

Quantitative Easing en Colombia. ¿Una decisión de política monetaria efectiva o errónea del Banco de la República?

**Presenta:
Valentina Neira Pinzón
Juan Camilo Díaz Montaña**

Trabajo de grado para optar por el título de economista

Tutor principal: Humberto Bernal

**Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
Facultad de Administración y Economía
Programa de Economía
Bogotá
2019**

Tabla de contenido.

1.	Introducción.....	7
2.	Literatura relacionada y evidencia empírica.....	8
3.	Marco teórico.....	12
3.1.	Análisis teórico Quantitative Easing	18
4.	Datos.....	21
5.	Metodología.....	28
5.1.	Modelo Econométrico	29
5.2.	Robustez del modelo	33
6.	Resultados.....	35
7.	Conclusiones.....	42
8.	Referencias	44
9.	Anexos.....	48

Tabla de Figuras

Figura 1: Obtención de la curva IS	15
Figura 2: Obtención de la curva LM	17
Figura 3: Equilibrio general con la aplicación del QE.....	21
Figura 4: Producto Interno Bruto.....	22
Figura 5. Balanza comercial	23
Figura 6. Inversión.....	23
Figura 7. Consumo.....	24
Figura 8: Tipo de cambio real relacionado con el Dólar	25
Figura 9: Tasa de interés nominal.....	26
Figura 10: M1	27
Figura 11: Compra de bonos.....	28
Figura 12: Círculo Unitario.....	35
Figura 13: Impulso Respuesta de la compra de bonos (QE) sobre el consumo.....	37
Figura 14: Impulso Respuesta de la compra de bonos sobre la inversión	38
Figura 15: Impulso Respuesta de la compra de bonos sobre el Índice de Apertura	39
Figura 16: Impulso Respuesta de la compra de bonos sobre el PIB	39
Figura 17: Impulso Respuesta de la compra de bonos sobre la tasa de interés	40
Figura 18: Impulso Respuesta de la compra de bonos sobre el tipo de cambio real	41

Tabla de Cuadros

Cuadro 1: Pruebas de raíz unitaria Dickey-Fuller.....	34
Cuadro 2: Test de cointegración Johansen.....	35

Tabla de Anexos

Anexo 1: Regresión del modelo VAR (M1-consumo)	48
Anexo 2: Regresión del modelo VAR (M1-inversión).....	49
Anexo 3: Regresión del modelo VAR (M1-Índice de Apertura).....	50
Anexo 4: Regresión del modelo VAR (M1-PIB)	51
Anexo 5: Regresión del modelo VAR (M1-tasa de interés)	52
Anexo 6: Regresión del modelo VAR (M1-tipo de cambio real).....	53
Anexo 7: Resultados IR (M1-consumo)	54
Anexo 8: Resultados IR (M1-inversión).....	55
Anexo 9: Resultados IR (M1-Indice de Apertura).....	56
Anexo 10: Resultados IR (M1-PIB)	57
Anexo 11: Resultados IR (M1-tasa de interés)	58
Anexo 12: Resultados IR (M1-tipo de cambio real).....	59

Resumen

En este trabajo se estudia las interrelaciones entre la aplicación de la política monetaria Quantitative Easing (QE) y las principales variables macroeconómicas en Colombia, durante los años 1998 a 2018 con datos trimestrales. Se utiliza un modelo de equilibrio general *IS-LM* de economía abierta el cual será solucionado inicialmente para incluir la compra de bonos del Banco de la República en función de la oferta monetaria, posterior a ello se aproximará un modelo econométrico de *Vectores Autorregresivos (VAR)*, del cual se calcularán los diagramas impulso respuesta para analizar el impacto que tiene el QE sobre las variables a analizar. Los resultados muestran que en la economía colombiana, un choque positivo de política monetaria no convencional generado a través de la compra de bonos, aumenta el producto, el consumo, la inversión, mejora la balanza comercial y tiene efectos sobre los precios debido al aumento del dinero circulante, afectando negativamente la tasa de interés y el tipo de cambio real; lo anterior es evidencia de que el Banco de la República debe prestar atención no solo a la tasa de intervención como instrumento principal de política, sino también en las intervenciones no convencionales vía la hoja de balance, ya que esta puede afectar la economía.

Palabras clave: Política monetaria, Quantitative Easing, modelo *IS-LM*, variables macroeconómicas, bonos.

Abstract

This paper studies the interrelations between the application of Quantitative Easing (QE) monetary policy and the main macroeconomic variables in Colombia, during the years 1998 to 2018 with quarterly data. A general equilibrium model *IS-LM* of open economy is used which will be solved initially to include the purchase of bonds of the Bank of the Republic according to the money supply, later an econometric model of Self-regressive Vectors (*VAR*) will be approximated, from which the impulse response diagrams will be calculated to analyze the impact of QE on the variables to be analyzed. The results show that in the Colombian economy, a positive shock of unconventional monetary policy generated through the purchase of bonds, increases product, consumption, investment, improves the trade balance and has an impact on prices due to the increase in circulating money, negatively affecting the interest rate and the real exchange rate; the above is evidence that the Bank of the Republic must pay attention not only to the intervention rate as the main policy instrument, but also to non-conventional interventions via the balance sheet, because it can affect the economy.

Keywords: Monetary Policy, Quantitative Easing, *IS-LM* Model, Macroeconomic Variables, Bonds

1. Introducción

Tras la crisis financiera del año 2008, los bancos centrales comenzaron a modificar el tamaño de sus balances cambiando la composición de sus activos, a través del uso de la política monetaria no convencional como el Quantitative Easing (QE) con el fin de estimular el crecimiento de la economía y salir de la recesión. Esto se evidencia en trabajos como el de Boeckx (2017) y Weale & Wieladek (2016) donde indican que el uso de la hoja de balance de la FED como instrumento de política monetaria tiene efectos significativos sobre el PIB y la inflación. En Colombia, Botero y Rendón (2013) realizan un modelo de equilibrio general donde se evidencia que un choque de la compra de bonos aumenta el producto, la balanza comercial y presenta efectos sobre el nivel de precios, llegando al resultado de que el uso de otros instrumentos de política económica es eficiente para el control de la economía.

Por tanto, el presente trabajo está orientado a determinar ¿Cómo afecta el uso de la política monetaria Quantitative Easing (QE) la volatilidad de la tasa de cambio, el PIB, consumo, balanza comercial e inversión durante los últimos 20 años en Colombia? A través de un modelo macroeconómico de equilibrio general y un modelo econométrico, que incluye la compra de bonos gubernamentales por parte del Banco de la República. Esto se solucionará al plantear el objetivo principal del documento el cual es demostrar que el QE tiene efectos ya sean positivos, negativos o nulos tanto al corto como a largo plazo sobre las variables macroeconómicas mencionadas anteriormente. Este objetivo se pretende responder a través del análisis de un modelo de equilibrio general *IS-LM* con economía abierta para representar la política de compra de bonos en él y establecer sus efectos en la economía colombiana, posteriormente se estimará un modelo de vectores autorregresivos para determinar la respuesta de las variables macroeconómicas al momento de aplicar la política QE.

Esperando dar respuesta a la pregunta planteada se formula la siguiente hipótesis. El QE tiene efectos positivos en la economía colombiana. Cuando esta política monetaria recibe un choque, este genera respuestas positivas al PIB, al consumo, a la inversión, la balanza comercial y negativa a la tasa de interés nominal y al tipo de cambio real. Esto se evidencia a través del modelo *IS-LM* aproximado por medio de un VAR.

Los resultados de los ejercicios propuestos sugieren que ante un choque de la compra de bonos los efectos sobre las variables macroeconómicas son significativos, lo que está en concordancia con los autores citados en la revisión de la literatura. Lo anterior sugiere que la

política monetaria no convencional tiene efectos sobre las principales variables económicas. Este a su vez contradice el paradigma de que estas políticas solo son efectivas con tasas de interés cercanas al cero, ya que al analizar el QE en esta economía en donde la tasa ha permanecido por encima del 4% se demuestra lo contrario, dicha política ha causado aumentos significativos en las variables macroeconómicas que son fundamentales para determinar el comportamiento de la economía.

El documento se encuentra estructurado de la siguiente forma: En el primer apartado se mostrará la introducción del documento que describe la pregunta de investigación, los objetivos planteados, la metodología y rasgos fundamentales para la comprensión del documento. En el segundo apartado se realiza una revisión de las fuentes que muestran los efectos del QE sobre la economía, seguido se encuentra el marco teórico en el cual se menciona la teoría de la cual proviene el tema central de la investigación. Más adelante en el cuarto apartado se presenta el comportamiento de los últimos 20 años de las variables a estudiar con la investigación, la obtención de la base de datos, la descripción y relación de las mismas, posterior a ello, se formula el modelo a utilizar y sus respectivos resultados expresados de forma gráfica y teórica. En seguida se analiza el modelo econométrico a través de los gráficos impulso-respuesta. Por último, se argumentan los resultados obtenidos y finalmente se concluye.

2. Literatura relacionada y evidencia empírica

En el campo de la economía se ha venido enseñando la política monetaria desde las directrices que dejó el consenso de Washington en el año 1989 (política de tasa de interés con el objetivo de alcanzar la estabilidad de precios mediante una meta de inflación o inflación objetivo), además se han estudiado todo tipo de políticas monetarias ya sean expansivas, contractivas, anticíclicas, etc. Pero no se ha evidenciado y explicado detalladamente en qué consisten las políticas monetarias no convencionales, cuáles son sus instrumentos y efectos en la economía.

Acorde con los estudios realizados por León y Quispe (2010) existen tres tipos de instrumentos de política monetaria no convencional que son: flexibilización cuantitativa (ampliación de la hoja de balance del banco central, ejemplo compra de activos gubernamentales), flexibilización de condiciones de financiamiento (modificación del encaje o política de encaje) y flexibilización crediticia (reestructuración de la hoja de balance del banco central, ejemplo compra de activos del sector privado).

Dentro de los estudios que analizan este tema se encuentran aquellos que enfatizan en el uso de QE como un instrumento efectivo sobre la economía a la hora de aplicarlo. Un ejemplo de ello es el estudio de Botero y Rendón (2013) en donde se demuestra a través de un modelo de equilibrio general dinámico estocástico (DSGE) aplicado a Colombia que un choque de una política monetaria no convencional aumenta el producto, el empleo, mejora la balanza comercial y tiene efectos sobre los precios. Evidenciando que los bancos centrales no solo deben prestar atención a la tasa de interés como instrumento principal de la política monetaria, sino también fijarse en las medidas no convencionales como la hoja de balance, ya que tiene efectos sobre variables macroeconómicas y sobre la tasa de cambio.

El trabajo de Chen, Filardo, He & Zhu (2015) se estudian los efectos macroeconómicos de la expansión monetaria en el plano interno e internacional, para lo cual se estima un modelo de Vector de Corrección de Errores (VEC) en donde se comparan 17 economías y los efectos de la aplicación de dichas políticas. Las estimaciones concluyeron en que las respuestas de la política y de tipo de cambio han sido diversas en las economías avanzadas y emergentes, debido a las diferencias entre las economías en las respuestas del producto, la inflación y el crédito, por otro lado, se evidencian las repercusiones transfronterizas de las políticas monetarias ya que pueden ser fuentes generadoras de inestabilidad macroeconómica y financiera en escala mundial. Esto plantea dudas relevantes sobre si los bancos centrales deberían hacer más para tomar en consideración las consecuencias no intencionales de sus acciones sobre los demás y cómo promover mejor la estabilidad económica y financiera del país.

Desde este punto de vista autores como Curdia & Woodford (2010) a través de un nuevo modelo keynesiano examinan el impacto de las políticas monetarias tradicionales de la tasa de interés con las medidas no convencionales sobre los mercados financieros especialmente en épocas de tensión financiera como es el caso de Estados Unidos; en donde sugieren que los bancos centrales no se deben fijar solo en el uso de la tasa de interés nominal, ya que también es importante prestar atención al aumento de la hoja de balance puesto que tiene efectos positivos sobre las variables macroeconómicas y financieras del país, y encuentran que al momento de utilizar flexibilización cuantitativa los cambios no son efectivos en todo momento debido a que las tasas de interés pasa a segundo plano como instrumento de política monetaria dando paso a la variación de la oferta monetaria.

Así lo demuestran Giri, Riccetti, Russo & Gallegati (2016) posterior a la crisis del 2008 que tuvo implicaciones a nivel global, el uso de la política monetaria ha tenido un gran cambio no solo la Reserva Federal de Estados Unidos, sino también el banco central europeo y el banco de Japón han venido siguiendo un programa de compra de activos (compra de bonos del

gobierno) para expandir sus hojas de balance, además de mantener el tipo de interés Zero Interest Rate Policy (ZLB). Una razón obvia es el argumento de Boeckx (2017) y Weale & Wieladek (2016) quienes a través de un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) examinan los efectos macroeconómicos que tiene dicho programa usando la hoja de balance de la FED y el banco de Inglaterra, encontrando así que los usos de las políticas monetarias no convencionales tienen efectos sustanciales en el crecimiento del PIB y la inflación. Aunado a esto, los autores inicialmente mencionados Giri, Riccetti, Russo & Gallegati (2018) prueban que mantener la tasa de interés a un nivel bajo (ZLB) y constante hace más efectivo el uso de estas políticas monetarias.

Por otro lado, Wang (2019) analiza los efectos de la política monetaria no convencional QE a través de un modelo DSGE utilizando como restricción la tasa de sombra de Japón desde 1980 en lugar de la tasa ZLB. Por medio de esta metodología, de la simulación que realiza el autor se concluyó que, al no haberse aplicado este tipo de política monetaria, Japón habría experimentado peores desempeños económicos en cuanto a PIB, inversión de capital y precios desde 1999 ya que en este año en el país se empieza a utilizar una tasa ZLB.

Carrera .C, Pérez.F & Ramírez.N (2015) en su investigación evalúan el impacto en las variables macroeconómicas del QE aplicado por la Reserva Federal de Estados Unidos sobre cuatro economías latinoamericanas abiertas con metas de inflación. A través de la calibración de un modelo estructural autorregresivo con exogeneidad se llega a la conclusión de que la aplicación de estas políticas tiene efectos significativos sobre las variables financieras, ya que el aumento de la liquidez internacional que sigue después de cada ronda del QE transmite sus efectos sobre las variables macroeconómicas de las empresas estatales a través de variables financieras como las tasas de interés, el crédito agregado y los tipos de cambio.

Así mismo Palley. T (2011) en su documento busca demostrar cómo la política QE puede llegar a reactivar la economía mexicana; inicialmente representa esta política a través de un modelo *IS-QQ*, el cual es una modificación del modelo que tradicionalmente se conoce como *IS-LM*, con este modelo encuentra que la expansión monetaria por parte de la compra de bonos gubernamentales y privados tiene efectos expansivos demostrados en cinco canales. El primero, es la tasa de interés ya que el banco central al comprar bonos a largo plazo modifica la tasa de interés cercano al cero, el segundo es el indicador Q de Tobin que al aumentar la liquidez el valor de las acciones aumenta directamente con la inversión. El tercero es el consumo dado los altos precios de bonos y acciones, el cuarto es la inflación esperada, ya que las empresas y los hogares tienen un incentivo para adelantar su consumo futuro y evitar precios más altos, y por último el

quinto canal es el tipo de cambio que sufre una depreciación ya que el aumento de liquidez puede ir dirigido a la compra de divisas.

Por otro lado, Salvatorelli. E & Ojeda. L (2016) evalúan los impactos de la aplicación del QE, estableciendo una relación de causalidad entre la política monetaria no convencional de relajamiento cuantitativo, el desempeño económico y los activos de renta variable del mercado financiero en Estados Unidos, utilizando modelos de regresión simple de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) con frecuencias trimestrales en el periodo 2007-2015. Sus resultados estadísticos muestran que el mercado financiero es el mayor beneficiario de la aplicación de esta política debido a que las variables de este sector presentan significancia, mostrando un efecto positivo en la capitalización del índice bursátil y el ratio de la valoración financiera.

Siguiendo el planteamiento del tipo de cambio, García.A (2012) estudió el efecto de las medidas convencionales y no convencionales de los mayores bancos centrales del mundo, cuyas divisas siguen un régimen de tipo de cambio flotante durante los años de la crisis financiera, este autor hace énfasis en la medida de expansión del balance y analiza cómo estas han afectado al tipo de cambio de las distintas divisas entre sí. A través de una valoración de los diferentes programas extraordinarios de la política monetaria, llega a la conclusión de que las medidas tomadas por los bancos centrales han tenido el efecto esperado en sus divisas que es devaluarlas al poner nuevo dinero en circulación para comprar activos financieros.

