



TIPO DE CAMBIO REAL EN ECUADOR: DESCOMPOSICIÓN Y DESALINEAMIENTO CON EL TIPO DE CAMBIO REAL DE EQUILIBRIO

Stephanie Espín Espinoza^{*1}

*Ministerio de Economía y Finanzas del Ecuador - Subsecretaría de Consistencia Macroeconómica

Información

Recibido:

7 de octubre de 2021

Aceptado:

8 de noviembre de 2021

Palabras clave:

Índice de Tipo de Cambio Real

Descomposición

Tipo de Cambio Real de Equilibrio

BEER

Modelo de Vector de Corrección del Error

Clasificación JEL:

C32, F31, F41

DOI:

<https://doi.org/10.47550/RCE/31.2.2>

Resumen

El objetivo de la investigación es el análisis del índice de tipo de cambio real (ITCR) del Ecuador considerando dos aristas. La primera, indagar la evolución del índice a través de los factores que intervienen en su cálculo: factor cotización nominal y factor precios. La segunda, cuantificar el desalineamiento del ITCR con respecto a su valor de equilibrio (TCRE). El periodo de análisis comprende desde el 2003 hasta el primer semestre del 2021. El TCRE se estima utilizando la metodología BEER. Las variables incluidas son: términos de intercambio (TI), gasto de gobierno, productividad, remesas, apertura comercial (AC) y activos externos netos del panorama monetario (AEN). Se concluye que la mayor subvaloración del ITCR ocurrió desde el 2003 hasta antes de la crisis financiera del 2009, periodo en el que el ITCR tuvo un marcado periodo de depreciación explicado principalmente por el factor Cotización Nominal. El periodo de mayor sobrevaloración el ITCR ocurrió en el periodo subsiguiente al shock experimentado por el país por la disminución del precio internacional de las materias en el año 2014. La fundamental que incide en mayor medida en cambios en la evolución del TCRE es la AC.

¹ORCID: 0000-0001-6511-4832.

Los comentarios emitidos en el documento son criterios propios de los autores y no reflejan necesariamente las de la institución.

Correo electrónico: sespín@finanzas.gob.ec.

Copyright © 2021 Espín. Los autores conservan los derechos de autor del artículo. El artículo se distribuye bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 License.



REAL EXCHANGE RATE IN ECUADOR: DECOMPOSITION AND MISALIGNMENT WITH THE REAL EQUILIBRIUM EXCHANGE RATE

Stephanie Espín Espinoza^{*1}

^{*}Ministerio de Economía y Finanzas del Ecuador - Subsecretaría de Consistencia Macroeconómica

Article Info

Received:

7th October 2021

Accepted:

8th November 2021

Keywords:

Real Exchange Rate
Index

Decomposition

Real Equilibrium
Exchange Rate

BEER

Vector Error Correction
Model

Abstract

The objective of this research is the analysis of the Ecuadorian Real Exchange Rate Index (ITCR) considering two angles. The first, to investigate the evolution of the variable through the factors that intervene in its calculation: the nominal exchange rate and relative prices. The second, to quantify the misalignment of the ITCR from its equilibrium path (TCRE). The analysis period runs from 2003 to the first half of 2021. The estimation of the TCRE is made applying the BEER methodology. The variables included are the terms of trade (TI), government spending, productivity, remittances, trade openness (CA) and net external assets (AEN). In conclusion, the greatest undervaluation of the ITCR occurred from 2003 until before the financial crisis of 2009, a period in which the ITCR had a marked period of depreciation mainly explained by the nominal exchange rate. On the other hand, the period of greatest overvaluation of the ITCR occurred following the shock experienced by the country due to the decrease in the international price of raw materials in 2014. The fundamental that most strongly influences the evolution of the TCRE is trade openness.

JEL:

C32, F31, F41

DOI:

<https://doi.org/10.47550/RCE/31.2.2>

¹ORCID: 0000-0001-6511-4832.

The comments made in this document are the authors' own criteria and do not necessarily reflect the views of the institution.

E-mail: sespin@finanzas.gob.ec.

Copyright © 2021 Espín. Authors retain the copyright of this article. This article is published under the terms of the Creative Commons Attribution Licence 4.0.

1. INTRODUCCIÓN

El índice del tipo de cambio real (ITCR) es un instrumento de política fundamental para el desarrollo de un país, considerando que es una variable que incide en la competitividad de los bienes transables de la economía. Además, incide en la composición sectorial del país, dado los incentivos o desincentivos que se generan sobre la producción de los sectores transables y no transables. En el Ecuador, la importancia de su monitoreo cobra realce puesto que, al ser un país abierto con un régimen monetario dolarizado, se sitúa en una situación de vulnerabilidad frente a la política cambiaria que adopten sus principales socios, con muy pocos mecanismos de política económica para corregir estas externalidades.

El análisis del tipo de cambio se ha abordado desde diferentes enfoques. Por un lado, se ha centralizado en la evolución de los movimientos observados de la variable; por otro, se ha orientado en evaluar el tipo de cambio con respecto a sus fundamentales¹ para detectar desalineamientos de la variable (Clark and Macdonald, 1998). Con respecto al primer enfoque, es posible explicar la evolución del ITCR a través de la descomposición de los insumos o factores que se utilizan para su cálculo; la cotización nominal y los precios internos relativos a los externos de la economía. Con referencia al segundo enfoque, es importante destacar que, para conocer si las variaciones del tipo de cambio real son sostenibles o insostenibles, se recurre a medir su desalineamiento respecto al tipo de cambio real de equilibrio (TCRE). Este se define como el valor del tipo de cambio real que es compatible con el equilibrio interno y externo de la economía. El equilibrio interno se entiende cuando la economía se encuentra en pleno empleo y el mercado de bienes no transables en equilibrio; en cambio, el equilibrio externo se obtiene cuando la cuenta corriente presenta un superávit o déficit que puede ser financiado con salidas de capitales «normales»² (Montiel, 2007).

