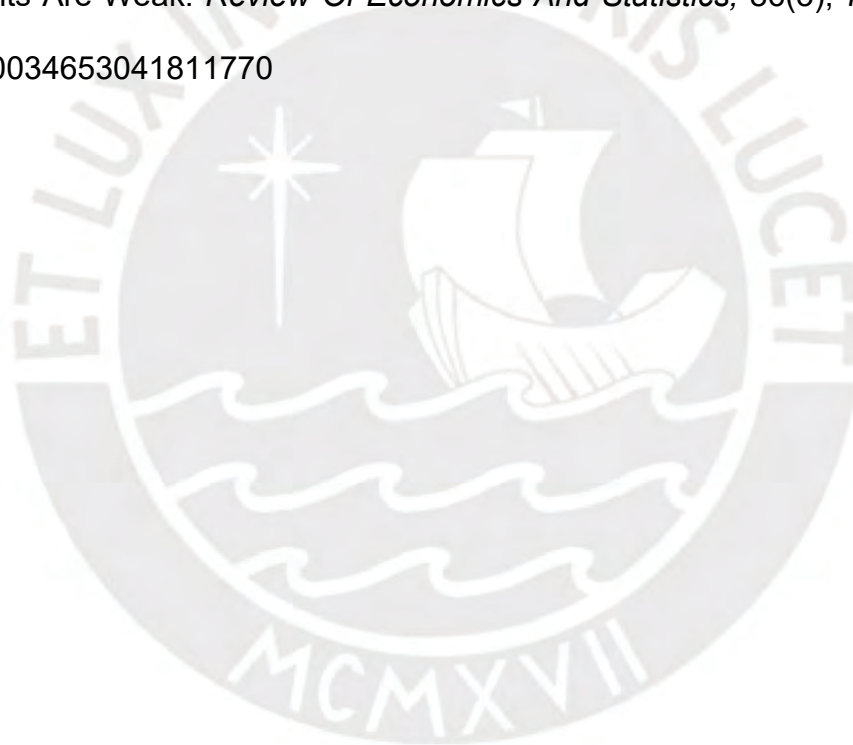
Stock, J. H., & Wright, J. H. (2000). GMM with weak identification. *Econometrica*, 68(5), 1055–1096. <https://doi.org/10.1111/1468-0262.00151>

Tenreyro, S., & Thwaites, G. (2016). Pushing on a string: US monetary policy is less powerful in recessions. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 8(4), 43–74. <https://doi.org/10.1257/mac.20150016>

Walsh, C. E. (2017). *Monetary theory and policy*. MIT Press.

White, H. (1984). Asymptotic normality. *Asymptotic Theory for Econometricians*, 61–106. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-746650-7.50008-6>

Yogo, M. (2004). Estimating the Elasticity of Intertemporal Substitution When Instruments Are Weak. *Review Of Economics And Statistics*, 86(3), 797-810. doi: 10.1162/0034653041811770



Anexos

Anexo 1. Prueba de fuerza de los instrumentos – Valores críticos GMM de Stock & Yogo (2005) para la curva de Phillips

Test de subidentificación (Kleibergen-Paap - estadístico LM):	3.508
P-value	1.000
Test de instrumentos débiles (Kleibergen-Paap rk Wald F statistic):	0.609
Valores críticos del test de instrumentos débiles de Stock-Yogo	
5% como máximo sesgo relativo	19.67
10% como máximo sesgo relativo	10.63
20% como máximo sesgo relativo	5.93
30% como máximo sesgo relativo	4.28

Fuente: Stock-Yogo (2005).

Anexo 2. Prueba de fuerza de los instrumentos – Valores críticos GMM de Stock & Yogo (2005) para la ecuación de Euler

Test de subidentificación (Kleibergen-Paap - estadístico LM):	4.607
P-value	0.9997
Test de instrumentos débiles (Kleibergen-Paap rk Wald F statistic):	0.995
Valores críticos del test de instrumentos débiles de Stock-Yogo	
5% como máximo sesgo relativo	19.67
10% como máximo sesgo relativo	10.63
20% como máximo sesgo relativo	5.93
30% como máximo sesgo relativo	4.28

Fuente: Stock-Yogo (2005).

Anexo 3. Prueba de fuerza de los instrumentos – Valores críticos GMM de Stock & Yogo (2005) para la regla de política monetaria

Test de subidentificación (Kleibergen-Paap – estadístico LM):	4.111
P-value	0.9999
Test de instrumentos débiles (Kleibergen-Paap rk Wald F statistic):	0.815
Valores críticos del test de instrumentos débiles de Stock-Yogo	
5% como máximo sesgo relativo	19.67
10% como máximo sesgo relativo	10.63
20% como máximo sesgo relativo	5.93
30% como máximo sesgo relativo	4.28

Fuente: Stock-Yogo (2005).