De acuerdo a estos documentos, se tiene soporte teórico, empírico y econométrico sobre los efectos positivos del QE a variables macroeconómicas como el PIB; devaluaciones en el tipo de cambio que incentivan las exportaciones y permiten que la balanza comercial sea superavitaria y disminuciones en la tasa de interés, que promueven la inversión y aumentan el producto. Además, se han realizado aproximaciones de esta política a modelos modificados del *IS-LM*, que permiten demostrar y explicar cómo se ven afectadas las demás variables como el consumo y la inversión. Por otro lado, así como se demuestra son muy pocos los documentos que se realizan en Colombia y en países Latinoamericanos, es por esta razón que este documento puede ser importante para la literatura, ya que es una de las pocas investigaciones en demostrar matemática y econométricamente como el QE afecta positivamente o negativamente el PIB, el consumo, la inversión, la balanza comercial, la tasa de interés y el tipo de cambio, proyectando el efecto cuarenta trimestres adelante para corroborar el comportamiento de estas variables en el corto y largo plazo.

Por su parte, el documento busca resolver la hipótesis planteada por las demás investigaciones, se dice que la política monetaria QE es efectiva únicamente cuando los países manejan una tasa de interés cercana a cero. Al trabajar esta política monetaria para el caso

colombiano los resultados obtenidos demostraran si se valida o se refuta esta hipótesis, dejando ver por un lado que el QE es únicamente una alternativa de política monetaria para los países desarrollados o por el contrario es de uso global con efectos significativos incluso para los países en vía de desarrollo.

3. Marco teórico

A partir de 1936 la teoría económica evidenció una revolución a través de “The general theory of employment, interest and money” escrito por John Maynard Keynes, en su obra busca explicar cuáles son los determinantes fundamentales que explican la insuficiencia de demanda; es por esto que John Hicks (1937) recopila sus ideas más importantes y las matematiza en un modelo de equilibrio general conocido como *IS-LM* para una economía cerrada, este modelo es de gran importancia ya que muestra cómo la política monetaria y fiscal son capaces de afectar la economía mostrando resultados acordes y cercanos a la realidad, a través del análisis del comportamiento de cada variable que lo componen. Para entender el modelo es necesario desglosarlo en los dos mercados estudiados, por un lado, está el mercado de bienes y servicios (representado por la curva *IS*) y por otro el mercado de dinero (referido a la curva *LM*). Este modelo se centra en analizar el equilibrio entre el mercado de bienes y servicios y el mercado de dinero, mostrando la relación entre la tasa de interés y la producción de la economía.

Sin embargo para la economía moderna es necesario analizar los efectos de la política económica para la balanza comercial (la diferencia entre exportaciones e importaciones) es por esta razón que surge el modelo Mundell-Fleming en 1960, como consecuencia de la necesidad de ampliar el análisis macroeconómico proporcionado por el modelo propuesto por Hicks ante el creciente flujo de comercio de capitales internacionales que se registró en la posguerra, en donde se establece que el comportamiento de la economía va a depender del régimen de tipo de cambio que adopte. Robert Mundell (1960) introduce el concepto de principio de clasificación efectiva de mercado, el cual consiste en que un instrumento de política económica debe orientarse hacia el objetivo donde tiene más influencia, a partir de las ecuaciones mencionadas anteriormente desarrolla el ajuste dinámico del balance interno y externo en respuesta a shocks de política monetaria.

Más adelante afirma que la política monetaria y fiscal son más efectivas bajo un régimen de tipo de cambio flexible, sin embargo, esta efectividad se da en mayor medida a partir de la aplicación de instrumentos de política monetaria en el exterior con movilidad perfecta de capitales, donde la política fiscal se vuelve inefectiva para restaurar el equilibrio interno que enfrenta la economía.

La curva *IS* muestra las situaciones de equilibrio entre la inversión y el ahorro para los diferentes valores de renta y tipos de interés, en donde la condición de equilibrio del mercado de bienes está dada por:

$$Y_t = C_t(Y_t - T_t) + I_t(Y_t, i_t) + G_t + X_t(Y_t^*, e_t) - M_t(Y_t, e_t) \quad [1]$$

Donde

C_t = Consumo; viene dado por:

$$C_t = C_0 + C_I(Y_D) \quad [2]$$

C_0 = Consumo cuando la renta sea igual a 0,

C_I =Propensión marginal a consumir toma valores entre $0 < C_I < 1$,

Y_D : Viene dada por:

$$Y_D = Y_t - T_t - TR_t \quad [3]$$

T_t = Impuestos,

TR_t = Transferencias,

$T_t = tY$,

t_t = Participación porcentual del promedio del impuesto $0 < t < 1$,

Y_t = Renta,

Sustituyendo la ecuación [3] en la ecuación [2] obtenemos:

$$C_t = C_{t0} + C_{tI}(Y_t - T_t - TR_t) \quad [4]$$

Esta función de consumo es definida como una ecuación de conducta en función de la renta (la renta que se tiene después de pagar los impuestos) que afecta positivamente al consumo, esto significa que cuando Y_D aumenta los individuos serán capaces de consumir más.

I_t = Inversión, está determinada de manera positiva por la producción y de forma negativa por el tipo de interés

$$I_t = I_t(Y_t, i_t) \quad [5]$$

i_t = Tasa de interés nominal.

En esta función de la inversión, la renta se asume como un equivalente del nivel de ventas y depende positivamente de esta, ya que al aumentar las ventas las empresas necesitan invertir ya sea en maquinaria o en plantas para seguir cumpliendo con su demanda de bienes. Por otro lado, la tasa de interés actúa de forma negativa en esta función, ya que si esta aumenta las empresas no tendrán incentivos de pedir prestado dinero para invertir ya que los rendimientos que genere la nueva inversión no cubrirán el costo del préstamo.

G_t = Gasto público (variable exógena),

X_t = Exportaciones; viene dado por:

$$X_t = X_t(Y_t^*, e_t) \quad [6]$$

e_t = Tipo de cambio real,

Y_t^* = Renta externa.

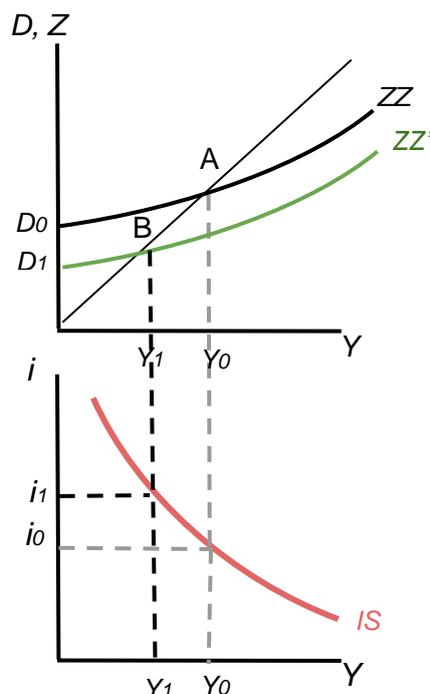
En la función de las exportaciones, depende del tipo de cambio real y de la renta externa la relación es negativa y positiva respectivamente. En el caso que el tipo de cambio real aumente (revalúe) las exportaciones disminuyen, esto se da porque las empresas reciben menos dinero de lo que se gastó en la producción. Por el lado de la Renta extranjera si esta aumenta, las exportaciones para el país local aumentarían.

M_t = Importaciones; viene dado por:

$$M_t = M_t(Y_t, e_t) \quad [7]$$

El tipo de cambio real actúa de forma positiva en la función de las importaciones ya que una revaluación de la moneda hace que los precios extranjeros sean más baratos que los locales. En cuanto a la renta local o la producción si aumenta, la relación con las importaciones es directa.

Figura 1: Obtención de la curva IS



Fuente: Elaborada por los autores. Basado en Blanchard, O. (2004). *Macroeconomía 2ª Edición*.

La posición de la curva *IS* en la Figura 1 se desplaza si varían: La demanda del consumo, el gasto autónomo de la inversión, el gasto público y los impuestos que inicialmente alteran la renta disponible que posteriormente cambiará la demanda agregada.

El equilibrio se encuentra inicialmente en el punto A. Se supone una subida en el tipo de interés, pasando de i_0 a i_1 donde la subida del tipo de interés reduce la inversión y la demanda, por lo tanto, la curva de demanda *ZZ* se desplaza hacia abajo hasta *ZZ'*: en un nivel dado de producción, la demanda es menor. Desplazando el equilibrio al punto B. En otras palabras, la subida del tipo de interés reduce la inversión; la reducción de la inversión provoca una disminución de la producción, la cual reduce aún más el consumo y la inversión a través del efecto multiplicador; la pendiente negativa que caracteriza esta curva es debido a que una subida del tipo de interés reduce las variables inversión y consumo.

Por lo tanto, Irving Fisher en 1911 continuando las ideas de los economistas clásicos en que las variables nominales no pueden afectar a las variables reales, fue uno de los primeros en proponer el tema con más precisión; desarrolló una ecuación exponiendo la relación entre la oferta monetaria y la velocidad de circulación con el nivel de precios, en donde el dinero se

mueve a una tasa fija y sólo sirve como un medio de cambio. Fisher inicialmente no se interesa en el problema de la demanda de dinero, por otro lado, se enfoca en el concepto de velocidad-transacción de circulación del dinero como se puede observar en la ecuación 8, lo cual significa; la cantidad de veces que una unidad monetaria pasa de persona a persona para cubrir todas las transacciones totales.

$$M_t * V_t = P_t * T_t \quad [8]$$

Donde M es la masa monetaria, V , la velocidad de circulación del dinero, P , el nivel de precios y T son las transacciones realizadas, que se podría sustituir por la renta de un país (Y), reemplázase Y_t en la ecuación [8]:

$$M_t * V_t = P_t * Y_t \quad [9]$$

A pesar de indicar relaciones entre variables como la oferta monetaria y la velocidad de circulación de dinero, esta ecuación no explica las variables en sí y por lo tanto es necesario poseer información adicional si se quiere realizar predicciones, en donde se incluya el comportamiento de las variables descritas.

La curva LM muestra las situaciones de equilibrio entre la oferta y demanda monetaria en el mercado de dinero, donde la ecuación de equilibrio viene dada por:

$$M_t^S = M_t^d \quad [10]$$

Dónde:

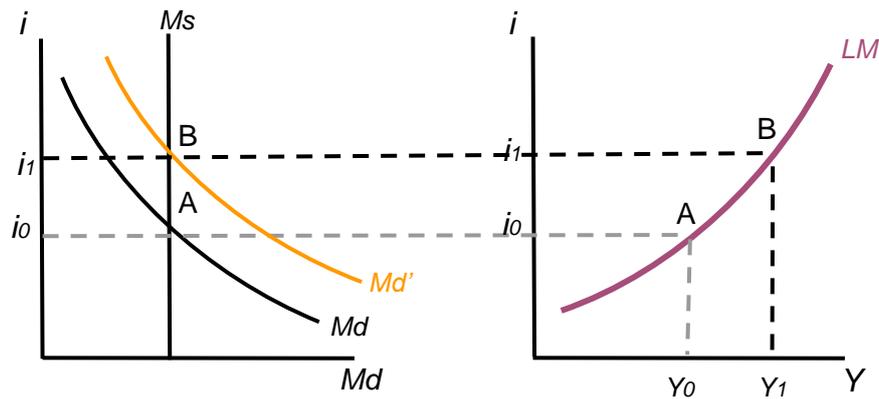
M^S : Oferta monetaria; que viene determinada por la autoridad monetaria y es independiente de la tasa de interés,

M^d : Demanda Agregada; viene dada por:

$$M_t^d = M_t^d(Y_t, i_t) \quad [11]$$

Esta ecuación nos muestra que el tipo de interés i debe ser tal, que los individuos con renta Y , estén dispuestos a tener una cantidad de dinero igual a la oferta monetaria existente en el mercado. Esta igualdad es conocida como relación LM .

Figura 2: Obtención de la curva LM



Fuente: Elaborada por los autores. Basado en Blanchard, O. (2004). *Macroeconomía 2ª Edición*.

El equilibrio de los mercados financieros implica que cuanto más alto es el nivel de producción, mayor es la demanda de dinero y, por tanto, más alto es el tipo de interés de equilibrio, pasando del punto A al punto B. Esta relación entre la producción y el tipo de interés está representada por la curva de pendiente positiva como se observa en la Figura 2.

La posición de la curva LM dependerá de la oferta de dinero real, sin embargo, teniendo en cuenta el supuesto de precios constantes, cualquier aumento de la oferta de dinero nominal desplazará la curva LM hacia la derecha y en caso contrario en que la oferta de dinero disminuya la curva se desplazará hacia la izquierda.

Las políticas monetarias no convencionales surgen, con el fin de recuperar la dinámica de la economía, Ben Bernanke (2012) quien está interesado en las causas económicas y políticas de la gran depresión, bajo su cargo de presidente de la Reserva Federal admitió que la política monetaria convencional fue exitosa frente al objetivo de la estabilidad de precios, pero fracasó en obtener una estabilidad financiera en el 2008. Este economista resalta la ineffectividad de las políticas fiscales y monetarias aplicadas para salir de las crisis, y establece que ese fallo es resultado del reducido nivel de los gastos de consumo de las familias y la creciente precarización del empleo, de forma que, en un escenario de baja inflación, las políticas fiscales y monetarias neoclásicas no pueden operar por los elevados niveles de incertidumbre y desconfianza que privan en los mercados.

Bernanke propone tres opciones de política monetarias no convencional como una salida a estas crisis en donde los bancos centrales pueden recurrir a compras de activos financieros, bonos del gobierno e instrumentos de deuda privada con el fin de generar una rápida expansión monetaria, en donde se incentiva el crédito bancario y se genera confianza en los agentes

financieros, estas medidas no convencionales harán disminuir las tasas de interés y aumentará la rentabilidad de la inversión productiva y el consumo, elevando la demanda agregada.

3.1. Análisis teórico Quantitative Easing

Con el fin de analizar el efecto de la política monetaria QE sobre las variables macroeconómicas como el PIB, consumo, balanza comercial, inversión y tipo de cambio, se amplía la oferta monetaria a través de la compra de bonos que adquiera el banco central como se muestra en la ecuación de la *LM* ecuación [15]. Por ende, el modelo *IS-LM* está determinado de la siguiente manera:

Mercado de bienes y servicios:

$$IS: Y_t = C_t + I_t + G_t + XN_t \quad [12]$$

$$IS: IS = C_t(Y_t - T_t) + I_t(Y_t, i_t) + G_t + XN_t(Y_t^*, Y_t, e_t) \quad [13]$$

Mercado de dinero

$$LM: M_t^S = M_t^d(Y_t, i_t) \quad [14]$$

$$LM: M_t^S(B_t) = M_t^d(Y_t, i_t) \quad [15]$$

Equilibrio de mercado:

La curva *IS* viene dada por la ecuación [17]

$$Y_t^{IS} = Y_t(T_t, G_t, Y_t^*, P_t, P_t^*, B_t) \quad [16]$$

$$Y_t^{IS} = \delta_0 + \delta_1 T_t + \delta_2 G_t + \delta_3 Y_t^* - \delta_4 P_t + \delta_5 P_t^* + \delta_6 B_t \quad [17]$$

Por lo tanto, la curva *LM* está determinada por:

$$Y_t^{LM} = Y(B_t, i_t) \quad [18]$$

$$Y_t^{LM} = \delta_0 + \delta_1 B_t - \delta_2 i_t \quad [19]$$

Solución del modelo

Sustituyendo las ecuaciones [17] y [19], obtenemos

$$Y_t^* = Y_t(T_t, G_t, Y_t^*, P_t, P_t^*, B_t) \quad [20]$$

$$Y_t^* = \beta_0 + \delta_1 T_t + \delta_2 G_t + \delta_3 Y_t^* - \delta_4 P_t + \delta_5 P_t^* + \delta_6 B_t \quad [21]$$

Sea C_t^* el consumo en un tiempo determinado, puede expresarse de la siguiente forma:

$$C_t^* = C_t(T_t, G_t, Y_t^*, P_t, P_t^*, B_t) \quad [22]$$

$$C_t^* = \beta_0 + \delta_1 T_t - \delta_2 G_t - \delta_3 Y_t^* + \delta_4 P_t + \delta_5 P_t^* + \delta_6 B_t \quad [23]$$

La inversión viene dada de la siguiente manera:

$$I_t^* = I_t(T_t, G_t, Y_t^*, P_t, P_t^*, B_t) \quad [24]$$

$$I_t^* = \beta_0 + \delta_1 T_t - \delta_2 G_t - \delta_3 Y_t^* + \delta_4 P_t + \delta_5 P_t^* + \delta_6 B_t \quad [25]$$

Sea XN_t^* la resta entre Exportaciones menos Importaciones en un período determinado, es expresada por la siguiente ecuación:

$$XN_t^* = XN_t(T_t, G_t, Y_t^*, P_t, P_t^*, B_t) \quad [26]$$

$$XN_t^* = \beta_0 + \delta_1 T_t - \delta_2 G_t - \delta_3 Y_t^* + \delta_4 P_t + \delta_5 P_t^* + \delta_6 B_t \quad [27]$$

El tipo de cambio real de la economía está determinado de la siguiente manera:

$$e_t^* = e_t(T_t, G_t, Y_t^*, P_t, P_t^*, B_t) \quad [28]$$

$$e_t^* = \beta_0 + \delta_1 T_t - \delta_2 G_t - \delta_3 Y_t^* + \delta_4 P_t + \delta_5 P_t^* + \delta_6 B_t \quad [29]$$

A continuación, se presenta de manera gráfica el equilibrio de mercado sobre el modelo Mundell-Fleming, en donde el papel de los bonos gubernamentales jugará un papel primordial en la economía, desplazando el equilibrio. La gráfica (2) de la Figura 3 muestra la relación *IS* entre el tipo de interés y la producción correspondiente a determinados valores de todas las demás variables de la relación, como, $T_t, G_t, Y_t^*, P_t, P_t^*, B_t$.