La estimación del TCRE, al ser una variable no observada, enfrenta algunos retos. Existen varias metodologías que aproximan el valor del TCRE, entre las que se destaca la paridad del poder de compra (PPC), el tipo de cambio de equilibrio fundamental (FEER, por sus siglas en inglés) y el tipo de cambio de equilibrio de comportamiento (BEER, por sus siglas en inglés). La PPC plantea el TCRE como invariante en el tiempo; el FEER se identifica con el tipo de cambio real consistente con el balance macroeconómico. Por su parte, el BEER explica la evolución del ITCR a través de sus fundamentales y, considerando la trayectoria de largo plazo de estos, determina el equilibrio de largo plazo. De esta forma, se analiza no solo

¹ Los fundamentales se refieren a variables económicas que actuarían como determinantes del tipo de cambio real. Al respecto, Clark and Macdonald (1998) mencionan que el enfoque BEER también implica el análisis de si estos fundamentos económicos que determinan el comportamiento del tipo de cambio se encuentran en niveles sostenibles o de equilibrio.

² Bajo este contexto, salidas de capitales «normales» se entenderían como salidas de capitales «sostenibles».

la desalineación con el ITCR, sino que también se observan los determinantes que influyen en su evolución.

El objetivo de la presente investigación es analizar el ITCR considerando dos aristas: la descomposición del índice a través de los factores que se utilizan para el cálculo y el cómputo de la desalineación del índice frente a su senda de equilibrio. Se utiliza información mensual desde enero del 2003 hasta junio del 2021, para la primera parte del estudio; y trimestral desde el primer trimestre del 2003 hasta el primer trimestre del 2021, para la segunda parte del análisis. De esta forma, a diferencia de otros estudios realizados para el caso ecuatoriano, se toma en cuenta dos importantes periodos en los que se han suscitado *shocks* que han impactado a la economía ecuatoriana recientemente. Primero, la disminución del precio de las materias primas iniciada a mediados del 2014 y, segundo, los graves efectos de la pandemia COVID-19 en la oferta y demanda mundial y nacional. Adicionalmente, este estudio se considera un aporte, puesto que incluye a los activos externos netos del panorama monetario como determinante del ITCR. Además, considera la inclusión de restricciones en el modelo VEC, y analiza la contribución de los fundamentales en la evolución del TCRE.

Para ello, en la sección 2, se hace una revisión de la literatura, destacando los estudios que han desarrollado la metodología BEER para el caso ecuatoriano. En la sección 3, se explica la metodología utilizada para la descomposición del ITCR y la estimación del TCRE mediante la metodología BEER. En la sección 4, se detalla el proceso para la obtención de resultados, el desarrollo y validación del modelo y discusión de resultados. En la sección 5, se colocan las conclusiones de la investigación.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

El tipo de cambio real se considera uno de los principales precios de la economía al que se le debe realizar seguimiento. Una apreciación del ITCR deteriora la competitividad externa del país, medida a través de la comparación entre los precios internos y externos. Esto debido a que el precio de los bienes importados se abarata y el de los bienes exportados se encarece. Esto afecta negativamente a la cuenta corriente porque el volumen de bienes adquiridos en el exterior se incrementa, mientras que el volumen exportado disminuye.

Dada la importancia de su monitoreo, desde la creación del Fondo Monetario Internacional en 1944, este organismo ha puesto especial énfasis en el seguimiento y análisis de esta variable. En su último documento metodológico (Fondo Monetario Internacional, 2019), se aborda la última generación de los modelos para la evaluación

del sector externo (EBA, por sus siglas en inglés)³. Bajo el marco del EBA, se reúnen las siguientes metodologías: i) modelos para la estimación de la cuenta corriente; ii) modelos para la obtención del tipo de cambio real efectivo (REER, por sus siglas en inglés)⁴; iii) la construcción de normas y brechas de cuenta corriente y del tipo de cambio real; iv) elasticidades entre la cuenta corriente y el REER, y v) el enfoque de sostenibilidad del sector externo.

Si bien el análisis de los movimientos observados del ITCR es muy importante para el monitoreo de la variable, resulta trascendental también la evaluación del desalineamiento que esta variable presenta con su valor de equilibrio. Como lo sostiene Edwards (1989), un desequilibrio sostenido del ITCR generará severas distorsiones macroeconómicas⁵; de ahí la importancia de la estimación del Tipo de Cambio Real de Equilibrio (TCRE) y su desalineamiento con el ITCR. Uno de los primeros autores que se refiere al TCRE es Nurkse (1945), quien menciona que el TCRE es «aquella tasa en la cual, durante un periodo determinado, se mantendría en equilibrio la balanza de pagos». Aclara que, durante este periodo de tiempo, el país no tendría la necesidad de incurrir en restricciones sobre los flujos de comercio internacional. Además, este autor enfatiza que la tasa mantendría «las cuentas externas en equilibrio sin la necesidad de un desempleo generalizado en el país». Calderon, (2004) menciona que más tarde este trabajo daría origen al enfoque macroeconómico del tipo de cambio real popularizado por John Williamson en la década de los 80 (Williamson, 1983).

Puesto que el TCRE es una variable no observada, la estimación presenta cierta complejidad, por lo que para su estimación se han recurrido a varias metodologías. Entre ellas son la paridad del poder de compra (PPC), tipo de cambio de equilibrio fundamental (FEER, por sus siglas en inglés) y el tipo de cambio de equilibrio de comportamiento (BEER, por sus siglas en inglés). En lo que respecta a la PPC, esta plantea al TCRE como invariante en el tiempo. Sin embargo, resultados empíricos han demostrado que los precios relativos no convergen a un solo nivel, en el corto o en el largo plazo (Martínez-Hernández, 2017). El FEER se identifica con el tipo de cambio real consistente con el balance macroeconómico, es decir, cuando la economía opera en el pleno empleo, una inflación baja y sostenible, y una cuenta

³ El Fondo Monetario Internacional, a través del Grupo Consultivo sobre Cuestiones del Tipo de Cambio (CGER), publicó en el año 2008 un conjunto de metodologías para evaluar el tipo de cambio, bajo la noción de equilibrio, consistente con el balance interno y externo del país, en el mediano y largo plazo (Fondo Monetario Internacional, 2008). Esta metodología se desarrolló y derivó en el marco EBA (Fondo Monetario Internacional, 2013).

⁴ A nivel internacional, otras organizaciones han hecho también esfuerzos por calcular un tipo de cambio real multilateral. Tal es el caso del Centro de Estudios Prospectivos y de Información Internacional (CEPII), que publica una base de datos para 187 países de los indicadores tipo de cambio nominal efectivo (NEER, por sus siglas en inglés) y REER. El proceso para la obtención de los resultados se explica en Couharde et al. (2018). Por otro lado, el centro de estudios CEPII calcula el desalineamiento entre el REER y el TCRE. Los datos para la estimación cubren el periodo 1973-2016, con una periodicidad anual.

⁵ Este autor asevera que la corrección de los déficits de cuenta corriente requerirá, en general, tanto de políticas de administración de la demanda como de una devaluación del tipo de cambio real.

corriente caracterizada por un flujo neto de capitales sostenible (Clark and Macdonald, 1998). Calderón (2004) menciona que, «dada su asociación con ciertas condiciones económicas ideales, el cálculo del TCRE [con la metodología FEER] involucra la formulación de juicios normativos en torno a la evolución de la economía». Por su parte, la metodología BEER se estima a través de modelos econométricos considerando los determinantes del comportamiento del ITCR (Clark and Macdonald, 1998). Con respecto a la metodología BEER, Calderón (2004) menciona que, utilizando el análisis de cointegración, se estima la ecuación del tipo de cambio real utilizando un conjunto de variables. Destaca que «este enfoque no tiene elementos normativos, dado que intenta explicar el valor del TCR efectivo en términos de los fundamentos económicos».

A nivel latinoamericano, se destacan las siguientes investigaciones, en las cuales se ha aplicado la metodología BEER. Echavarría, López-Enciso y Misas (2007) calcula los determinantes del ITCR de Colombia utilizando un modelo de vector de corrección de errores estructural (MVCEE) y concluye que el índice ha estado sobrevaluado en buena parte del periodo de análisis (1958-2005). El caso uruguayo es abordado por Gianelli y Mednik (2006), quienes estiman los determinantes del ITCR a través de la técnica propuesta por Engle y Granger de estimación en dos etapas. Cruz-Rodríguez (2016) estima los fundamentales del ITCR para la República Dominicana a través de varias metodologías para los años 1950-2013, concluyendo que el ITCR presentó un periodo inicial de fuerte desalineamiento; posteriormente, destaca la subvaluación de la década de los 80, mientras que, en los últimos años de análisis, el tipo de cambio real no se encuentra muy alejado respecto a sus valores estimados de largo plazo. El autor indica que el TCRE podría estar influenciado por el amplio periodo de tiempo utilizado en la muestra.

La aplicación de la metodología BEER para el caso ecuatoriano se ha abordado en los siguientes análisis. Segovia (2003) realiza un modelo de corrección de errores (MCE), adoptando la estrategia de dos pasos de Engle y Granger. El periodo de estudio abarca el primer trimestre de 1993 y el cuarto trimestre de 2003. Los resultados indican que los coeficientes de largo plazo (clp) estadísticamente significativos, que explican el ITCR, son el logaritmo de la productividad media del trabajo⁶ (clp: -1.007), las remesas de los migrantes con relación al PIB (clp: 0.015), el flujo de capitales⁷ (clp: -0.005), las exportaciones petroleras con respecto al PIB (clp: 1.886), el logaritmo de los términos de intercambio (-0.604), y la apertura comercial⁸ (clp: 1.297). Esta investigación no considera la cuenta financiera de la balanza de pagos.

Drine and Rault (2003) abordan las cuestiones empíricas del tipo de cambio real a través de técnicas de cointegración de panel. La investigación utiliza una

⁶ Se mide la productividad media del trabajo como la relación entre el PIB real manufacturero y el número de empleados.

⁷ El flujo de capitales se lo define como la relación entre importaciones menos exportaciones no petroleras con respecto al PIB.

⁸ En este caso, se lo calcula como la relación entre exportaciones más importaciones y PIB más importaciones.

muestra de 45 países en vías de desarrollo (entre ellos Ecuador), dividiéndoles de acuerdo con su posición geográfica en países de Asia, África y América Latina. El estudio concluye que el tipo de cambio real depende de las especificidades económicas de cada país y que, a pesar de que no se tiene una norma fija y general, la trayectoria del tipo de cambio real depende de su nivel de desarrollo, de la forma en que se conduce la política económica y de su posición en el mercado internacional.

Adicionalmente para Ecuador, Armijos (2005) encuentra los fundamentales del ITCR mediante una regresión de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Considerando datos anuales desde 1980 hasta el 2004, concluye que existe una relación positiva entre el ITCR y los depósitos monetarios, mientras que la relación es negativa para las variables términos de intercambio, productividad relativa y propensión marginal del consumo (consumo/PIB).

Por su parte, el estudio realizado por Bello et al. (2010) analiza 17 países de América Latina, entre los que se incluye Ecuador. La investigación se centra en el periodo 1969-2006 y utiliza la metodología de MVCE y mínimos cuadrados dinámicos (MCD) con el fin de estimar los coeficientes de la relación de largo plazo. Entre los hallazgos del estudio que hacen referencia al Ecuador, se destaca que los fundamentos que explican la dinámica del tipo de cambio real en el país son: i) la posición de inversión internacional como porcentaje del PIB; el logaritmo de los términos de intercambio; la apertura comercial, y las transferencias corrientes. Adicionalmente, se incluye como variable a la tendencia, la cual resultó significativa y negativa, lo cual se interpreta como una tendencia del país a apreciarse en el largo plazo.

Por su parte, Araque et al. (2017) estiman el tipo de cambio real de equilibrio, utilizando para ello un modelo de vector de corrección de errores (MVCE o VEC). El estudio abarca el periodo 2000-2015 y concluye que los determinantes explicativos clave de la trayectoria del ITCR que resultaron estadísticamente significativos son la productividad relativa⁹, el logaritmo de los términos de intercambio, la apertura comercial¹⁰ y las remesas como porcentaje del PIB.

Por un lado, no se ha encontrado literatura que aborde el análisis del tipo de cambio real desde el punto de vista de la descomposición del índice en los factores que lo conforman. Por otro lado, si bien existen estudios que profundizan sobre el desalineamiento del ITCR con su senda de equilibrio, si particularizamos para el caso ecuatoriano no existe un estudio actualizado que considere los últimos dos periodos en los que la economía ha sufrido graves *shocks* (año 2014, caída del precio del petróleo; año 2020, pandemia COVID-19). Adicionalmente, en el presente estudio, se incluye a los activos externos netos del panorama monetario, con el fin de recoger no solo la parte comercial de la balanza de pagos, sino que también parcialmente a

⁹ Los autores miden la productividad relativa como la razón entre el PIB per cápita del Ecuador y el PIB per cápita de Estados Unidos.