Como se mostró en la solución del modelo, la oferta monetaria M^S dependerá de la compra de bonos que haga el Banco de la República, dicho esto, como se demuestra en la gráfica (1) de la Figura 3 un aumento en la compra de estos activos desplaza la curva $M^S(B)$ hacia la derecha, provocando una disminución de la tasa de interés hasta llegar a un nuevo equilibrio en el mercado de dinero que será el punto G. Ahora esta será la nueva tasa de interés que permitirá que la Demanda de Dinero o en otras palabras la cantidad de dinero que los consumidores desean mantener sea igual a la Oferta. Sin embargo, los efectos no solo se evidencian en este mercado, este aumento de la Oferta de Dinero moverá la curva *LM* en el equilibrio de los mercados de bienes y financieros hacia la derecha obteniendo así un nuevo equilibrio con mayor producto y una menor tasa de interés, esto se demuestra en la gráfica (2) de la Figura 3 en donde el equilibrio inicial representado por el punto C pasará al nuevo equilibrio que será el punto I.

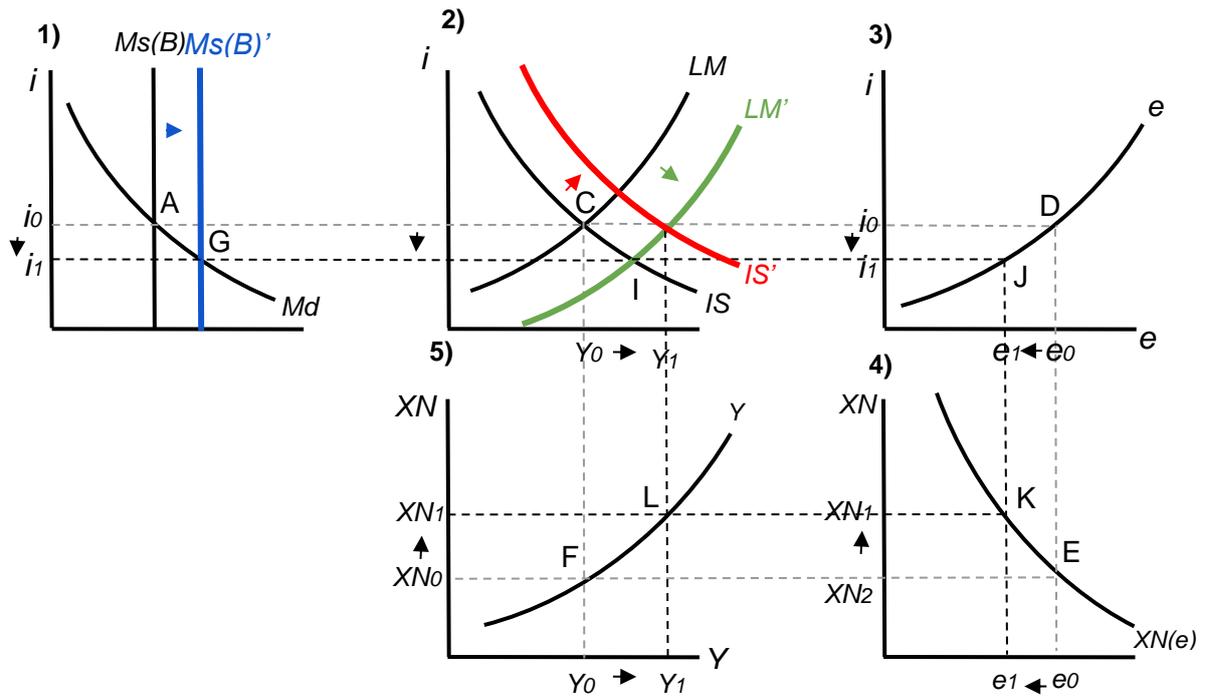
Para poder expresar los efectos que tiene este aumento de compra de bonos por parte del Banco de la República a la curva de la balanza comercial, es necesario identificar primero cómo se comporta la curva de la relación de paridad de los tipos de interés; como lo menciona Blanchard (2012) bajo esta condición de paridad de interés, donde las tasas de interés nacionales son iguales a las extranjeras es posible establecer una relación directa entre tasa de interés-tipo de cambio esperado, por esta razón al disminuir la tasas de interés como consecuencia de la compra de bonos, el tipo de cambio esperado se devalúa respecto al tipo de cambio extranjero como lo muestra la gráfica (3) de la Figura 3. Al devaluarse el tipo de cambio se incentivan las

exportaciones y las importaciones se reducen, como consecuencia a esto, la balanza comercial se presentará superavitaria, esto se muestra en el gráfico 4 de la Figura 3.

Volviendo al equilibrio entre demanda de bienes (Z) y renta (Y) la cual representa la curva IS , se sabe que una de las variables que define a Z es XN ; cómo se mostró en la gráfica (4) de la Figura 3, al devaluarse el tipo de cambio aumentan las exportaciones netas esto tiene un efecto directo con el Producto de la economía, es así que la curva IS se desplaza a la derecha, el nuevo equilibrio estará dado por una renta mayor y un aumento de la tasa de interés.

Se demostró de manera gráfica y teórica como la política monetaria QE tiene efectos sobre cuatro de las variables que se quieren analizar cómo el PIB (positivo), la balanza comercial (positivo), el tipo de cambio real (negativo) y la tasa de interés (negativo). En cuanto al consumo y la inversión dada una compra de bonos, la cantidad de dinero en circulación también aumentara en la misma cuantía, esto se hace con el fin de dar liquidez a la economía, sin embargo, uno de los efectos de que circule una mayor cantidad de monedas y billetes es que la inflación tenderá a aumentar, los consumidores por un lado buscarán consumir más, antes de que llegue este impacto inflacionario. Por otro lado, al disminuir la tasa de interés las empresas estarán motivadas a conceder créditos con el fin de invertirlo para aumentar su producción a una nueva demanda que se da por el aumento del consumo que tuvieron los hogares.

Figura 3: Equilibrio general con la aplicación del QE



Fuente: Elaborada por los autores.

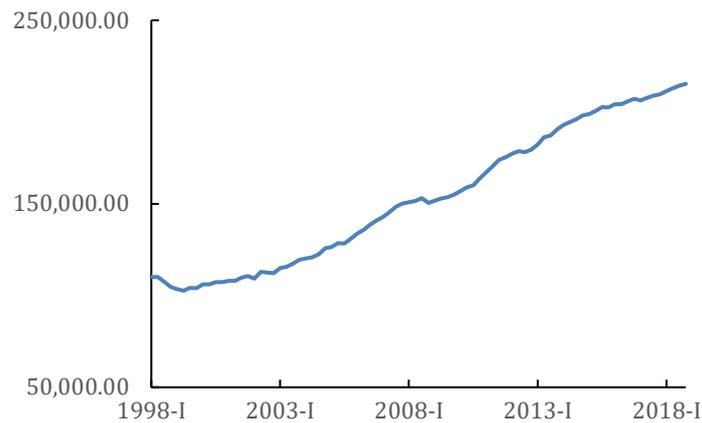
4. Datos

Los datos utilizados para el análisis corresponden a series trimestrales, desestacionalizadas para el periodo 1998(I) a 2018(IV), extraídos del Banco de la República y del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Como variable de ingreso (Y_t) se utiliza el producto interno bruto (PIB) a precios constantes de 2015, la tasa de interés nominal (i_t) corresponde a la tasa de CDT's a 90 días, el nivel de precios (P_t) es aproximado por el índice de precios al consumidor (IPC), el consumo (C_t), la inversión (I_t) y la balanza de pagos (XN_t) se utilizan a precios constantes base de 2015, el tipo de cambio real (e_t) corresponde al índice de la tasa de cambio real (ITCR) y por último la oferta monetaria está representada por la emisión de bonos (B_t) que corresponden a los TES.

En el Figura 4 se presenta el comportamiento del PIB, en los últimos 20 años Colombia ha mantenido un ritmo de crecimiento económico y ha resistido los choques externos. Por ejemplo, la crisis económica mundial del 2008 a pesar de que sí se presentó una desaceleración, mantuvo la tendencia y creció 2,5%, y lo mismo sucedió con la caída en los precios del petróleo en 2014, donde a pesar de que este rubro representa una de las principales fuentes de ingreso para el país, se logró un crecimiento.

Figura 4: Producto Interno Bruto

(Trimestral, Col \$ miles de millones constantes a precios del 2015)

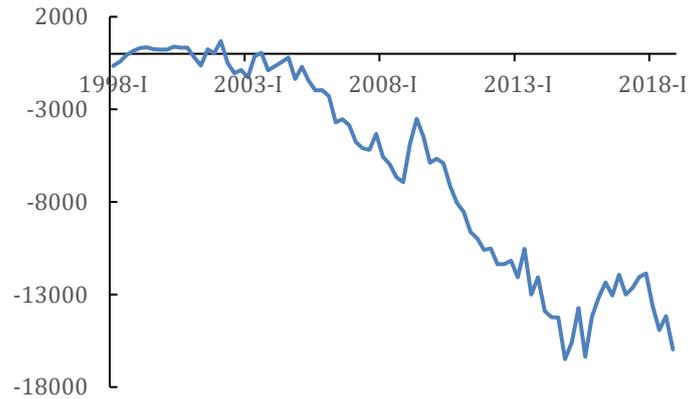


Fuente: Elaborado por los autores

En cuanto a la dinámica de comercio exterior, Colombia estaba entrando en una apertura económica permitiendo el aumento de mercados no tradicionales de exportación, la entrada de nuevos inversionistas, el aumento de la inversión extranjera, además de la devaluación de la tasa de cambio real que se presentaba desde 1997 y de una recuperación de la economía de los socios comerciales más importantes de Colombia. A finales de los años 90, hubo una gran desaceleración ocasionada principalmente por la situación del sector externo, afectando las exportaciones; A pesar de tener saldos positivos Colombia pasó de tener una balanza superavitaria a deficitaria y esto se debió a la buena coyuntura externa e interna se evidenció un descenso en los precios internacionales de los productos básicos, en particular del petróleo la caída de los precios del petróleo, debido a una mayor oferta de los países de la OPEP. Para el primer trimestre del año 2009 se evidenció un descenso en los precios internacionales de los productos básicos Las exportaciones del crudo y sus derivados disminuyeron debido a la caída en las ventas hacia Estados Unidos. Así mismo, las menores exportaciones de café verde, como la reducción en ventas de ferróníquel. Las ventas de productos no tradicionales disminuyeron debido a la menor demanda de bienes manufacturados como se puede evidenciar en la Figura 5.

Figura 5. Balanza comercial

(Trimestral, Col\$ miles de millones constantes a precios del 2015)

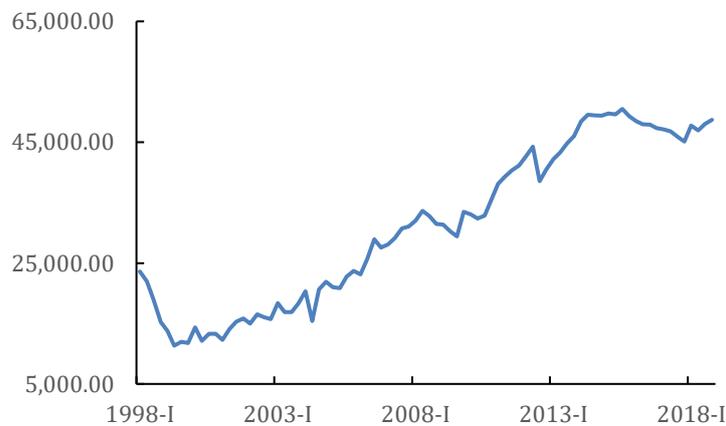


Fuente: Elaborada por los autores.

Durante los últimos 20 años la inversión en Colombia ha registrado una tendencia creciente como se observa en la Figura 6, a finales del siglo XX la industria y otros sectores ganaron importancia como destino de las inversiones. Entre 2004 y 2011 las inversiones se concentraron nuevamente y la actividad petrolera y minera del país, en donde el nuevo régimen de inversiones garantizó la igualdad entre inversionistas extranjeros y nacionales, por otro lado, otro aspecto importante durante el período fue la firma de acuerdos internacionales de inversión y la creación de Proexport (Mejía, 1998).

Figura 6. Inversión

(Trimestral, Col\$ miles de millones constantes a precios del 2015)



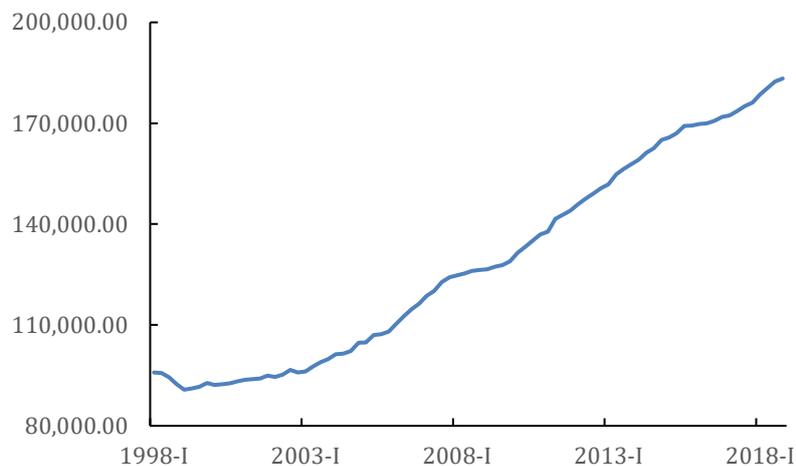
Fuente: Elaborada por los autores.

En la Figura 7 se puede apreciar el comportamiento que ha tenido el consumo de los hogares entre 1993 – 2005, mostrando una tendencia creciente una vez fue superada la recesión de 1999. Posterior a la recesión el consumo nuevamente comienza una etapa de crecimiento que,

de acuerdo con el informe de coyuntura del mes de julio de 2004, en la que explica que la aceleración en el consumo de los hogares parece estar asociada a un crecimiento en el ingreso promedio esperado en el largo plazo. En los años siguientes se presenta una apreciable aceleración en el crecimiento del consumo, debido al optimismo de los hogares fundamentado en las expectativas futuras de empleo que se ve reflejado en el indicador de confianza. Los hogares mantienen un crecimiento sostenido en el consumo de los bienes y utilizan de manera significativa el endeudamiento de corto y largo plazo, en consecuencia, a las transformaciones del sistema financiero. Para el año 2015, el consumo final interno de los hogares creció 3,8% y estuvo impulsado por un incremento de 7,1% en la demanda de bienes y servicios; de 5,6%, en restaurantes y hoteles, y de 4,8% en recreación y cultura. En el 2017 el consumo de los hogares creció 1,7%, muy por debajo del crecimiento promedio de 3,9% del período 2005-2017, la preocupación de que este componente crezca en proporciones tan bajas cada año es porque el consumo representa más o menos el 65% del PIB en Colombia.

Figura 7. Consumo

(Trimestral, Col\$ miles de millones constantes a precios del 2015)

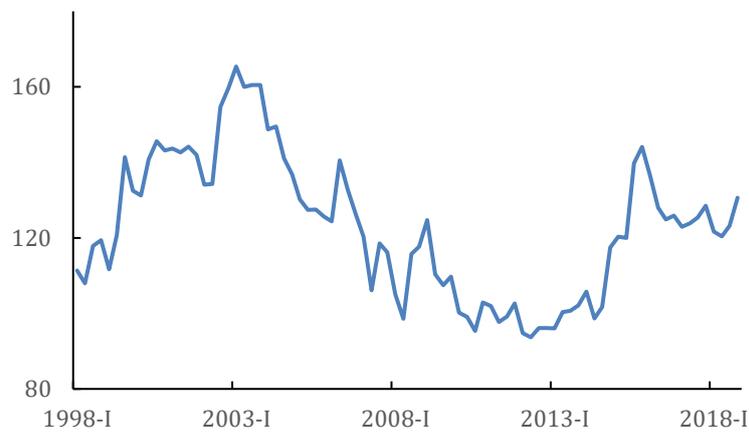


Fuente: Elaborada por los autores.