¹⁰ La apertura comercial se calcula como la suma de exportaciones e importaciones dividida para el PIB.

la cuenta financiera¹¹. Finalmente, la presente estimación considera la inclusión de restricciones en el modelo VEC y analiza la contribución de los fundamentales en la evolución del TCRE.

3. METODOLOGÍA

La presente investigación analiza los movimientos del ITCR a través de los factores que intervienen en su cálculo: «precios» y «cotización nominal». Adicionalmente, se indaga en el desalineamiento que presenta la ITCR con su valor de equilibrio; para el cálculo del TCRE, se recurre a la metodología BEER. Se utiliza información mensual desde enero del 2003 hasta junio del 2021, para la primera parte del estudio, y trimestral desde el primer trimestre del 2003 hasta el primer trimestre del 2021, para la segunda parte del análisis. De esta forma, la estimación incluye el periodo de la pandemia COVID-19, que impactó fuertemente sobre la economía de Ecuador. Adicionalmente, a diferencia de otros estudios realizados para el país, se estudia la inclusión de restricciones en el modelo VEC y se realiza un análisis de los fundamentales que explicarían el movimiento de la TCRE.

3.1. Descomposición del índice del tipo de cambio real

Para la descomposición del ITCR, se parte de su fórmula de cálculo como consta en la Metodología de la Información Estadística Mensual-IEM (Banco Central del Ecuador, 2017):

$$\text{TCR} = \frac{\prod_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{E_i} \right)^{a_i}}{P/E} * 100 \quad (1)$$

Donde **P** es el índice de precios al consumidor del Ecuador; **P_i**, el índice de precios al consumidor del país **i** con el que comercia Ecuador; **E**, el índice de tipo de cambio nominal del Ecuador; **E_i**, el índice de tipo de cambio nominal del país **i** con el que comercia Ecuador; **a_i**, la ponderación del país **i** en el tipo de cambio efectivo real del Ecuador; finalmente, **n** es el número de países de la muestra.

Cabe destacar que el Banco Central del Ecuador (2017) define al ITCR como el índice de tipo de cambio nominal, deflactado por el índice de precios doméstico y

¹¹ Al respecto, la literatura recomienda incluir a los activos externos netos; sin embargo, al momento el Banco Central del Ecuador cuenta con una serie de esta variable que parte desde el 2016, lo que implicaría para la presente investigación reducir el periodo de análisis y los grados de libertad de la estimación. En su defecto, se ha incluido a la variable «activos externos netos del panorama monetario», que es una parte de los AEN. Para futuros desarrollos de la presente investigación, se podría incluir la totalidad de los AEN, una vez que se cuente con una serie histórica más larga.

ajustado por las variaciones relativas de los precios y tipos de cambio de los países con los que comercia el Ecuador.¹² El año base es $2014 = 100$. Adicionalmente, un incremento del índice se interpreta como una depreciación del tipo de cambio real y una disminución del índice como una apreciación. Los países considerados para la elaboración del índice son 16: Estados Unidos de América, China, Colombia, México, Perú, Alemania, Panamá, España, Japón, Brasil, Rusia, Corea del Sur, Países Bajos, Chile, Italia, Vietnam.

Para la descomposición del tipo de cambio real, se inicia replicando el cálculo efectuado por el Banco Central del Ecuador, utilizando las siguientes fuentes de información:

- Tipo de cambio real y tipo de cambio real bilateral: Información Estadística Mensual (IEM), publicada por el Banco Central del Ecuador (BCE).
- Cotización nominal de las monedas de nuestros principales socios comerciales con respecto al dólar: Estadísticas Financieras Internacionales (IFS, por sus siglas en inglés) del Fondo Monetario Internacional (FMI).
- Índice de precios al consumidor (IPC) del Ecuador: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).
- Valor exportado e importado por país para el cálculo de las ponderaciones: BI del Banco Central del Ecuador.
- IPC de nuestros principales socios comerciales: Base de datos, Estadísticas Financieras Internacionales (IFS, por sus siglas en inglés) del Fondo Monetario Internacional (FMI).
- En el caso que el FMI no presente información para un determinado país, se recurrió a extraer la información de Bloomberg, y en última instancia de los institutos de estadística de cada país.

La descomposición se realiza en tres pasos: i) se calcula el índice de tipo de cambio real bilateral (ITCBR) de los 16 países; ii) se calcula la contribución de cada país en el crecimiento anual del ITCR, y iii) se calcula la contribución del factor precios y del factor cotización nominal de cada país en el crecimiento del ITCR.

Como primer paso, se procede a calcular el ITCBR, según se especifica en Banco Central del Ecuador (2017):

$$\text{ITCBR} = \left(\frac{E}{E_i}\right) \left(\frac{P_i}{P}\right) * 100 \quad (2)$$

¹² Para el cálculo del ITCR, se pondera a los países en función del monto comercializado, considerando tanto exportaciones como importaciones.

Donde ITCBR es el índice de tipo de cambio real bilateral; E , el índice de tipo de cambio nominal del Ecuador con respecto al dólar (desde la dolarización, este valor es 1); E_i , el índice de tipo de cambio nominal de la moneda del país i , con respecto al dólar; P_i , el IPC del país i , y P , el IPC del Ecuador.

Puesto que el año base del índice es el 2014, para el cálculo de E_i , se considera la cotización nominal en el mes de análisis y se divide para el promedio de la cotización en todos los meses del 2014. Así, por ejemplo, el índice de tipo de cambio nominal del peso colombiano para junio de 2021¹³ sería igual a la cotización nominal de junio de 2021 dividida para el promedio de las cotizaciones nominales del periodo comprendido entre enero y diciembre de 2014.

De igual forma se procede para el IPC. El valor vendría dado por el IPC del país i en el mes de análisis, dividido para el promedio del IPC del país i en todos los meses del 2014.

Una vez que se cuenta con el ITCBR de los 16 países de la muestra, se multiplica por los pesos a_i . Los pesos a_i se determinan con base en cuanto representa el país i en el volumen total comercializado¹⁴, en el año 2014. Cabe destacar que el ITCR sería igual al producto de los ITCBR por los pesos a_i .¹⁵ Al igual que el ITCR, un incremento del índice significa una depreciación del ITCBR y una disminución equivale a una apreciación.

Como segundo paso, se procede al cálculo de la contribución de cada país en el crecimiento del ITCR.

Se aplican las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{Crecimiento anual del ITCR} = \text{TVA_ITCR} &= \left(\frac{\text{ITCR}_t}{\text{ITCR}_{t-12}} - 1 \right) \\ &= \sum_{i=1}^{16} \text{Contribución del país } i \text{ al crecimiento del ITCR} \end{aligned} \quad (3)$$

Contribución del país i al crecimiento del ITCR

$$= \frac{\ln \left(\frac{\text{ITCBR}_{it}}{\text{ITCBR}_{it-12}} \right)}{\ln \left(\frac{\text{ITCR}_t}{\text{ITCR}_{t-12}} \right)} * \text{TVA_ITCR} \quad (4)$$

¹³ Último mes disponible al momento de realizar este informe.

¹⁴ El volumen comercializado se entiende como la suma de las exportaciones no petroleras más las importaciones petroleras y no petroleras.

¹⁵ Se agradece el apoyo recibido por el BCE en la obtención del presente cálculo, el cual se plasmó en reuniones técnicas entre el BCE y el MEF mantenidas en el año 2020. A pesar de que existen diferencias menores al 0.8 % entre los datos publicados por el BCE y los obtenidos por el MEF, estas no afectarían para el presente análisis, puesto que el principal objetivo no es duplicar el cálculo realizado por el BCE, sino realizar una descomposición del índice. Cabe destacar que las diferencias surgirían por el momento en el que se extrajo la información para las ponderaciones.

Como último paso, para cada país en el ITCR, se calcula la contribución del factor precios y del factor cotización nominal.

Se aproxima la tasa de variación del ITCBR mediante diferencia logarítmica y se la descompone mediante la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Tasa de variación ITCBR}_i &= TVA_ITCBR_i \\ TVA_ITCBR_i &= \ln(ITCBR_{it}) - \ln(ITCBR_{it-12}) \\ TVA_ITCBR_i &= \ln\left(\left(\frac{IPC_i}{IPC}\right)\left(\frac{1}{E_i}\right)\right)_t - \ln\left(\left(\frac{IPC_i}{IPC}\right)\left(\frac{1}{E_i}\right)\right)_{t-12} \end{aligned} \quad (5)$$

Denotando a $\frac{IPC_i}{IPC}$ como A y a $\frac{1}{E_i}$ como B , se tendría la siguiente expresión:

$$TVA_ITCBR_i = \ln(A_t * B_t) - \ln(A_{t-12} * B_{t-12}) \quad (6)$$

Aplicando propiedades de logaritmos:

$$\begin{aligned} TVA_ITCBR_i &= \ln(A_t) + \ln(B_t) - [\ln(A_{t-12}) + \ln(B_{t-12})] \\ &= [\ln(A_t) - \ln(A_{t-12})] + [\ln(B_t) - \ln(B_{t-12})] \end{aligned} \quad (7)$$

$$= \text{Factor } IPC_i + \text{Factor cotización nominal}_i \quad (8)$$

La contribución al crecimiento del factor IPC y del factor cotización nominal de todos los países estaría dado por:

$$\text{Contribución factor IPC} = \sum_{i=1}^n \text{Factor } IPC_i * \frac{\ln\left(\frac{ITCBR_{it}}{ITCBR_{it-12}}\right)}{\ln\left(\frac{ITCR_t}{ITCR_{t-12}}\right)} \quad (9)$$

Contribución factor cotización Nom

$$= \sum_{i=1}^n \text{Factor Cotización Nom}_i * \frac{\ln\left(\frac{ITCBR_{it}}{ITCBR_{it-12}}\right)}{\ln\left(\frac{ITCR_t}{ITCR_{t-12}}\right)} \quad (10)$$

Aplicando la metodología expuesta, se logra explicar la evolución del tipo de cambio real en función de dos factores. Esto debido a que la TVA_ITCBR_i se expresa como la suma de las contribuciones factor IPC y cotización nominal.

El factor IPC se interpreta como la diferencia entre los precios externos y los precios internos. Si la inflación externa es menor a la inflación interna, el factor IPC contribuiría a una apreciación del tipo de cambio real. Por el contrario, si la inflación del Ecuador es menor a la de sus principales socios, esto aportaría a una depreciación

del tipo de cambio real. El factor cotización nominal explica los movimientos en los precios relativos. Si la cotización de la moneda de nuestros principales socios comerciales en relación con el dólar se deprecia o devalúa, empujará a una apreciación de nuestro ITCR. En este sentido, ya sea por razones de mercado o porque nuestros socios comerciales realizan política monetaria o cambiaria, si en promedio la moneda de nuestros socios pierde valor, es decir, si se debe pagar más moneda extranjera por cada dólar, esto coadyuvaría a que el ITCR se aprecie.

3.2. Estimación del tipo de cambio real de equilibrio

A continuación, se exponen los puntos principales del enfoque BEER, conforme lo plantea Echavarría, López-Enciso y Misas (2007).

El enfoque parte de la paridad no cubierta de tasas de interés (PNC), expresada en términos reales y ajustada para incluir una prima de riesgo:

$$\Delta q_{t+k}^e = (r_{t,t+k}^e - r_{t,t+k}^{*,e}) + \rho_t \quad (11)$$

Donde Δq_{t+k}^e es el cambio del ITCR esperado; $(r_{t,t+k}^e - r_{t,t+k}^{*,e})$, el diferencial de las tasas reales de interés esperadas entre el país y el exterior, y ρ_t , la prima de riesgo.