El tipo de cambio real utilizado será el que representa la relación entre la moneda local sobre la moneda extranjera. A finales de los años noventa Colombia enfrenta fuertes presiones hacia la revaluación de su moneda debido a los flujos de capital y a los altos precios de los productos básicos, por lo que lo llevó a adoptar un régimen de cambio flexible en el que las tasas de cambio flotan sin ningún tipo de techo ni piso. Con este nuevo régimen, son las fuerzas del mercado, la de la oferta y demanda, las encargadas de determinar la tasa de cambio en cualquier momento. Sin embargo, dejar flotar libremente la tasa de cambio puede implicar graves

desequilibrios macroeconómicos ya que no siempre el país puede reaccionar eficazmente a choques externos, por eso se adoptó un régimen cambiario de flotación sucia que se caracteriza por que la oferta y la demanda pueden interactuar libremente mientras que el Banco de la República se reserva el derecho a actuar en el mercado cuando lo crea indispensable, ésta intervención se realiza bajo unas reglas claras preestablecidas por el Banco de la República como se ve en la Figura 8.

Figura 8: Tipo de cambio real relacionado con el Dólar
(Trimestral)

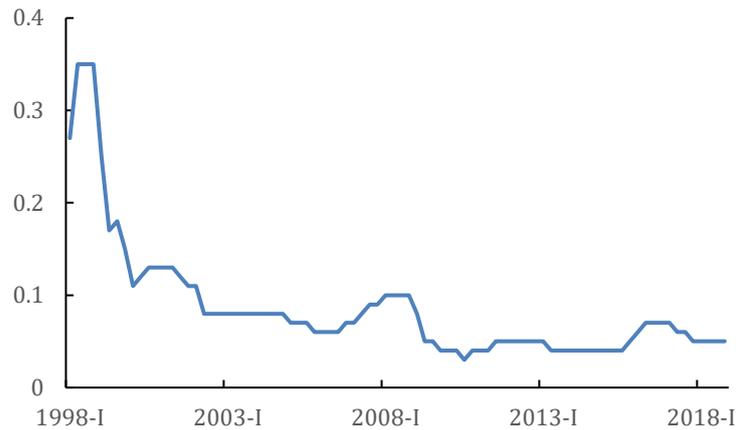


Fuente: Elaborada por los autores.

Como se puede observar en la Figura 9, durante el último milenio el comportamiento de la tasa de interés nominal en Colombia ha presentado una tendencia decreciente, viéndose afectadas por medidas del gobierno, como la implementación del impuesto gravamen a las transacciones financieras conocido como la tarifa del 4x1000 en operaciones de retiros de recursos del sistema financiero. Esta medida afecta el comportamiento de los agentes dado que disminuye el monto de los depósitos en el sistema bancario e incentivó la preferencia por la liquidez de los agentes.

Figura 9: Tasa de interés nominal

(Trimestral, Col\$ miles de millones constantes a precios del 2015)

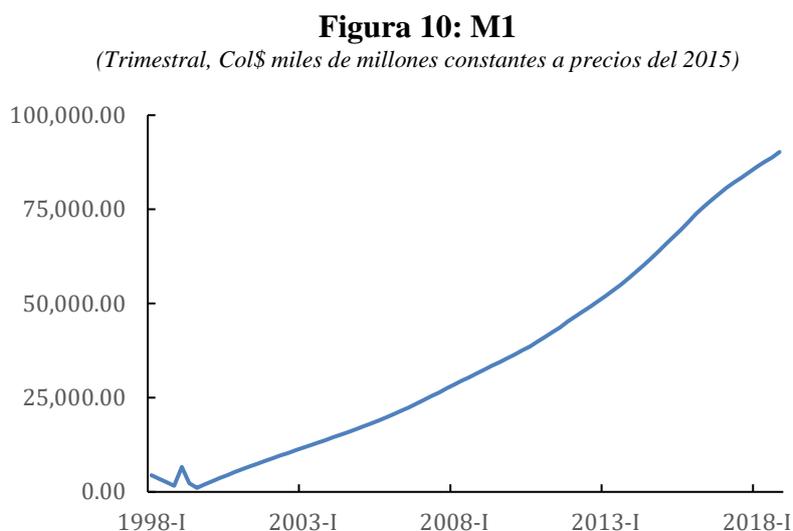


Fuente: Elaborada por los autores.

Durante el año 2000, se presentó un incremento en el monto de la base monetaria en un 10%, observado en la Figura 10. Esta expansión monetaria se ve como un elemento lógico de política contracíclica. Al tener una política monetaria expansiva se puede contrarrestar los efectos del marco recesivo en que se movía la economía nacional. Al finalizar el año 2001, la base monetaria alcanzó un valor de \$11.648 mm, con crecimientos promedio y de fin de año de 12,6% y 8,8%, ubicándose \$68 mm por encima de la línea de referencia. Durante el año 2001, la tasa de crecimiento de M1 mantuvo la tendencia descendente observada desde noviembre del año anterior. Su crecimiento a fin de año fue de 12,1%, explicado por un crecimiento del 14,8% en el efectivo y del 10,0% en las cuentas corrientes. Estas tasas de crecimiento fueron significativamente menores que las registradas en el año 2000.

El bajo dinamismo en el volumen de M1 se explica, en gran parte, por la modificación del impuesto a las transacciones financieras, ya que en el año 2000 se exigía el pago de dicho impuesto a las transferencias entre cuentas de un mismo cuentahabiente, lo que había estimulado el fuerte crecimiento de las cuentas corrientes. Durante 2002 se observó una aceleración importante en la tasa de crecimiento de M1, con un quiebre en la tendencia decreciente que se venía evidenciando desde finales del año 2000. El crecimiento promedio de los medios de pago durante este período fue de 21,3% anual; en el segundo semestre del año creció 25,7% en promedio anual, mientras que en el primer semestre había sido de 16,8% anual. Este crecimiento de M1 se explicó por el aumento en la demanda de efectivo, 21,7% en promedio durante el año y 20,9% de promedio anual en las cuentas corrientes. Durante 2004, el nivel promedio de la base monetaria aumentó 16,3% anual, tasa similar a la observada en los últimos cuatro años (16,9%, en promedio). Para los siguientes años, se presentó una tendencia creciente y sólida. Este cambio

se explica por el incremento de la demanda de efectivo por parte del público y el sector financiero en las épocas de fin de año como muestra la Figura 10.

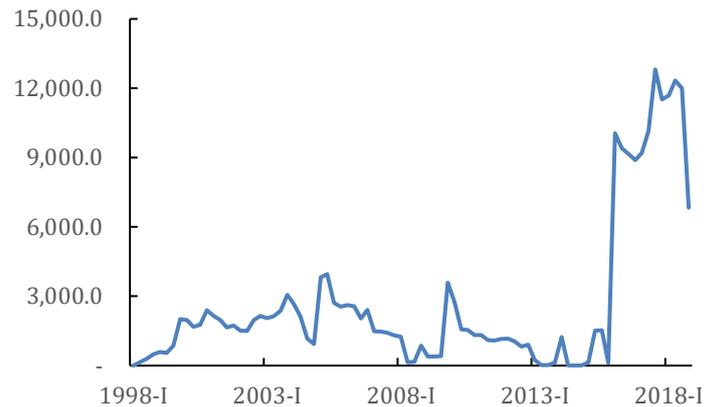


Fuente: Elaborada por los autores.

Esta variable está constituida únicamente por la compra de bonos realizada por el banco central al Gobierno, ya que la cantidad del sector privado no es relevante y significativa para generar cambios en el análisis y resultados que se expresaran en el modelo. A mediados de 1998 el banco central generó compras de bonos al Gobierno por un valor promedio de \$224 mm, para el año 2000 en adelante el incremento fue significativo respecto a los años anteriores ya que la compra ascendió a COL\$2.006 Miles de Millones (mm). Las colocaciones de bonos colombianos en el 2001 fueron exitosas. Sus precios difieren de acuerdo con los mercados y muy posiblemente el aval del Banco Mundial permitirá una colocación favorable para el país. A partir de este año en adelante la compra de bonos no bajo de \$1.000 mm de pesos hasta el 2009 en el cual, durante los primeros tres trimestres el B.C registró compras de solo \$398 mm. Sin embargo, en los próximos tres años esta tendencia acabó y la compra volvió a ser mayoritaria, hasta el 2013 y 2014 que fueron los años en donde los bonos no generaron ninguna relevancia en la economía, la compra fue insignificante durante este periodo. Aun así, en los últimos años se realizaron por trimestres seguidos compra de bonos por los valores más altos registrados por el Banco de la República, con un promedio de \$10.336 mm de pesos desde el 2016 hasta el 2018 como se muestra en la Figura 11.

Figura 11: Compra de bonos

(Trimestral, Col\$ miles de millones constantes a precios del 2015)



Fuente: Elaborada por los autores.

5. Metodología

Este artículo investigativo tiene como propósito demostrar cómo el uso de una política monetaria en la que se expande la hoja de balance del banco central a través de la compra de bonos tiene efectos sobre variables macroeconómicas y como el PIB, consumo, inversión y balanza comercial a través del aumento de la oferta monetaria. Este trabajo no se ha realizado bajo el esquema de un país en desarrollo, ya que como se menciona en la revisión literaria este tipo de política monetaria sólo es efectiva para aquellos países que manejan un tipo de interés cercano a cero. Sin embargo, se busca resolver ese paradigma. Inicialmente se aproxima el uso del QE bajo el modelo *IS-LM* en una economía abierta, esto para demostrar el impacto que tiene sobre el mercado en general.

A diferencia del modelo tradicional, una de las variables que determina el mercado de dinero es la oferta monetaria estará definida por QE con el fin de que, al solucionar el modelo, las variables a analizar estén en función de los bonos adquiridos por parte del Banco de la República y por consiguiente la oferta monetaria funcionará como mecanismo de transmisión. Posteriormente, se estima un modelo econométrico de enfoque multivariado, donde en primer lugar, se realizó una transformación de los datos a utilizar. Los bonos (B_t) no tiene un impacto relevante sobre las variables agregadas, por lo tanto, los resultados no son significativos. Por esta razón, se decidió optar por la participación de los bonos sobre $M1_t$, ya que este presenta mayor impacto sobre las variables macroeconómicas y le otorga una mayor robustez al modelo planteado, esta participación es posible hacerla ya que $M1_t$ representa los billetes y monedas en una economía. Cuando el banco central decide hacer compra de bonos al gobierno se ve obligado a imprimir en dinero la cantidad que se compró.

Una explicación más clara es que $M1_t$ es un agregado monetario controlado por el banco central, de allí se puede pensar que sus resultados son más robustos cuando se trabaja con este, ya que la autoridad monetaria puede buscar mediante esta variable causar, según sus objetivos determinados, efectos sobre la economía.

5.1. Modelo Econométrico

El objetivo de este modelo empírico es estudiar la relación entre la política monetaria de expansión cuantitativa a través de la compra de bonos y las principales variables macroeconómicas del país. Para ello se estimó un modelo VAR en el cual se incluyeron variables relacionadas con la estabilidad económica para analizar posteriormente la función impulso respuesta.

Un modelo VAR se puede estimar en cualquiera de los siguientes casos:

- Que todas las variables incorporadas en el modelo sean estacionarias en términos de covarianza.
- Que exista un subconjunto de variables estacionarias y otro con un mayor orden de integración cointegrado.
- En dado caso que no se presente cointegración, sus variables deben ser diferenciadas hasta que todo el sistema tenga el mismo orden de integración.

Es necesario que los residuales se distribuyan de forma idéntica e independiente, y deben distribuirse de forma estacionaria para asegurar la introducción de todas las variables relevantes y evitar las regresiones espurias.

Modelo VAR

Enfoque Matricial de las ecuaciones solución

$$Y_t^* = \beta_0 + \delta_1 T_t + \delta_2 G_t + \delta_3 Y_t^* - \delta_4 P_t + \delta_5 P_t^* + \delta_6 B_t$$

$$\begin{bmatrix} Y_t \\ T_t \\ G_t \\ Y_t^* \\ P_t \\ P_t^* \\ B_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{10} \\ \beta_{20} \\ \beta_{30} \\ \beta_{40} \\ \beta_{50} \\ \beta_{60} \\ \beta_{70} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{13} & \delta_{14} & \delta_{15} & \delta_{16} & \delta_{17} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{23} & \delta_{24} & \delta_{25} & \delta_{26} & \delta_{27} \\ \delta_{31} & \delta_{32} & \delta_{33} & \delta_{34} & \delta_{35} & \delta_{36} & \delta_{37} \\ \delta_{41} & \delta_{42} & \delta_{43} & \delta_{44} & \delta_{45} & \delta_{46} & \delta_{47} \\ \delta_{51} & \delta_{52} & \delta_{53} & \delta_{54} & \delta_{55} & \delta_{56} & \delta_{57} \\ \delta_{61} & \delta_{62} & \delta_{63} & \delta_{64} & \delta_{65} & \delta_{66} & \delta_{67} \\ \delta_{71} & \delta_{72} & \delta_{73} & \delta_{74} & \delta_{75} & \delta_{76} & \delta_{77} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ T_{t-1} \\ G_{t-1} \\ Y_{t-1}^* \\ P_{t-1} \\ P_{t-1}^* \\ B_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \\ u_{3t} \\ u_{4t} \\ u_{5t} \\ u_{6t} \\ u_{7t} \end{bmatrix}$$

β : Vector del parámetro β_0

V_{t-1} : Variable rezagada un periodo.

δ : Matriz de parámetros.

U_t : Vector del error.

$$\begin{aligned} Y_t &= +V_{t-1} + U_t \\ B_t &= +V_{t-1} + U_t \end{aligned}$$

Conociendo los rezagos del modelo, el enfoque matricial se definirá como:

$$\begin{aligned} Y_t &= \beta_0 + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(Y_{t-6}) + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(B_{t-6}) + u_{6t} \\ B_t &= \beta_0 + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(Y_{t-6}) + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(B_{t-6}) + u_{6t} \end{aligned}$$

En este modelo las variables $T_t, G_t, Y_t^*, P_t, P_t^*$ se consideran como exógenas, esto quiere decir que no serán determinadas por el modelo, por lo tanto, del enfoque matricial solo se tendrán en cuenta las variables a analizar. En este caso son Y_t que estará definida por B_t desde M_{1t} .

$$C_t^* = \beta_0 + \delta_1 T_t - \delta_2 G_t - \delta_3 Y_t^* + \delta_4 P_t + \delta_5 P_t^* + \delta_6 B_t$$

$$\begin{bmatrix} C_t \\ T_t \\ G_t \\ Y_t^* \\ P_t \\ P_t^* \\ B_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{10} \\ \beta_{20} \\ \beta_{30} \\ \beta_{40} \\ \beta_{50} \\ \beta_{60} \\ \beta_{70} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{13} & \delta_{14} & \delta_{15} & \delta_{16} & \delta_{17} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{23} & \delta_{24} & \delta_{25} & \delta_{26} & \delta_{27} \\ \delta_{31} & \delta_{32} & \delta_{33} & \delta_{34} & \delta_{35} & \delta_{36} & \delta_{37} \\ \delta_{41} & \delta_{42} & \delta_{43} & \delta_{44} & \delta_{45} & \delta_{46} & \delta_{47} \\ \delta_{51} & \delta_{52} & \delta_{53} & \delta_{54} & \delta_{55} & \delta_{56} & \delta_{57} \\ \delta_{61} & \delta_{62} & \delta_{63} & \delta_{64} & \delta_{65} & \delta_{66} & \delta_{67} \\ \delta_{71} & \delta_{72} & \delta_{73} & \delta_{74} & \delta_{75} & \delta_{76} & \delta_{77} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_{t-1} \\ T_{t-1} \\ G_{t-1} \\ Y_{t-1}^* \\ P_{t-1} \\ P_{t-1}^* \\ B_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \\ u_{3t} \\ u_{4t} \\ u_{5t} \\ u_{6t} \\ u_{7t} \end{bmatrix}$$

β : Vector del parámetro β_0

H_{t-1} : Variable rezagada un periodo.