Si se considera $q_t^e = q_t$, la expresión (11) se reexpresa como:

$$q_t = q_{t+k}^e + (r_{t,t+k}^e - r_{t,t+k}^{*,e}) - \rho_t \quad (12)$$

Si se toman en cuenta expectativas racionales y se nombra a q_{t+k}^e como \bar{q}_t , se obtiene la siguiente expresión:

$$q_t = \bar{q}_t + (r_t - r_t^*) \quad (13)$$

Al suponer un modelo consistente de *stock* y flujo se puede plantear:

$$\bar{q}_t = f \left[\overline{r_t - r_t^*}, \overline{AEN_t}, \overline{TINT}, \overline{\left(\frac{A_T/A_N}{A_T^*/A_N^*} \right)} \right] \quad (14)$$

Donde AEN_t son los activos externos netos; $TINT$, los términos de intercambio, y $\left(\frac{A_T/A_N}{A_T^*/A_N^*} \right)$, el efecto Balassa-Samuelson.

Con el fin de elegir el estimador apropiado, se propone utilizar técnicas de cointegración como herramientas útiles para identificar patrones persistentes de los comovimientos entre los fundamentales. Se estima un modelo de forma reducida que relaciona la evolución del ITCR con un conjunto de determinantes:

$$TCR_t = \beta' F_t^* + \varepsilon_t \quad (15)$$

Donde β es el vector de parámetros; F^* , los determinantes del ITCR, y ε , el vector de residuos independientes e idénticamente distribuidos.

La ecuación se estima a través de un modelo de vectores de corrección del error (MVCE o VEC, por sus siglas en inglés). Esta técnica supone que las variables están cointegradas;¹⁶ es decir, existe una relación estable de largo plazo entre las variables dependientes e independientes. El método presenta la ventaja de estimar relaciones de corto y largo plazo. El TCRE se calcularía a partir de los coeficientes de largo plazo multiplicados por el valor tendencial de los determinantes, obtenido a través de filtros de Hodrick-Prescott (HP) de dos bandas. Una vez calculado el TCRE, se procede a calcular el desalineamiento con el ITCR; siguiendo la fórmula de Araque et al. (2017), la desalineación se mide como el siguiente cociente:

$$\text{Desalineamiento} = \frac{ITCR - TCRE}{TCRE} * 100 \quad (16)$$

La información para el desarrollo del modelo VEC proviene de las siguientes fuentes: Banco Central del Ecuador (BCE), Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

Se ingresaron las siguientes variables como parte de los determinantes¹⁷ del ITCR:

- **Índice de términos de intercambio (TI):**¹⁸ se define como el cociente entre el índice de precios de las exportaciones y el índice de precios de las importaciones. El año base de las cuentas es $2007 = 100$. El objetivo del índice es conocer si el precio de los productos exportados aumenta o disminuye con respecto al de los importados. Según lo mencionado por Araque et al. (2017), cuando el precio de las exportaciones es más alto respecto al precio de las importaciones (incremento de los términos de intercambio), aumenta el ingreso en la economía, lo que conlleva a adquirir más bienes, tanto transables como no transables. La preponderancia del efecto ingreso, respecto al efecto sustitución de los bienes importados, aumentaría el precio de los bienes en la economía, lo que conduciría a una apreciación del ITCR.

¹⁶ Dos o más variables están cointegradas si presentan una tendencia estocástica común. Esto implica que dichas variables pueden crecer a lo largo del tiempo, pero lo hacen de una forma sincronizada. Estadísticamente, dos o más variables están cointegradas si presentan el mismo orden de integración y existe una combinación lineal que sea estacionaria o integradas de orden 0.

¹⁷ Los determinantes serían los F^* de la ecuación 15.

¹⁸ Para el caso de Ecuador, esta variable es muy volátil e influenciada en gran medida por el precio del crudo, principal producto de exportación del país.

- **Ratio gasto del gobierno sobre el PIB (GG):** El ratio se construye con base a las estadísticas de cuentas nacionales del BCE. Como lo menciona Araque, Rivera y Argüello (2017), el impacto del gasto de gobierno estaría determinado en función del tipo de bien que se consuma. Si son bienes transables, se generaría una depreciación; mientras que, si son bienes no transables, se daría una apreciación. En la misma línea, Gianelli y Mednik (2006) señalan que un aumento del consumo en bienes transables deterioraría el saldo en cuenta corriente, lo que requerirá una depreciación real; mientras que un aumento del consumo en bienes no transables generará un exceso de demanda, lo que provocará que los precios aumenten y se produzca una apreciación real.
- **Productividad relativa (PR):** esta variable se calcula como la razón entre el PIB per cápita de Ecuador y el PIB per cápita de Estados Unidos¹⁹. Las dos series se incluyen en términos corrientes. La incidencia de la productividad sobre el ITCR se explica a través del efecto Balassa-Samuelson. Este supone que un incremento de la productividad de los bienes transables promovería un aumento del salario real en este sector. Esto a su vez, provocaría que exista una mayor movilidad de empleo hacia el sector transable. Por lo tanto, la producción en el sector no transable se contrae y los precios en el sector aumentan, lo que se traduce en una apreciación del tipo de cambio real.
- **Ratio remesas sobre el PIB (REM):** el incremento de flujos externos supone una expansión de la demanda agregada. En el caso de las remesas, los mayores ingresos se destinarían a bienes no transables, lo que haría incrementar su precio y repercutiría en una apreciación del tipo de cambio real.
- **Índice de apertura comercial (AC):** se calcula como el monto total comercializado en el país (exportaciones más importaciones) sobre el PIB. Todas las variables se consideraron en términos nominales y se obtuvieron de las estadísticas de cuentas nacionales del BCE. Como lo especifica García y Quijada (2015), la liberalización comercial se entiende como una reducción de barreras arancelarias y no arancelarias. Esto promovería una disminución en el precio relativo de las importaciones con respecto a los bienes transables. Asumiendo que los no transables son sustitutos de los transables, el precio interno de bienes no transables e importados disminuye en relación con el precio de los exportados, y la moneda se deprecia en términos reales.
- **Activos externos netos sobre el PIB (AEN):** se incluyen los activos externos netos del panorama monetario en relación del PIB. Esta serie es publicada por el BCE y se refiere a los derechos de residentes ante no residentes menos los

¹⁹ La primera serie en mención se construye a partir del PIB nominal publicado en las cuentas nacionales del BCE y se divide para la población. La población es publicada por el INEC, con periodicidad anual, lo que equivaldría a tener el dato para el cuarto trimestre de cada año. Para el resto de los trimestres, se interpoló considerando que la diferencia inter-trimestral sería igual a la diferencia anual dividida para cuatro. La segunda serie del indicador productividad relativa, el PIB per cápita de Estados Unidos, se extrae de las estadísticas de la OCDE.

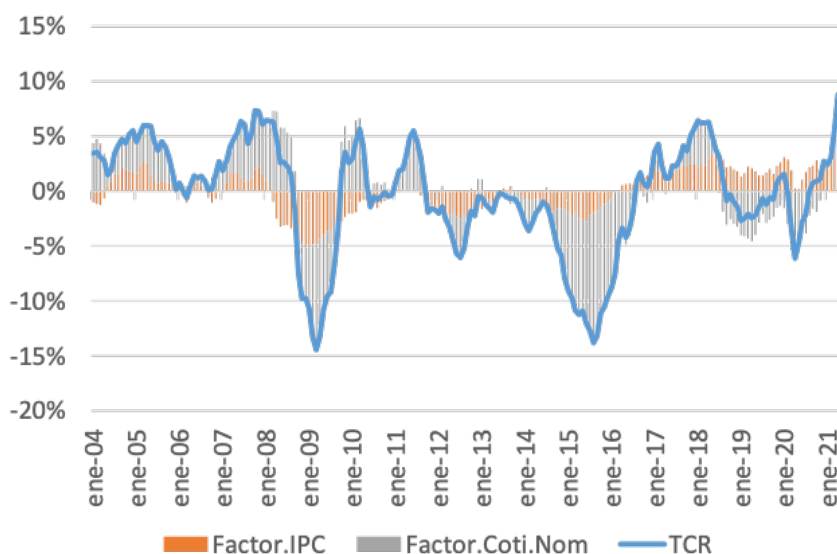
pasivos, descontando los pasivos frente al resto del mundo; comprenden las reservas internacionales y otros activos externos netos tanto del BCE como de las otras sociedades de depósito. De acuerdo a Montiel (2007), mientras mayores sean los activos externos netos, mayor es la riqueza de los hogares. Esto a su vez repercute en una mayor demanda de bienes no transables, lo que hace aumentar sus precios relativos. Esto se asocia con una mayor apreciación del TCRE. En el caso del presente modelo, debido a la disponibilidad de información, los datos se limitan al panorama monetario.

4. RESULTADOS

4.1. Descomposición del índice del tipo de cambio real

En el siguiente gráfico, se puede observar la evolución del ITCR, considerando la tasa de variación interanual, y en qué medida esta se explica por el factor IPC y por el factor cotización nominal. Se evidencia que, históricamente, la variación de la cotización de nuestros principales socios ha sido el principal factor de una depreciación o apreciación del tipo de cambio real de nuestro país. Las monedas con mayor incidencia son el peso colombiano y el yuan chino.

Gráfico 1.
Descomposición por factores de la evolución del tipo de cambio real.
Tasa de variación anual
Periodo ene 2004-jun 2021



Fuente: BCE

Elaboración: autora

A continuación, se destacan las siguientes fechas que en los últimos años han marcado la evolución del ITCR:

- Desde septiembre del 2016, la inflación anual de Estados Unidos supera a la de Ecuador, lo que promueve una depreciación del ITCR. Esto ocurrió por la marcada desaceleración de precios que experimentó la economía ecuatoriana desde mediados del 2015.
- Desde junio de 2017 hasta junio de 2018, nuestros principales socios apreciaron su moneda, lo que coadyuvó a una depreciación de nuestro ITCR. Sin embargo, desde julio de 2018, nuestros socios comenzaron a devaluar la moneda. En los primeros meses, la devaluación es pequeña, pero, a partir de septiembre de 2018, la magnitud de la devaluación ocasiona que nuestro ITCR se aprecie. El factor IPC amortiguó la caída del índice. Esto ocurre hasta octubre de 2019.
- A partir de noviembre de 2019, a pesar de que continuó la depreciación de nuestros principales socios, la diferencia positiva entre la inflación internacional y la de Ecuador pesó en mayor medida, por lo que se registró una depreciación del ITCR.
- A partir de febrero del 2020, en el contexto de la pandemia COVID-19, se registró una apreciación del ITCR, ocasionada principalmente por la depreciación de las monedas de nuestros socios. Sin embargo, una absorción nacional deprimida ocasionó que los precios internos se ubicaran en niveles muy bajos, por lo que el factor precios fue el determinante para que a partir de septiembre de 2020 el ITCR se depreciará.
- Desde abril del 2021, la alta inflación presentada por Estados Unidos y la depreciación del dólar han ocasionado que las *TVA_ITCR* sean las más altas en el periodo analizado.

En el anexo 1, se incluyen un gráfico en el que se detalla la descomposición del ITCR por país, particularizando los países que más influyen en el ITCR de Ecuador: Estados Unidos, Colombia y China. Se observa que, de los 16 países que conforman el ITCR, uno de los que incide en mayor medida es Colombia. En este sentido, cada vez que la moneda de nuestro vecino se deprecia, ya sea por política monetaria del gobierno o por efectos del mercado, el ITCR del Ecuador se ve afectado, teniendo muy poco margen de maniobra al estar dolarizados. En el anexo 1, también se exponen dos gráficos en los que se desagrega la evolución del ITCR tanto por países como por factores.

4.2. Estimación del tipo de cambio real de equilibrio

Previo a la aplicación de la metodología BEER, se analiza la relación de causalidad de las variables. Para ello, se utiliza el estadístico de Geweke, que permite medir la dependencia lineal entre series de tiempo y descompone la relación total en tres

partes. Los resultados indican que el ITCR causa, en el sentido de Granger, a los términos de intercambio, a las remesas, al índice de apertura y a los activos externos netos. La relación con el gasto de gobierno y la productividad no es estadísticamente significativa. Por su parte, las variables que causan al ITCR, en el sentido de Granger, son: los términos de intercambio, la productividad y los activos externos netos. La retroalimentación instantánea es significativa para todas las variables excepto para el gasto de gobierno y las remesas. Mientras que, en total, la relación no es significativa solamente para el gasto de gobierno. También se realizó el análisis incluyendo todas las variables en conjunto. De este procedimiento se desprende que el ITCR no presenta una relación significativa con el gasto de gobierno ni con la productividad. El resto de las variables sí fueron estadísticamente significativas. Las tablas con los resultados detallados se incluyen en el anexo 2.