δ : Matriz de parámetros.

u_t : Vector del error

$$\begin{aligned} C_t &= +H_{t-1} + U_t \\ B_t &= +H_{t-1} + U_t \end{aligned}$$

Conociendo los rezagos del modelo, el enfoque matricial se definirá como:

$$\begin{aligned} C_t &= \beta_0 + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(C_{t-6}) + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(B_{t-6}) + u_{6t} \\ B_t &= \beta_0 + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(C_{t-6}) + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(B_{t-6}) + u_{6t} \end{aligned}$$

En este modelo las variables $T_t, G_t, Y_t^*, P_t, P_t^*$ se consideran como exógenas, esto quiere decir que no serán determinadas por el modelo, por lo tanto, del enfoque matricial solo se tendrán en cuenta las variables a analizar. En este caso son C_t que estará definida por B_t desde M_{1t} .

$$I_t^* = \beta_0 + \delta_1 T_t - \delta_2 G_t - \delta_3 Y_t^* + \delta_4 P_t + \delta_5 P_t^* + \delta_6 B_t$$

$$\begin{bmatrix} I_t \\ T_t \\ G_t \\ Y_t^* \\ P_t \\ P_t^* \\ B_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{10} \\ \beta_{20} \\ \beta_{30} \\ \beta_{40} \\ \beta_{50} \\ \beta_{60} \\ \beta_{70} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{13} & \delta_{14} & \delta_{15} & \delta_{16} & \delta_{17} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{23} & \delta_{24} & \delta_{25} & \delta_{26} & \delta_{27} \\ \delta_{31} & \delta_{32} & \delta_{33} & \delta_{34} & \delta_{35} & \delta_{36} & \delta_{37} \\ \delta_{41} & \delta_{42} & \delta_{43} & \delta_{44} & \delta_{45} & \delta_{46} & \delta_{47} \\ \delta_{51} & \delta_{52} & \delta_{53} & \delta_{54} & \delta_{55} & \delta_{56} & \delta_{57} \\ \delta_{61} & \delta_{62} & \delta_{63} & \delta_{64} & \delta_{65} & \delta_{66} & \delta_{67} \\ \delta_{71} & \delta_{72} & \delta_{73} & \delta_{74} & \delta_{75} & \delta_{76} & \delta_{77} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{t-1} \\ T_{t-1} \\ G_{t-1} \\ Y_{t-1}^* \\ P_{t-1} \\ P_{t-1}^* \\ B_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \\ u_{3t} \\ u_{4t} \\ u_{5t} \\ u_{6t} \\ u_{7t} \end{bmatrix}$$

β : Vector del parámetro β_0

J_{t-1} : Variable rezagada un periodo.

δ : Matriz de parámetros.

u_t : Vector del error

$$\begin{aligned} I_t &= +J_{t-1} + U_t \\ B_t &= +J_{t-1} + U_t \end{aligned}$$

Conociendo los rezagos del modelo, el enfoque matricial se definirá como:

$$I_t = \beta_0 + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(I_{t-6}) + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(B_{t-6}) + u_{6t}$$

$$B_t = \beta_0 + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(I_{t-6}) + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(B_{t-6}) + u_{6t}$$

En este modelo las variables $T_t, G_t, Y_t^*, P_t, P_t^*$ se consideran como exógenas, esto quiere decir que no serán determinadas por el modelo, por lo tanto, del enfoque matricial solo se tendrán en cuenta las variables a analizar. En este caso son I_t que estará definida por B_t desde M_{1t} .

$$XN_t^* = \beta_0 + \delta_1 T_t - \delta_2 G_t - \delta_3 Y_t^* + \delta_4 P_t + \delta_5 P_t^* + \delta_6 B_t$$

$$\begin{bmatrix} XN_t \\ T_t \\ G_t \\ Y_t^* \\ P_t \\ P_t^* \\ B_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{10} \\ \beta_{20} \\ \beta_{30} \\ \beta_{40} \\ \beta_{50} \\ \beta_{60} \\ \beta_{70} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{13} & \delta_{14} & \delta_{15} & \delta_{16} & \delta_{17} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{23} & \delta_{24} & \delta_{25} & \delta_{26} & \delta_{27} \\ \delta_{31} & \delta_{32} & \delta_{33} & \delta_{34} & \delta_{35} & \delta_{36} & \delta_{37} \\ \delta_{41} & \delta_{42} & \delta_{43} & \delta_{44} & \delta_{45} & \delta_{46} & \delta_{47} \\ \delta_{51} & \delta_{52} & \delta_{53} & \delta_{54} & \delta_{55} & \delta_{56} & \delta_{57} \\ \delta_{61} & \delta_{62} & \delta_{63} & \delta_{64} & \delta_{65} & \delta_{66} & \delta_{67} \\ \delta_{71} & \delta_{72} & \delta_{73} & \delta_{74} & \delta_{75} & \delta_{76} & \delta_{77} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} XN_{t-1} \\ T_{t-1} \\ G_{t-1} \\ Y_{t-1}^* \\ P_{t-1} \\ P_{t-1}^* \\ B_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \\ u_{3t} \\ u_{4t} \\ u_{5t} \\ u_{6t} \\ u_{7t} \end{bmatrix}$$

β : Vector del parámetro β_0

D_{t-1} : Variable rezagada un periodo.

δ : Matriz de parámetros.

u_t : Vector del error

$$XN_t = +D_{t-1} + U_t$$

$$B_t = +D_{t-1} + U_t$$

Conociendo los rezagos del modelo, el enfoque matricial se definirá como:

$$XN_t = \beta_0 + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(XN_{t-6}) + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(B_{t-6}) + u_{6t}$$

$$B_t = \beta_0 + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(XN_{t-6}) + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(B_{t-6}) + u_{6t}$$

En este modelo las variables $T_t, G_t, Y_t^*, P_t, P_t^*$ se consideran como exógenas, esto quiere decir que no serán determinadas por el modelo, por lo tanto, del enfoque matricial solo se tendrán en cuenta las variables a analizar. En este caso son XN_t que estará definida por B_t desde M_{1t} .

$$e_t^* = \beta_0 + \delta_1 T_t - \delta_2 G_t - \delta_3 Y_t^* + \delta_4 P_t + \delta_5 P_t^* + \delta_6 B_t$$

$$\begin{bmatrix} e_t \\ T_t \\ G_t \\ Y_t^* \\ P_t \\ P_t^* \\ B_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{10} \\ \beta_{20} \\ \beta_{30} \\ \beta_{40} \\ \beta_{50} \\ \beta_{60} \\ \beta_{70} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{13} & \delta_{14} & \delta_{15} & \delta_{16} & \delta_{17} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{23} & \delta_{24} & \delta_{25} & \delta_{26} & \delta_{27} \\ \delta_{31} & \delta_{32} & \delta_{33} & \delta_{34} & \delta_{35} & \delta_{36} & \delta_{37} \\ \delta_{41} & \delta_{42} & \delta_{43} & \delta_{44} & \delta_{45} & \delta_{46} & \delta_{47} \\ \delta_{51} & \delta_{52} & \delta_{53} & \delta_{54} & \delta_{55} & \delta_{56} & \delta_{57} \\ \delta_{61} & \delta_{62} & \delta_{63} & \delta_{64} & \delta_{65} & \delta_{66} & \delta_{67} \\ \delta_{71} & \delta_{72} & \delta_{73} & \delta_{74} & \delta_{75} & \delta_{76} & \delta_{77} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_{t-1} \\ T_{t-1} \\ G_{t-1} \\ Y_{t-1}^* \\ P_{t-1} \\ P_{t-1}^* \\ B_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \\ u_{3t} \\ u_{4t} \\ u_{5t} \\ u_{6t} \\ u_{7t} \end{bmatrix}$$

β : Vector del parámetro β_0

K_{t-1} : Variable rezagada un periodo.

δ : Matriz de parámetros.

u_t : Vector del error.

$$e_t = +K_{t-1} + U_t$$

$$B_t = +K_{t-1} + U_t$$

Conociendo los rezagos del modelo, el enfoque matricial se definirá como:

$$e_t = \beta_0 + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(e_{t-6}) + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(B_{t-6}) + u_{6t}$$

$$B_t = \beta_0 + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(e_{t-6}) + \sum_{i=6}^6 (\delta_{61})(B_{t-6}) + u_{6t}$$

En este modelo las variables $T_t, G_t, Y_t^*, P_t, P_t^*$ se consideran como exógenas, esto quiere decir que no serán determinadas por el modelo, por lo tanto, del enfoque matricial solo se tendrán en cuenta las variables a analizar. En este caso son e_t que estará definida por B_t desde M_{1t} .

5.2. Robustez del modelo

En esta sección se analiza los resultados econométricos de los modelos, inicialmente se presentan la salida de la prueba de raíz unitaria establecido por el test Dickey-Fuller, el cual permite identificar la estacionariedad de las variables que componen los modelos, esto se hace con el fin de determinar qué enfoque se puede tomar para el análisis econométrico, el cual puede

ser un VAR o un VEC. Para el análisis de este test, se pueden generar diferentes grados de integración para que las variables se comporten de manera estacionaria.

Posteriormente se realiza la prueba de cointegración de Johansen, este test señala el grado de cointegración de las variables al largo plazo expresada a través de diferentes rangos, si esta prueba establece uno o más rangos, el enfoque econométrico que se debe optar para la interpretación del modelo será única y exclusivamente un VEC, por el contrario, si el rango es cero se optará por un VAR. Finalmente, la última prueba que se indica es la del círculo unitario, el fin de esta prueba es señalar bajo otro panorama cuales son las variables estacionarias del modelo. Aquellas que permanezcan estrictamente dentro de la circunferencia se considerarán como estacionarias.

Prueba de Raíz Unitaria

En el ejercicio se revisaron las pruebas de raíz unitaria Dickey-Fuller Aumentado para establecer qué camino se debía emplear en la estimación VAR. En el Cuadro 1 se presentan los resultados de las pruebas de raíz unitaria, como se observa las variables PIB, consumo e inversión son estacionarias. Para las demás variables incorporadas son integradas de primer orden con el fin de estimar el modelo VAR.

Cuadro 1: Pruebas de raíz unitaria Dickey-Fuller

(valor crítico 5%, 3,47)

Variable en Ln	Valor calculado DF	Resultado de la prueba
Bonos	3,29	No estacionaria
PIB	3,72	Estacionario
Inversión	4,04	Estacionario
Balanza comercial	4,55	Estacionario
Consumo	5,14	Estacionario
Tasa de interés nominal	1,97	No estacionario
Tipo de cambio real	2,06	No estacionario
Base monetaria	3,27	No estacionario

Fuente: Cálculos de los autores.

Test de Johansen

Por otro lado, en el Cuadro 2 se presentan los resultados del test de cointegración de Johansen para comprobar la existencia y el número de vectores de cointegración. Los resultados de la prueba indican que no existen vectores de cointegración para cualquier especificación del modelo VEC.

Cuadro 2: Test de Cointegración Johansen

(valor crítico 5%)

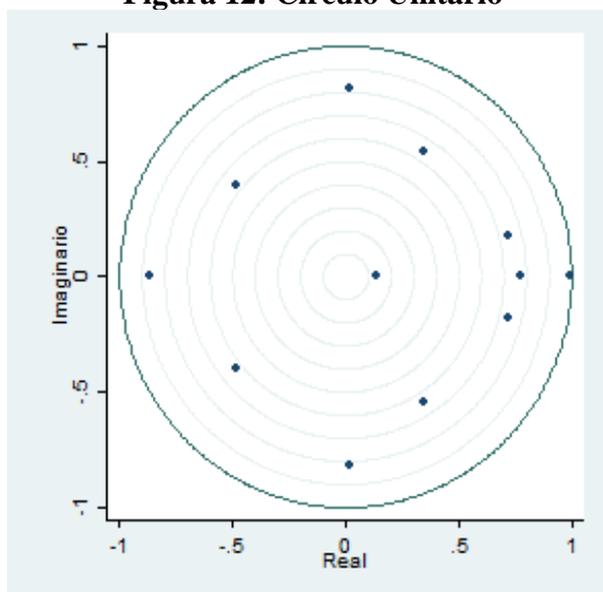
Rango máximo	LL	Rastro estadístico	Valor crítico
0	170,41	11,69*	15,41
1	176,24	0,05	3,76
2	176,26		

Fuente: Cálculos de los autores.

Debido a la inexistencia de vectores de cointegración, en el presente trabajo se decide estimar un modelo VAR. Después de utilizar diferentes criterios de información para elegir el número de rezagos adecuados en la estructura del VAR, se escogió el modelo con 6 rezagos, ya que fue el que mejor ajuste presentó y el de mayor número de criterios de información. Una vez se comprobó que el modelo presenta errores independientes que siguen una distribución normal, se estiman las relaciones para cada variable independiente.

Posteriormente se realiza una pos-estimación del modelo VAR, en donde como se puede observar en la Figura 12 todas las variables son estacionarias, debido a que se presentan dentro del círculo unitario..

Figura 12: Círculo Unitario



Fuente: Elaborado por los autores.

6. Resultados

En los anexos del 1 al 6 se presentan las regresiones del enfoque VAR para los seis modelos estimados, uno por variable a analizar. Estas regresiones parten del impacto que tiene el agregado monetario *M1* sobre el PIB, el consumo, la inversión, el tipo de cambio, la tasa de interés y el índice de apertura. Asimismo, en los anexos del 7 al 12 se muestran los resultados impulso respuesta de forma cuantificada. Esto es importante para determinar el impacto del QE sobre las

principales variables macroeconómicas, ya que posteriormente se procede a realizar una estimación del promedio de la participación que tiene la compra de bonos gubernamentales dentro de *M1* durante el periodo comprendido, el resultado muestra que la compra de bonos corresponde a un 6,4% en promedio al total de *M1*. Conociendo esto, se multiplicarán los datos obtenidos de los resultados impulso respuesta para cada variable por 0,064. De este cálculo se obtendrá finalmente el verdadero impacto que tiene la política monetaria QE sobre dichas variables, estos resultados se presentarán de manera gráfica como un impulso del QE a una respuesta de las variables macroeconómicas esto se refleja en las figuras de la 13 a la 17.

De acuerdo a la evidencia empírica presentada en la revisión de la literatura, se espera que la aplicación de la política no convencional QE presente una baja a la tasa de interés, esto se explica ya que, al presentarse más dinero circulante en la economía, la tasa de intervención deberá disminuir, por lo que las entidades bancarias concederán una mayor cantidad de préstamos y así motivan al consumo por parte de los hogares y la inversión por parte de las empresas.

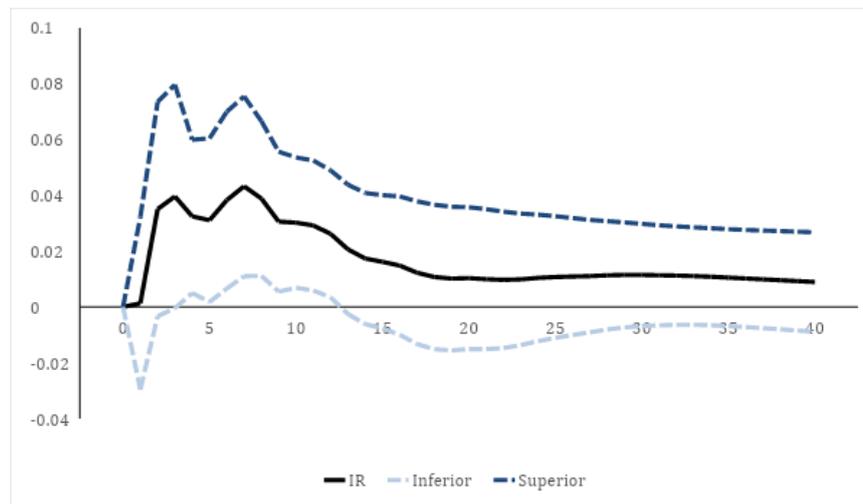
El segundo efecto se dará con una baja del tipo de cambio esperado, donde la moneda local de devalúa, haciendo que se vuelva menos atractiva para los inversionistas extranjeros. Por otro lado, al depreciar el peso colombiano el índice de apertura comercial tiene un impacto positivo, debido al incentivo a las exportaciones ya que los empresarios locales recibirán más dinero por producto exportado. Finalmente, al presentarse un aumento sobre el consumo, la inversión y el índice de apertura comercial, el PIB también recibe una respuesta positiva ante la compra de bonos.

Impacto de los bonos en las variables

Como se muestra en la Figura 13 cuando el QE recibe un choque el cual puede percibirse desde la compra de bonos gubernamentales por parte del banco central, el consumo por parte de los hogares aumenta un 4% durante el primer trimestre y su comportamiento se mantiene en este nivel hasta el octavo trimestre, posterior a esto, el efecto se diluye con el tiempo hasta el punto de que el crecimiento de esta variable se mantiene cercano al 2% hasta llegar al trimestre cuarenta. La grafica permite analizar que el comportamiento del consumo al corto plazo no presentará efectos negativos, ya que, a partir del primer trimestre, el valor mínimo de crecimiento al que puede llegar el consumo bajo el efecto del QE es de 0,2% y el máximo de un 8%. Si se analiza el comportamiento cuatro o cinco años después (trimestres del 16 al 20), se supone que el comportamiento de la variable tiende a normalizarse, sin embargo, en estos periodos, el punto mínimo al cual podría llegar el consumo tendría valores negativos cercanos al -2% pero con un

tope máximo de 4%. Este comportamiento puede darse ya que, al generarse una compra de bonos, el banco central está en la obligación de emitir en billetes y monedas la misma cantidad de dinero al valor de la compra. Al haber mayor cantidad de dinero circulante, la liquidez de la economía y por lo tanto de los hogares aumenta en el corto plazo, lo cual les permite incrementar el consumo de bienes y servicios, hasta el momento en que los efectos inflacionarios comiencen a afectar el mercado.

Figura 13: Impulso Respuesta de la compra de bonos (QE) sobre el consumo

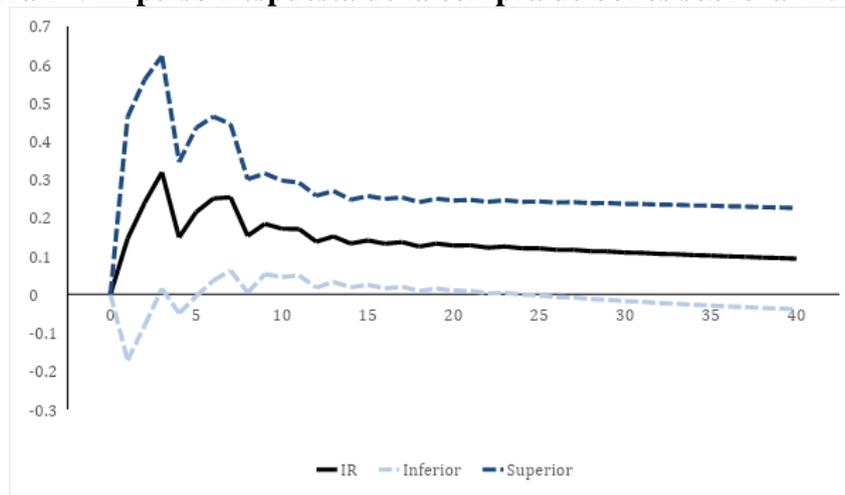


Fuente: Elaborado por los autores.

La Figura 14 muestra el impacto que tiene la política monetaria QE sobre la inversión de la economía colombiana, como se puede observar, la respuesta de esta variable a un impulso del QE es positiva durante la mayor parte del tiempo estudiado (esto teniendo en cuenta que se puede llegar, en caso extremo a registrar valores negativos del impacto durante los primeros y últimos trimestres). La inversión se ve afectada positivamente un 60% como máximo al corto plazo dada la compra de bonos, y en promedio hasta 30%, el comportamiento del efecto impulso respuesta se normaliza en el octavo trimestre, de ahí en adelante, aunque se mantiene constante, el crecimiento de la inversión es de 10%. El comportamiento de la inversión estará definido por el cambio que sufrirá la tasa de interés el cual se explicará en la Figura 17. Sin embargo, el análisis que se presentará de la inversión será independiente a lo que arroje el diagrama impulso respuesta de la tasa de interés. Se hará una explicación acorde a la teoría y los resultados del modelo *IS-LM*, esto con el fin de demostrar si hay relación entre el modelo teórico y matemático respecto a los resultados del modelo econométrico. Dicho esto, el comportamiento positivo de la inversión al utilizar el QE se debe a que como hay una mayor cantidad de dinero circulante en la economía el efecto inflacionario llegará como consecuencia, por lo tanto, el banco central decidirá hacer

uso de la tasa de interés para ajustar los precios en la economía y generar un equilibrio en la demanda agregada, por lo que disminuirá esta tasa (esto incentiva la inversión por parte de las empresas, si la tasa disminuye será más barato adquirir créditos para la inversión), sin embargo al mediano y largo plazo con el fin de seguir equilibrando la oferta con la demanda de dinero el banco optará por aumentar la tasa de interés en busca de un nuevo equilibrio, esto explica la normalización del comportamiento de la variable.

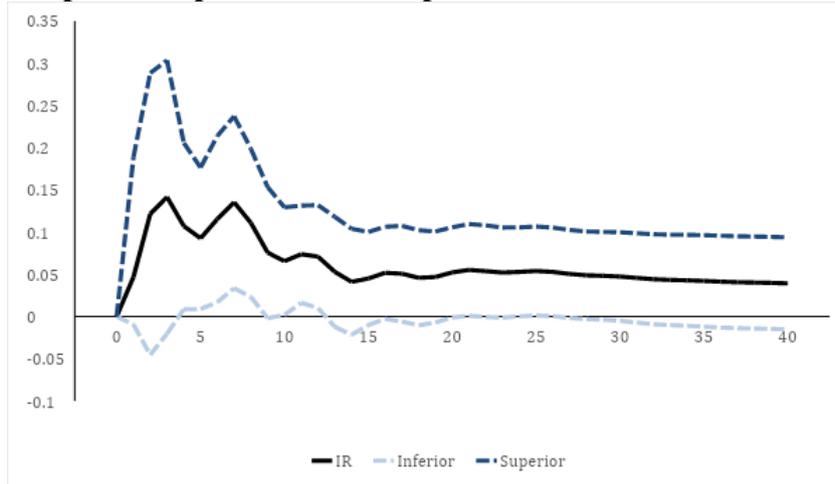
Figura 14: Impulso Respuesta de la compra de bonos sobre la inversión



Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 15 se hace el análisis del impacto que tiene el QE sobre el índice de apertura, se decidió utilizar esta variable como alternativa de la balanza comercial. Ya que al presentar valores deficitarios en la mayor parte del periodo comprendido los resultados no iban a ser significativos. Con este mecanismo, se indicará la influencia que tiene el comercio internacional en la economía de Colombia. Como se puede observar el banco central al realizar compras de bonos al gobierno aumenta un 15% el índice de apertura del país, hay que tener en cuenta que se puede llegar a un incremento de 30% durante el cuarto trimestre como máximo. Sin embargo, para el décimo trimestre este efecto deja de funcionar y se normaliza el impacto con el tiempo.

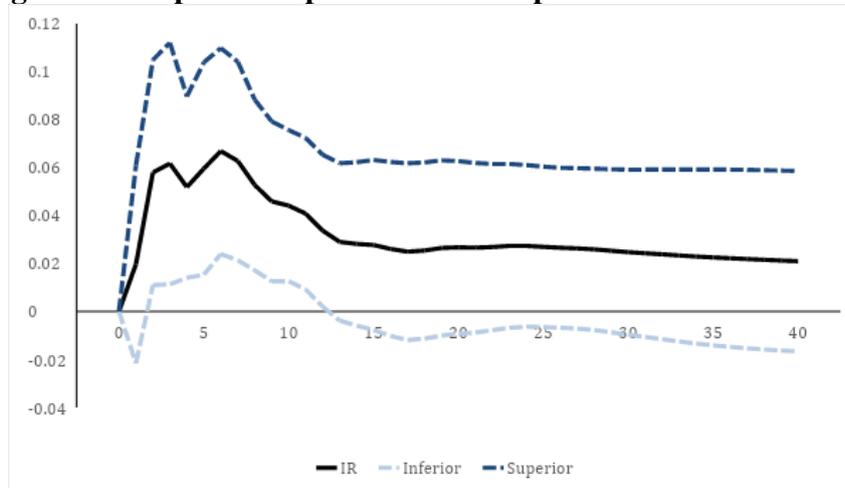
Figura 15: Impulso Respuesta de la compra de bonos sobre el Índice de Apertura



Fuente: Elaborado por los autores.

El efecto del QE sobre el PIB se muestra en la Figura 16, un impulso en esta política monetaria traduce un impacto positivo y significativo al PIB, al corto plazo, durante los primeros trimestres el PIB crece un 6% pero se puede esperar un crecimiento aun mayor siendo este del 12%. Este comportamiento se mantendrá hasta el sexto trimestre, y posteriormente se regulará hasta el último periodo manteniendo un crecimiento del 2% por cada por ciento aumentado en la compra de bonos. Este efecto positivo puede ser explicado por el comportamiento que han tenido las demás variables macroeconómicas, ya que un aumento del consumo y la inversión, así como una disminución en la tasa de interés (explicado desde el modelo *IS-LM*) promueven la economía a tal punto de que el producto tenderá a aumentar.

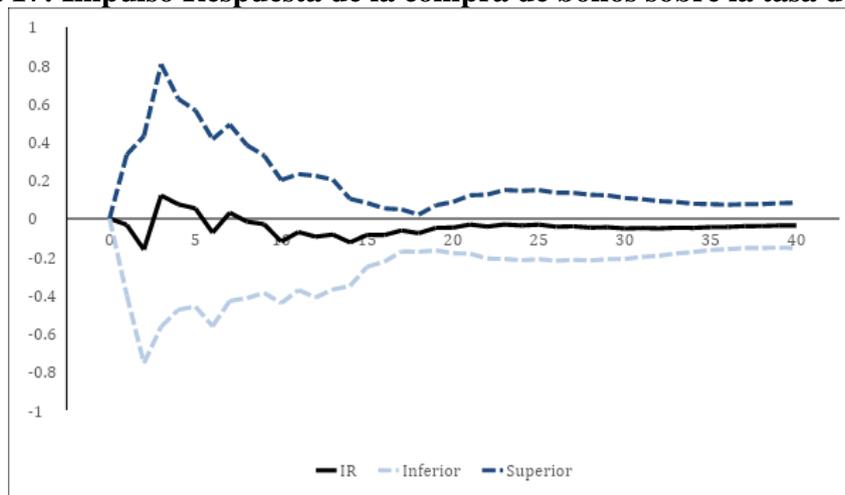
Figura 16: Impulso Respuesta de la compra de bonos sobre el PIB



Fuente: Elaborado por los autores.

Como se mencionó anteriormente la Figura 17 representa el impacto de la compra de bonos sobre la tasa de interés. Por un aumento del 1% en la compra de bonos, al corto plazo la tasa de interés disminuirá 18%, esto con el fin de controlar la cantidad de dinero circulante en la economía la cual aumento por la política monetaria QE, posterior a esta disminución en la tasa, esta presentará ahora un comportamiento positivo, y aumentará hasta el 10%, la decisión del banco central es generar un equilibrio en el mercado para promover la estabilidad en los precios, y una igualdad entre oferta y demanda agregada. Durante el periodo analizado la variable se comportará de la misma forma fluctuando inicialmente a la baja y después al alza.

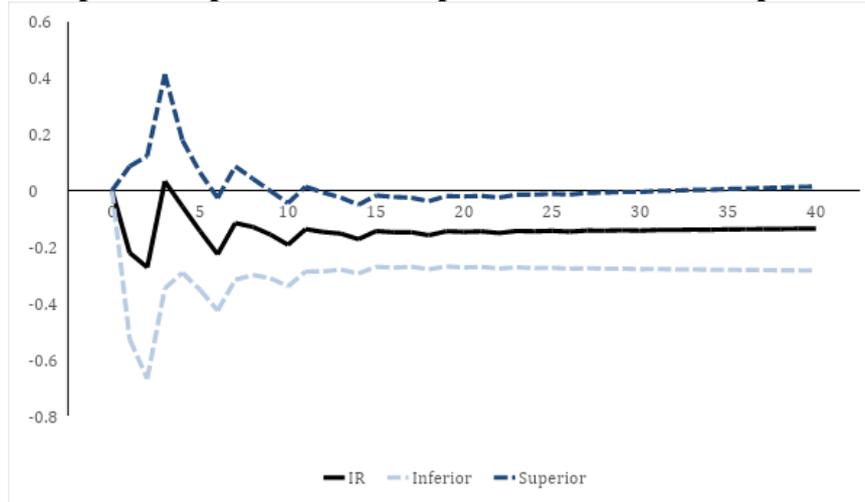
Figura 17: Impulso Respuesta de la compra de bonos sobre la tasa de interés



Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 18 se presenta el impacto de la compra de bonos por parte del banco central sobre el tipo de cambio real. Sabiendo que se toma el tipo de cambio como moneda local comparada con la extranjera, una disminución de la variable, dada por el aumento en un punto porcentual del QE se refleja como una devaluación real de la moneda local respecto a la extranjera, esto quiere decir que se darán más bienes y servicios colombianos por bienes y servicios estadounidenses, ya que esta devaluación es del 24%, el comportamiento que muestra esta variable es que el valor de la moneda no sufrirá devaluaciones. Ya que a partir del trimestre quinto se anula el efecto de la política monetaria y el tipo de cambio se mantendrá en una devaluación real del 20%.

Figura 18: Impulso Respuesta de la compra de bonos sobre el tipo de cambio real



Fuente: Elaborado por los autores.

La variable que tuvo el mayor impacto positivo bajo un choque del QE fue la inversión, registrando aumentos del 30%, además de tener un límite de incremento de 60%. El comportamiento de esta variable explica la relación positiva que tiene la política monetaria con el PIB. Lo más importante es que a través del tiempo cuando dicho efecto tiende a normalizarse la inversión igual registrará un aumento del 10% y no nulo como se esperaba.

Por otro lado, la tasa de interés nominal y el tipo de cambio real presentaron una respuesta similar ante un choque de la compra de bonos, registrando valores negativos en los primeros tres trimestres. A partir del décimo trimestre el impacto del QE se diluye, sin embargo, la tasa de interés se mostrará estable fluctuando alrededor del 0%, sucede lo contrario con el tipo de cambio ya que la devaluación permanecerá cercana al 20%.

El análisis presentado demuestra que ante un choque en la política monetaria QE en una economía en vía de desarrollo como la colombiana se obtienen resultados positivos (difiere con la teoría donde se cree que esta política es eficiente con una tasa de interés cercana a cero) en especial cuando se pretende aumentar el producto de la economía, esto debido a la relación positiva que tiene la compra de bonos con el consumo, la inversión y la balanza comercial y negativa con la tasa de interés (disminución) y el tipo de cambio real (devaluación de la moneda local respecto a la extranjera). Los cuales son determinantes fundamentales de la demanda de bienes.

7. Conclusiones

El objetivo de esta investigación es explicar el impacto de las acciones de política monetaria no convencional QE sobre la economía. En la construcción del modelo se enfatiza la importancia de la compra de bonos relacionándola con las principales variables macroeconómicas. Lo anterior se sustenta con la literatura revisada, que afirma que los bancos centrales deben preocuparse en los cambios que se presentan sobre la hoja de balance, ya que esta influye sobre la oferta monetaria. Como explica Bernanke (2012) se requiere utilizar instrumentos monetarios diferentes a los tradicionales para incentivar el crecimiento económico; por esto, la compra de bonos aumenta la oferta monetaria y da mayor liquidez a la economía.

Los resultados arrojados por el ejercicio son similares a los predichos por el modelo Mundell-Fleming en el corto plazo. Es decir, que al aplicar la política monetaria QE se produce un aumento en el producto y los precios, y una disminución en la tasa de interés y tipo de cambio. Según lo mostrado en los resultados del modelo, la cantidad de dinero genera fluctuaciones de corto plazo, es decir, en un horizonte de tiempo de cuarenta trimestres, el PIB crece durante los primeros ocho trimestres ante un shock monetario, para luego estabilizarse en su nivel inicial, por lo tanto, el dinero en el largo plazo es neutral. Estos resultados fueron acordes a lo esperado, donde la inversión fue la variable que presentó un impacto más fuerte con la compra de bonos, por otro lado, la respuesta más baja se evidenció sobre el tipo de cambio real presentando devaluaciones durante todo el período.

Según estos resultados se concluye que el Banco de la República puede considerar la ampliación de la hoja de balance como un instrumento relevante a la hora de hacer política monetaria; sin embargo, no es conveniente el uso desmedido de esta política ya que como se explica a través de la Teoría Cuantitativa del Dinero un aumento en la cantidad de dinero circulante de una economía provoca una subida en la tasa de inflación, por esta razón, es necesario complementar el QE con el manejo y la intervención de la tasa de interés con el fin de promover y mejorar la economía sin dejar de lado el objetivo principal del Banco de la República el cual es, el control de los precios.

Gracias a los resultados obtenidos de la modelación econométrica es posible afirmar la hipótesis planteada inicialmente, donde el QE tiene efectos positivos sobre las variables económicas estudiadas, cabe explicar que por el lado de la tasa de interés y el tipo de cambio

donde su relación es negativa, el efecto positivo se refleja en la transmisión de sus impactos al producto y la balanza comercial respectivamente.

La política QE sigue siendo una herramienta usada por los principales bancos centrales alrededor del mundo, por lo tanto, sería interesante que ulteriores desarrollos profundicen el efecto de esta política a través de una fundamentación microeconómica en donde se enriquezca el análisis de esta, con el fin de incorporar otro tipo de activos e intervenciones no convencionales como la ampliación de la hoja de balance del banco central por medio de las reservas internacionales y de flexibilización crediticia que interfieran sobre las variables macroeconómicas. Es recomendable analizar otros países latinoamericanos para expandir la revisión hacia este tipo de economías, además de que podrá reforzar los resultados obtenidos en este documento.

8. Referencias

- Adda, J. y Cooper, R. (2003). *Dynamic economics: Quantitative methods and applications*. MIT Press.
- Ampudia, N (2011) *Política monetaria no convencional, traspaso inflacionario e impactos en la distribución factorial del ingreso*. Universidad Panamericana Campus Guadalajara, México.
- Ayuso, J & Malo de Molina (2011). «*El papel de los bancos centrales durante la crisis financiera: lecciones para el futuro*», Papeles de la Fundación, n.º 42, Fundación de Estudios Financieros, Madrid, pp. 49-64.
- Ball, L. (1999). *Policy rules for open economies*. In J. B. Taylor (Ed.), *Monetary policy rules*. Chicago: University of Chicago Press.
- Benigno, G. y Fornaro, L. (2012). *Reserve accumulation, growth and financial crises*. C.E.P.R. Discussion Papers 9224.
- Bernanke, B. (2012). *Monetary Policy since the onset of the Crisis*. Speech At the Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Symposium, Jackson Hole, Wyoming.
- Bernanke, B. & Boivin, J. & Eliasch, P. (2005). “*Measuring the effects of Monetary Policy: A Factor-augmented Vector Autoregressive Approach*”.
- Bernanke, B. (2009) “*The Crisis and the Policy Response*,” Stamp Lecture, London School of Economics.
- Bernanke, Ben S.: “*The macroeconomics of the Great Depression: a comparative approach*”, Journal of Money, Credit and Banking, Nova.
- Bernanke, B. & Blinder, A. S. (2012). “*Credit, money and aggregate demand*. *American Economic Review*”, 78(2), 435-439.
- Blanchard, O. (2004) *Macroeconomía 2ª Edición*, Ed: Pearson Prentice Hall.
- Blinder, A. (2010), “*Quantitative Easing: Entrance and Exit Strategies*”, Federal Reserve Bank of St. Louis Review, noviembre/diciembre.
- Boeckx, J. (2017). *Effectiveness and Transmission of the ECB’s Balance Sheet Policies*. *International Journal of Central Banking* 13 (1), 297–333.
- Campbell, J. Evans, C. Fisher, J & Justiniano, A (2012) *Macroeconomic Effects of Federal Reserve Forward Guidance*. Brookings Papers on Economic Activity. United States
- Carrera, C, & Ramírez-rondán, N. (n.d.). *Efects of US Quantitative Easing on latin American economies*. *Macroeconomic Dynamics*, 1-23.
- Chen, Q. Filardo, A. He, D. Zhu, F (2015) *Crisis financiera, política monetaria no convencional de EUA y repercusiones internacionales*.

- Clavijo-Vergara, S., Vera-Sandoval, A., & Vera-Concha, N. (2015). *Teoría monetaria: Reglas y Discreción*. Panorama económico.
- Contreras, H (2014) *Discrecionalidad de la política monetaria, 2008-2013*. Universidad Nacional Autónoma de México. México
- Curdia, Vasco and Michael Woodford, 2011, “*The Central–Bank Balance Sheet as an Instrument of Monetary Policy*”, *Journal of Monetary Economics*, Vol. 58, pp. 54–79
- Delgado, O. (2010) *Respuesta ante la crisis: Estados Unidos, América Latina y sus gobiernos*. Universidad Autónoma de la ciudad de México. México.
- Eggertsson, D. Woodford, M (2003) *The Zero Bound on Interest Rates and Optimal Monetary Policy*. Princeton University. United States.
- Fisher, I. “*The Debt-Deflation Theory of Great Depressions*”, *Econometrica*, pp. 337-57
- Fisher, I. (1930). *The theory of interest*, Macmillan, Nueva York.
- Fondo Monetario Internacional (2013b), *Global Impact and Challenges of Unconventional Monetary Policies*, imf Policy Paper, octubre.
- Friedman, M. 1968. “*The Role of Monetary Policy*”, *American Economic Review* 58, 1 pp. 1-17.
- Friedman, M., Schwartz, A. (1963). *A Monetary History of the United States, 1867-1960*. Princeton University Press.
- García, A (2015) *La reserva federal, la crisis y la política monetaria no convencional*. Universidad Autónoma de México. México.
- Gertler, M (2011) *A model of unconventional monetary policy*. New York University, United States.
- Giri Federico, Riccetti Luca, Russo Alberto & Gallegati Mauro. (2016) *Monetary Policy and Large Crises in a Financial Accelerator Agent-Based Model*.
- Gómez, E, Gamba. C. (2013) *La Política Monetaria durante los primeros años de la autonomía, (1992 – 1998)*.
- Gómez, J. (2006). *La política monetaria en Colombia*. Banco de la República, borrador 394.
- Hicks, J. R. (1937) *Mr. Keynes and the "Classics"; A Suggested Interpretation*, *Econometrica*, pp. 1-14.
- Keynes, J. M. (1936). *The general theory of employment, interest and money*. London: Macmillan and Co., limited
- León, D, Quispe, Z (2010) *El encaje como instrumento no convencional de política monetaria*.
- León, G (2015) *Posturas de política monetaria ante fluctuaciones de la economía: una revisión de la evolución teórica*, Universidad Católica de Colombia. Colombia.

- Malo de Molina, J. L. (2011). «*La crisis y las insuficiencias de la arquitectura institucional de la moneda única*», Información Comercial Española, ICE: Revista de Economía, n.º 863, «Euro y crisis económica 2011», pp. 21-34.
- Millauelo, A. Del Río, A (2013) *Las medidas de política monetaria no convencionales del BCE a lo largo de la crisis*. España.
- Mundell, R. A. (1960). "*The monetary dynamics of international adjustment under fixed and flexible exchange rates*", Quarterly Journal of Economics 74,227-257.
- Mundell, R. A. (1961). "*Flexible exchange rates and employment policy*", Canadian Journal of Economics and Political Science 27,4.
- Mundell, R. A. (1962). "*The appropriate use of monetary and fiscal policy for internal and external stability*", International Monetary Fund Staff Papers9, 1,70-79.
- Novales, A (2010) *Política monetaria antes y después de la crisis financiera*. Universidad Complutense.
- Ordoñez, A & Pinto, D. (2014) *Evaluación de Políticas Crediticias en un Modelo DSGE.Colombia*.
- Palley, T. (2011). "*Quantitative easing: a Keynesian critique*".
- Perrotini, I (2015) *La reserva federal, la crisis y la política monetaria no convencional*. Universidad autónoma de México. México.
- Pratts, M (2011) *La utilización de medidas de política monetaria no convencional frente a la crisis financiera internacional*. Universidad de Valencia. España.
- Prunera, C. (2016) "*La teoría cuantitativa del dinero la demanda de dinero en España: 1883-1998*".
- Rajan, R. (2013), "*A Step in the Dark: Unconventional Monetary Policy after the Crisis*", Andrew Crockett Memorial Lecture presentada en el bp
- Rendón, N (2013) *Política monetaria convencional y no convencional: Un modelo DSGE para Colombia*. Universidad EAFIT. Colombia.
- Salvatorelli, E. Ojeda, L. (2016) Impacto de la política monetaria no convencional de "Quantitative Easing" en la economía real y en los activos de renta variable en Estados Unidos para el periodo 2008-2015. Universidad Metropolitana. Caracas. Venezuela.
- Sánchez, F., Fernández, A. y Armenta, A. (2005). "*Historia monetaria de Colombia en el siglo XX: Grandes tendencias y episodios relevantes*". Colombia
- Taylor, J (2011) *Unconventional Monetary Policy and Central Bank Communications*. United States .

- Torres. A. (2011) *La crisis colombiana de finales del siglo XX: ¿Un choque real o financiero? Colombia.*
- Uribe. J. (2012) *Algunas lecciones relevantes aprendidas de la crisis financiera colombiana 1998-1999.* Colombia.
- Wang, R. (2019) *Unconventional Monetary Policy in Japan: Empirical Evidence from Estimated Shadow Rate DSGE Model.*
- Weale, M. and T. Wieladek (2016). *What are the macroeconomic effects of asset purchases? Journal of Monetary Economics* 79 (C), 81–93.
- Woodford. M, Curdia. V (2010) *The central-bank balance sheet as an instrument of monetary policy.*

9. Anexos

Anexo 1: Regresión del modelo VAR (M1-consumo)

Sample: 2000q4 - 2018q4	Number of obs	=	73
Log likelihood = 635.2017	AIC	=	-16.63566
FPE = 2.06e-10	HQIC	=	-16.28555
Det (Sigma_ml) = 9.49e-11	SBIC	=	-15.75713

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
Ln_C	14	.005971	0.9994	120502	0.0000
Ln_S_M1	14	.00208	1.0000	1.21e+07	0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
Ln_C					
Ln_C					
L1.	.8707408	.1166732	7.46	0.000	.6420655 1.099416
L2.	.0709537	.153523	0.46	0.644	-.2299459 .3718533
L3.	.126714	.1506456	0.84	0.400	-.168546 .421974
L4.	-.3029155	.1516518	-2.00	0.046	-.6001476 -.0056835
L5.	.1732267	.1556203	1.11	0.266	-.1317836 .4782369
L6.	-.1703974	.1129062	-1.51	0.131	-.3916894 .0508946
Ln_S_M1					
L1.	.0197666	.2458031	0.08	0.936	-.4619986 .5015319
L2.	.5062279	.3945552	1.28	0.199	-.2670862 1.279542
L3.	-.4859916	.3963547	-1.23	0.220	-1.262833 .2908494
L4.	-.1166309	.3745417	-0.31	0.755	-.8507191 .6174574
L5.	.1371457	.2150624	0.64	0.524	-.2843689 .5586604
L6.	-.0147822	.032877	-0.45	0.653	-.0792199 .0496555
Quarter	.0010854	.0005131	2.12	0.034	.0000798 .002091
_cons	2.026873	.5675891	3.57	0.000	.9144188 3.139327
Ln_S_M1					
Ln_C					
L1.	.115427	.0406443	2.84	0.005	.0357657 .1950883
L2.	.0583771	.0534812	1.09	0.275	-.0464443 .1631984
L3.	-.0509965	.0524789	-0.97	0.331	-.1538532 .0518603
L4.	-.0202778	.0528294	-0.38	0.701	-.1238215 .0832659
L5.	.0034213	.0542119	0.06	0.950	-.1028321 .1096746
L6.	.0055143	.039332	0.14	0.889	-.071575 .0826035
Ln_S_M1					
L1.	1.190505	.0856279	13.90	0.000	1.022678 1.358333
L2.	-.2282756	.1374472	-1.66	0.097	-.4976672 .0411159
L3.	-.2394742	.1380741	-1.73	0.083	-.5100944 .031146
L4.	.5971772	.1304753	4.58	0.000	.3414504 .852904
L5.	-.39185	.0749191	-5.23	0.000	-.5386887 -.2450112
L6.	.0382677	.011453	3.34	0.001	.0158202 .0607152
Quarter	-.0004242	.0001787	-2.37	0.018	-.0007746 -.0000739
_cons	-.8548034	.1977252	-4.32	0.000	-1.242338 -.4672691

Fuente: Cálculos de los autores.

Anexo 2: Regresión del modelo VAR (M1-inversión)

Sample: 2000q4 - 2018q4	Number of obs	=	73
Log likelihood = 472.142	AIC	=	-12.16827
FPE = 1.80e-08	HQIC	=	-11.81816
Det(Sigma_ml) = 8.27e-09	SBIC	=	-11.28974

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
Ln_I	14	.059802	0.9836	4383.959	0.0000
Ln_S_M1	14	.002114	1.0000	1.18e+07	0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Ln_I						
Ln_I						
L1.	.3715233	.1175405	3.16	0.002	.1411482	.6018985
L2.	.0408196	.1254886	0.33	0.745	-.2051336	.2867727
L3.	.3084283	.1237727	2.49	0.013	.0658382	.5510184
L4.	-.0243195	.1217474	-0.20	0.842	-.26294	.214301
L5.	-.2360738	.1156737	-2.04	0.041	-.46279	-.0093575
L6.	-.0265115	.1140423	-0.23	0.816	-.2500303	.1970072
Ln_S_M1						
L1.	2.273036	2.533265	0.90	0.370	-2.692073	7.238145
L2.	.1687206	3.98889	0.04	0.966	-7.64936	7.986801
L3.	.4813779	3.974034	0.12	0.904	-7.307585	8.270341
L4.	-3.616839	3.759488	-0.96	0.336	-10.9853	3.751622
L5.	1.50733	2.188556	0.69	0.491	-2.782161	5.796821
L6.	-.0207753	.3387541	-0.06	0.951	-.6847212	.6431707
Quarter	-.0139838	.0057164	-2.45	0.014	-.0251878	-.0027798
_cons	.288363	.5316257	0.54	0.588	-.7536042	1.33033
Ln_S_M1						
Ln_I						
L1.	.0157358	.0041559	3.79	0.000	.0075903	.0238813
L2.	.0037762	.004437	0.85	0.395	-.0049201	.0124725
L3.	.0089512	.0043763	2.05	0.041	.0003738	.0175286
L4.	-.0015193	.0043047	-0.35	0.724	-.0099564	.0069177
L5.	.0000391	.0040899	0.01	0.992	-.007977	.0080552
L6.	-.0066614	.0040323	-1.65	0.099	-.0145645	.0012416
Ln_S_M1						
L1.	1.203332	.08957	13.43	0.000	1.027778	1.378886
L2.	-.2480635	.1410372	-1.76	0.079	-.5244914	.0283644
L3.	-.1810252	.140512	-1.29	0.198	-.4564236	.0943732
L4.	.5529056	.1329262	4.16	0.000	.2923751	.8134361
L5.	-.4136911	.0773819	-5.35	0.000	-.5653568	-.2620253
L6.	.0501889	.0119775	4.19	0.000	.0267134	.0736644
Quarter	.000514	.0002021	2.54	0.011	.0001179	.0009102
_cons	.0861151	.018797	4.58	0.000	.0492737	.1229564

Fuente: Cálculos de los autores.

Anexo 3: Regresión del modelo VAR (M1-Índice de Apertura)

Sample:	2000q4 - 2018q4	Number of obs	=	73	
Log likelihood	=	508.8235	AIC	=	-13.17325
FPE	=	6.58e-09	HQIC	=	-12.82314
Det(Sigma_ml)	=	3.03e-09	SBIC	=	-12.29471

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
Ln_IDA	14	.029022	0.9483	1339.713	0.0000
Ln_S_M1	14	.002357	1.0000	9453948	0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Ln_IDA						
Ln_IDA						
L1.	.7125323	.1110888	6.41	0.000	.4948022	.9302624
L2.	-.0057519	.1361943	-0.04	0.966	-.2726878	.261184
L3.	-.0149263	.1358465	-0.11	0.913	-.2811806	.251328
L4.	.0661093	.1353363	0.49	0.625	-.1991449	.3313635
L5.	.1730271	.1369041	1.26	0.206	-.0953001	.4413542
L6.	-.3517596	.1105906	-3.18	0.001	-.5685132	-.135006
Ln_S_M1						
L1.	.730593	1.131623	0.65	0.519	-1.487348	2.948534
L2.	.434755	1.857376	0.23	0.815	-3.205634	4.075144
L3.	-.7047077	1.840308	-0.38	0.702	-4.311644	2.902229
L4.	-.4323192	1.75722	-0.25	0.806	-3.876408	3.01177
L5.	.2588966	1.014109	0.26	0.798	-1.728721	2.246514
L6.	-.0212465	.1543582	-0.14	0.891	-.323783	.28129
Quarter	-.0061094	.0024419	-2.50	0.012	-.0108955	-.0013233
_cons	-2.030611	.6445491	-3.15	0.002	-3.293904	-.7673181
Ln_S_M1						
Ln_IDA						
L1.	.0129684	.0090233	1.44	0.151	-.0047169	.0306537
L2.	.0050929	.0110625	0.46	0.645	-.0165891	.026775
L3.	.0007917	.0110342	0.07	0.943	-.020835	.0224184
L4.	.0070456	.0109928	0.64	0.522	-.0144999	.028591
L5.	.0037321	.0111201	0.34	0.737	-.018063	.0255272
L6.	.0011313	.0089828	0.13	0.900	-.0164746	.0187373
Ln_S_M1						
L1.	1.288532	.0919169	14.02	0.000	1.108378	1.468686
L2.	-.2898551	.1508667	-1.92	0.055	-.5855483	.0058382
L3.	-.2565207	.1494803	-1.72	0.086	-.5494967	.0364554
L4.	.5539437	.1427315	3.88	0.000	.2741951	.8336923
L5.	-.3603875	.0823718	-4.38	0.000	-.5218332	-.1989418
L6.	.0366067	.0125379	2.92	0.004	.012033	.0611805
Quarter	.0004623	.0001983	2.33	0.020	.0000736	.0008511
_cons	.2479307	.052354	4.74	0.000	.1453188	.3505426

Fuente: Cálculos de los autores.

Anexo 5: Regresión del modelo VAR (M1-tasa de interés)

Sample:	2000q4 - 2018q4	Number of obs	=	73
Log likelihood	= 462.7525	AIC	=	-11.91103
FPE	= 2.32e-08	HQIC	=	-11.56092
Det(Sigma_ml)	= 1.07e-08	SBIC	=	-11.03249

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
Ln_T	14	.068063	0.9692	2297.621	0.0000
Ln_S_M1	14	.001908	1.0000	1.44e+07	0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Ln_T						
Ln_T						
L1.	1.462122	.1148044	12.74	0.000	1.237109	1.687135
L2.	-.5481776	.2012092	-2.72	0.006	-.9425404	-.1538149
L3.	.0523194	.2061961	0.25	0.800	-.3518176	.4564564
L4.	-.0978586	.1739906	-0.56	0.574	-.4388739	.2431567
L5.	-.0366361	.1596708	-0.23	0.819	-.349585	.2763129
L6.	.0190692	.0955149	0.20	0.842	-.1681365	.2062749
Ln_S_M1						
L1.	-.517003	2.918647	-0.18	0.859	-6.237446	5.20344
L2.	-1.160885	4.701441	-0.25	0.805	-10.37554	8.053771
L3.	7.373167	4.454645	1.66	0.098	-1.357776	16.10411
L4.	-9.754048	4.285386	-2.28	0.023	-18.15325	-1.354846
L5.	4.472104	2.577142	1.74	0.083	-.5790008	9.52321
L6.	-.5053959	.3999657	-1.26	0.206	-1.289314	.2785224
Quarter	.00191	.0041506	0.46	0.645	-.0062251	.0100451
_cons	.1417931	.7123656	0.20	0.842	-1.254418	1.538004
Ln_S_M1						
Ln_T						
L1.	.0033837	.0032191	1.05	0.293	-.0029256	.009693
L2.	-.0087702	.0056418	-1.55	0.120	-.019828	.0022876
L3.	-.0042893	.0057817	-0.74	0.458	-.0156212	.0070426
L4.	.0074264	.0048786	1.52	0.128	-.0021356	.0169884
L5.	.0011035	.0044771	0.25	0.805	-.0076715	.0098785
L6.	-.006918	.0026782	-2.58	0.010	-.0121671	-.0016688
Ln_S_M1						
L1.	1.203405	.081838	14.70	0.000	1.043005	1.363804
L2.	-.1535478	.1318271	-1.16	0.244	-.4119242	.1048285
L3.	-.2659077	.124907	-2.13	0.033	-.5107209	-.0210945
L4.	.622058	.120161	5.18	0.000	.3865468	.8575693
L5.	-.4868732	.0722623	-6.74	0.000	-.6285048	-.3452416
L6.	.0659037	.0112149	5.88	0.000	.0439229	.0878846
Quarter	.0001333	.0001164	1.15	0.252	-.0000948	.0003614
_cons	.1251469	.0199745	6.27	0.000	.0859975	.1642962

Fuente: Cálculos de los autores.

Anexo 6: Regresión del modelo VAR (M1-tipo de cambio real)

Sample:	2000q4 - 2018q4	Number of obs	=	73
Log likelihood	= 469.2458	AIC	=	-12.08893
FPE	= 1.95e-08	HQIC	=	-11.73882
Det(Sigma_ml)	= 8.95e-09	SBIC	=	-11.21039

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
Ln_TR	14	.057568	0.8901	591.1962	0.0000
Ln_S_M1	14	.002111	1.0000	1.18e+07	0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
Ln_TR					
Ln_TR					
L1.	.9162599	.1142391	8.02	0.000	.6923554 1.140164
L2.	-.1057577	.1558449	-0.68	0.497	-.4112081 .1996927
L3.	.0792013	.1554198	0.51	0.610	-.225416 .3838185
L4.	-.0541309	.1554476	-0.35	0.728	-.3588025 .2505408
L5.	-.0093778	.1518209	-0.06	0.951	-.3069414 .2881858
L6.	-.0066633	.1102499	-0.06	0.952	-.222749 .2094225
Ln_S_M1					
L1.	-3.458288	2.447116	-1.41	0.158	-8.254548 1.337972
L2.	3.481883	3.903824	0.89	0.372	-4.169472 11.13324
L3.	4.540926	3.73965	1.21	0.225	-2.788654 11.87051
L4.	-8.257446	3.652245	-2.26	0.024	-15.41571 -1.099178
L5.	3.781505	2.11695	1.79	0.074	-.3676403 7.930651
L6.	-.3667322	.3162688	-1.16	0.246	-.9866076 .2531432
Quarter	.0084003	.0042313	1.99	0.047	.0001072 .0166935
_cons	2.111279	1.012314	2.09	0.037	.1271793 4.095379
Ln_S_M1					
Ln_TR					
L1.	.0126928	.0041883	3.03	0.002	.0044838 .0209018
L2.	-.0098746	.0057137	-1.73	0.084	-.0210733 .0013241
L3.	-.0032602	.0056981	-0.57	0.567	-.0144284 .0079079
L4.	.0022883	.0056992	0.40	0.688	-.0088819 .0134584
L5.	.0053887	.0055662	0.97	0.333	-.0055208 .0162983
L6.	-.0138187	.0040421	-3.42	0.001	-.021741 -.0058964
Ln_S_M1					
L1.	1.325268	.0897184	14.77	0.000	1.149423 1.501113
L2.	-.2378998	.1431255	-1.66	0.096	-.5184206 .042621
L3.	-.3371291	.1371064	-2.46	0.014	-.6058527 -.0684055
L4.	.5520499	.1339019	4.12	0.000	.289607 .8144927
L5.	-.3544247	.0776135	-4.57	0.000	-.5065444 -.2023051
L6.	.0392697	.0115953	3.39	0.001	.0165432 .0619961
Quarter	.0001245	.0001551	0.80	0.422	-.0001796 .0004285
_cons	.1580506	.0371144	4.26	0.000	.0853078 .2307935

Fuente: Cálculos de los autores.

Anexo 7: Resultados IR (M1-consumo)

Results from IR

step	(1) irf	(1) Lower	(1) Upper
0	0	0	0
1	.019767	-.461999	.501532
2	.546972	-.05258	1.14652
3	.617897	-.007246	1.24304
4	.506409	.077494	.935324
5	.484821	.026965	.942676
6	.597227	.102309	1.09215
7	.674747	.171618	1.17788
8	.60629	.173432	1.03915
9	.476892	.085609	.868175
10	.471279	.10659	.835969
11	.455515	.091953	.819077
12	.408502	.053205	.7638
13	.321989	-.039967	.683945
14	.270384	-.096481	.63725
15	.251978	-.12094	.624895
16	.230882	-.156189	.617953
17	.190935	-.208467	.590337
18	.167165	-.236691	.571022
19	.15828	-.243662	.560221
20	.160732	-.235894	.557358
21	.154943	-.236641	.546527
22	.151043	-.230434	.532521
23	.153898	-.213981	.521776
24	.162148	-.191695	.515992
25	.166956	-.173351	.507262
26	.169768	-.157187	.496723
27	.172116	-.142328	.48656
28	.176563	-.1263	.479425
29	.178725	-.114948	.472398
30	.178567	-.107252	.464387
31	.176701	-.103077	.456479
32	.174953	-.100374	.45028
33	.172308	-.100278	.444894
34	.168515	-.102681	.43971
35	.163604	-.107398	.434606
36	.158824	-.112805	.430452
37	.154	-.118994	.426993
38	.149133	-.125534	.4238
39	.144056	-.132389	.420502
40	.1393	-.138695	.417295

95% lower and upper bounds reported

(1) irfname = IR, impulse = Ln_S_M1, and
response = Ln_C

Fuente: Cálculos de los autores.

Anexo 8: Resultados IR (M1-inversión)

Results from IR

step	(1) irf	(1) Lower	(1) Upper
0	0	0	0
1	2.27304	-2.69207	7.23814
2	3.74842	-1.26516	8.76201
3	4.97864	.236986	9.72029
4	2.31821	-.767622	5.40404
5	3.35839	-.078083	6.79486
6	3.90981	.56937	7.25026
7	3.96042	.97367	6.94717
8	2.38656	.076194	4.69692
9	2.87632	.822253	4.93038
10	2.67666	.710062	4.64326
11	2.66475	.775849	4.55364
12	2.149	.276466	4.02153
13	2.36386	.509916	4.21781
14	2.07278	.289892	3.85568
15	2.20174	.391439	4.01203
16	2.06699	.240759	3.89323
17	2.13171	.310831	3.95259
18	1.95138	.142141	3.76061
19	2.07062	.23935	3.90189
20	1.99205	.155983	3.82811
21	2.00068	.147394	3.85396
22	1.90433	.035151	3.7735
23	1.95292	.067031	3.83882
24	1.87975	-.014508	3.77401
25	1.87617	-.03692	3.78925
26	1.81634	-.113885	3.74657
27	1.81803	-.125771	3.76182
28	1.76075	-.195089	3.71658
29	1.75272	-.218674	3.7241
30	1.70777	-.276218	3.69176
31	1.69254	-.302906	3.68798
32	1.65133	-.355466	3.65813
33	1.63774	-.379222	3.6547
34	1.60126	-.424289	3.62682
35	1.5822	-.452064	3.61646
36	1.55033	-.491877	3.59254
37	1.53224	-.516271	3.58075
38	1.50189	-.552632	3.55641
39	1.48203	-.57822	3.54229
40	1.45481	-.610272	3.51989

95% lower and upper bounds reported

(1) irfname = IR, impulse = Ln_S_M1, and
response = Ln_I

Fuente: Cálculos de los autores.

Anexo 9: Resultados IR (M1-Indice de Apertura)

Results from IR

step	(1) irf	(1) Lower	(1) Upper
0	0	0	0
1	.730593	-1.48735	2.94853
2	1.89672	-.709258	4.5027
3	2.21093	-.31756	4.73942
4	1.67259	.133769	3.21141
5	1.44676	.138617	2.7549
6	1.80274	.265564	3.33992
7	2.11348	.522961	3.704
8	1.7319	.361491	3.10232
9	1.1821	-.030462	2.39467
10	1.02343	.027438	2.01942
11	1.15217	.253866	2.05046
12	1.10817	.156065	2.06028
13	.826803	-.190363	1.84397
14	.641612	-.339106	1.62233
15	.702597	-.158992	1.56419
16	.808111	-.043686	1.65991
17	.791741	-.093563	1.67705
18	.71587	-.163878	1.59562
19	.730607	-.111254	1.57247
20	.815428	-.018142	1.649
21	.861742	.012477	1.71101
22	.838877	-.00795	1.6857
23	.81283	-.020036	1.6457
24	.825039	.002213	1.64786
25	.84176	.018984	1.66454
26	.824431	.004748	1.64411
27	.787084	-.026731	1.6009
28	.761861	-.048397	1.57212
29	.752851	-.059164	1.56487
30	.739029	-.079827	1.55788
31	.713725	-.112604	1.54006
32	.689749	-.142169	1.52167
33	.676838	-.159069	1.51275
34	.669162	-.171622	1.50995
35	.658015	-.188155	1.50419
36	.644443	-.205122	1.49401
37	.634413	-.216024	1.48485
38	.628455	-.221931	1.47884
39	.622198	-.228328	1.47272
40	.61332	-.23692	1.46356

95% lower and upper bounds reported

(1) irfname = IR, impulse = Ln_S_M1, and
response = Ln_IDA

Fuente: Cálculos de los autores.

Anexo 10: Resultados IR (M1-PIB)

Results from IR

step	(1) irf	(1) Lower	(1) Upper
0	0	0	0
1	.306605	-.337462	.950671
2	.904856	.171633	1.63808
3	.962834	.176484	1.74918
4	.809417	.218542	1.40029
5	.930218	.238824	1.62161
6	1.04435	.373945	1.71475
7	.979474	.333001	1.62595
8	.823072	.267796	1.37835
9	.716256	.195331	1.23718
10	.68864	.196791	1.18049
11	.636544	.143053	1.13003
12	.525792	.031307	1.02028
13	.452641	-.059703	.964984
14	.439349	-.092832	.971531
15	.432552	-.120828	.985932
16	.406744	-.159783	.973271
17	.389065	-.186607	.964737
18	.396454	-.177184	.970092
19	.413064	-.157436	.983564
20	.416781	-.144812	.978373
21	.414699	-.137359	.966758
22	.419124	-.121944	.960192
23	.426655	-.106857	.960168
24	.426619	-.099569	.952807
25	.420343	-.102144	.94283
26	.414374	-.106154	.934903
27	.410388	-.111753	.93253
28	.404081	-.121277	.929439
29	.394855	-.136024	.925733
30	.38573	-.151602	.923061
31	.378611	-.166419	.923642
32	.371798	-.180806	.924403
33	.364367	-.19572	.924455
34	.357191	-.209518	.923901
35	.351364	-.221243	.923972
36	.346242	-.231089	.923574
37	.341075	-.240028	.922177
38	.335899	-.24792	.919718
39	.331247	-.254585	.917079
40	.326938	-.260232	.914108

95% lower and upper bounds reported

(1) irfname = IR, impulse = Ln_S_M1, and
response = Ln_PIB

Fuente: Cálculos de los autores.

Anexo 11: Resultados IR (M1-tasa de interés)

Results from IR

step	(1) irf	(1) Lower	(1) Upper
0	0	0	0
1	-.517003	-6.23745	5.20344
2	-2.53897	-11.8012	6.72326
3	1.87885	-8.82367	12.5814
4	1.16055	-7.43837	9.75948
5	.818551	-7.17869	8.81579
6	-1.15907	-8.78134	6.4632
7	.475221	-6.72062	7.67107
8	-.255402	-6.4898	5.979
9	-.465728	-6.0698	5.13834
10	-1.87787	-6.89712	3.14138
11	-1.10564	-5.83358	3.62231
12	-1.48176	-6.44272	3.4792
13	-1.30741	-5.78761	3.17279
14	-1.95004	-5.50198	1.6019
15	-1.33097	-3.93001	1.26808
16	-1.34754	-3.52234	.827251
17	-.973248	-2.68514	.738642
18	-1.19778	-2.7144	.318851
19	-.759243	-2.59837	1.07988
20	-.741072	-2.83244	1.3503
21	-.487882	-2.86894	1.89317
22	-.660106	-3.26961	1.9494
23	-.48294	-3.29486	2.32898
24	-.571885	-3.40218	2.25841
25	-.494775	-3.31183	2.32228
26	-.674502	-3.44422	2.09522
27	-.637603	-3.36978	2.09457
28	-.742413	-3.42014	1.93531
29	-.710557	-3.31114	1.89002
30	-.815061	-3.29968	1.66955
31	-.775151	-3.1292	1.5789
32	-.810151	-3.03801	1.41771
33	-.747707	-2.84675	1.35134
34	-.765863	-2.73458	1.20285
35	-.700684	-2.57068	1.16931
36	-.688824	-2.49916	1.12151
37	-.622989	-2.41264	1.16667
38	-.615531	-2.40596	1.1749
39	-.567579	-2.38482	1.24966
40	-.5616	-2.41101	1.28781

95% lower and upper bounds reported

(1) irfname = IR, impulse = Ln_S_M1, and
response = Ln_T

Fuente: Cálculos de los autores.

Anexo 12: Resultados IR (M1-tipo de cambio real)

Results from IR

step	(1) irf	(1) Lower	(1) Upper
0	0	0	0
1	-3.45829	-8.25455	1.33797
2	-4.26997	-10.4531	1.91318
3	.509313	-5.43065	6.44927
4	-.893477	-4.56695	2.77999
5	-2.25911	-5.51344	.995211
6	-3.54374	-6.66934	-.418135
7	-1.81034	-4.96066	1.33998
8	-2.02123	-4.69387	.6514
9	-2.44849	-4.86782	-.029165
10	-3.01649	-5.32963	-.703344
11	-2.14506	-4.49907	.208952
12	-2.30584	-4.49529	-.116392
13	-2.39419	-4.39282	-.395568
14	-2.70645	-4.61606	-.79684
15	-2.25523	-4.23359	-.276877
16	-2.32171	-4.28555	-.357869
17	-2.31712	-4.23193	-.402313
18	-2.48773	-4.37838	-.59709
19	-2.26422	-4.21842	-.310016
20	-2.30193	-4.27397	-.329893
21	-2.27251	-4.24333	-.301686
22	-2.36411	-4.33414	-.394084
23	-2.24868	-4.2655	-.231866
24	-2.26959	-4.30912	-.230066
25	-2.23993	-4.29133	-.188533
26	-2.28664	-4.34514	-.228146
27	-2.22375	-4.31494	-.132566
28	-2.23323	-4.3462	-.120264
29	-2.2081	-4.33741	-.078794
30	-2.22951	-4.3705	-.088526
31	-2.19246	-4.35852	-.026397
32	-2.19465	-4.38106	-.008235
33	-2.17442	-4.37881	.029973
34	-2.18186	-4.4009	.037186
35	-2.1579	-4.39841	.082616
36	-2.15557	-4.41549	.104351
37	-2.13925	-4.41761	.139104
38	-2.13913	-4.43378	.155513
39	-2.12202	-4.4363	.192258
40	-2.11698	-4.44994	.21598

95% lower and upper bounds reported

(1) irfname = IR, impulse = Ln_S_M1, and
response = Ln_TR

Fuente: Cálculos de los autores.