Como primer paso para el desarrollo de la metodología BEER, se estiman los determinantes del ITCR a través del modelo VEC. A continuación, se procede con los siguientes pasos: i) analizar la estacionariedad de las series, ii) escoger el número de rezagos en el VAR subyacente, iii) examinar el orden de cointegración, iv) obtener coeficientes de largo plazo, y v) comprobar el ajuste del modelo mediante los estadísticos posestimación.

La estacionariedad de las series se analiza a través de dos pruebas estadísticas: i) el test de raíces unitarias de Dickey-Fuller Aumentado, y ii) el test de raíces unitarias de Phillips Perron. En las tablas 4 y 5 del anexo 3, se muestran los resultados. Se observa que las variables deben ingresar como primera diferencia en el VAR subyacente.

El siguiente paso, consiste en escoger el número de rezagos a utilizar en el análisis. Para ello, se realiza la selección indagando si se incluye el suficiente número de rezagos en el VAR subyacente. La selección se realiza en base a los siguientes criterios: error final de predicción (FPE:); criterio de información Akaike (AIC); criterio de información Hannan-Quinn (HQ); criterio de información bayesiano de Schwarz (SC). El número de rezagos podría estar en el orden de 1, 4 o 6, según se muestra en la tabla 6 del anexo 3.

Se procede a revisar el orden de cointegración, en función de la prueba de Johansen. Para ello, se analizan los resultados considerando 1 y 4 rezagos en el VAR subyacente. Adicionalmente, se toman en cuenta las cinco diferentes especificaciones de constante y tendencia, en la relación de cointegración y en el VAR subyacente, que incluye la prueba de cointegración. Según se puede observar en la tabla 7 del anexo 3, para un modelo con constante pero no tendencia en la relación de cointegración (lineal), se requeriría al menos 2 relaciones de cointegración según el estadístico de máximo valor propio, y al menos 5 relaciones de cointegración según el estadístico de la traza. Se opta por 2 relaciones de cointegración y posteriormente se analizará si el número de ecuaciones de cointegración se encuentra correctamente especificado, mediante la prueba de estabilidad del modelo.

Se realizaron varias corridas del modelo, compaginando las pruebas pre y posestimación. A continuación, se detalla las especificaciones del mejor modelo.

Se selecciona cuatro rezagos²⁰ y dos relaciones de cointegración. Debido a que se busca identificar las relaciones de largo plazo, las dos relaciones de cointegración se complementarían. Con respecto a la especificación de la tendencia determinista, se escoge la opción «intercepto (no tendencia) en la relación de cointegración-no intercepto en el VAR»²¹, esto debido a que esta opción presenta los mejores estadísticos entre los modelos estimados (mayor logaritmo de verosimilitud y criterios de información Akaike y Schwarz más pequeños). Se restringieron los coeficientes del VEC considerando lo que dictamina la teoría económica y las variables no significativas. Esto debido a que, según las pruebas estadísticas, la especificación debe incluir al menos dos relaciones de cointegración. Se utilizó la restricción de coeficientes como un recurso para que las dos relaciones se complementen y expliquen la relación de largo plazo del tipo de cambio real.

A continuación, se detallan algunas particularidades consideradas para la restricción de los coeficientes. Como la relación de largo plazo de interés es respecto al ITCR, se la colocó como la primera variable dentro del VAR subyacente. A partir de este orden, para identificar la estructura de largo y corto plazo en la matriz de correlaciones canónicas asociadas, las restricciones de largo plazo de esta variable serían uno para la primera relación de cointegración y cero para la segunda relación de cointegración. Para la primera relación de cointegración, no se colocaron más restricciones respetando la identificación propuesta por Johansen (Johansen, 1998). En la segunda relación de cointegración se hizo diferentes pruebas restringiendo a uno al resto de fundamentales, comprobando la validez de la restricción mediante el estadístico LR y corroborando la significancia de los coeficientes. Finalmente, la restricción que resultó estadísticamente significativa resultó al restringir al coeficiente de largo plazo del gasto de gobierno para que sea igual a 1. El resto de los coeficientes se igualaron a 0, a excepción del coeficiente que explica la productividad. La prueba estadística LR para comprobar las restricciones vinculantes resulta 0.0397, indicando que la especificación de las restricciones es estadísticamente significativa.

Cabe destacar que en la especificación se incluyeron variables *dummies*, en función de lo que arrojaron las pruebas estadísticas para detectar quiebres estructurales detalladas en el anexo 4. Así, una variable corrige el quiebre observado en el año 2009, cuando ocurrió la crisis financiera internacional. Una segunda variable coincide con la crisis de los *commodities*, segundo semestre del año 2014, cuando inició el desplome del precio del petróleo. Adicionalmente, se incluyó una variable *dummy* para incluir el *shock* de oferta y demanda mundial presentado en el segundo trimestre del 2020 bajo el contexto de la pandemia COVID-19.

²⁰ En estricto sentido, el orden del VEC sería tres rezagos, uno menos que el del VAR subyacente. En el paquete estadístico STATA, se coloca directamente el orden del VAR subyacente, en este caso sería 4 rezagos, sin embargo, paquetes como EVIEWS especifican directamente los rezagos del VEC, en este caso 3.

²¹ Esta opción estaría de acuerdo a lo mencionado por (Harris, 1995) respecto a que las opciones «tendencia lineal restringida» y «sin constante ni tendencia» no suelen ser muy comunes en el caso de variables económicas.

Debido a que se busca las relaciones de largo plazo del tipo de cambio real con respecto a sus fundamentales, los coeficientes de interés son los obtenidos en las ecuaciones de cointegración. Teóricamente, la identificación busca estimar las siguientes relaciones de largo plazo en el espacio de cointegración

$$ITCR = b_0 + b_1GG + b_2TI + b_3PR + b_4REM + b_5AC + b_6AEN \quad (17)$$

cuyo primer vector de cointegración vendría dado por $(1, b_0, 0, -b_2, -b_3, -b_4, -b_5, -b_6)$

La segunda relación de cointegración se define como

$$GG = b_0 + b_2TI + b_3PR + b_4REM + b_5AC + b_6AEN$$

cuyo vector de cointegración se definiría: $(0, 1, b_0, 0, -b_3, 0, 0, 0)$

A continuación, se muestran los coeficientes de las relaciones de cointegración de la ecuación desarrollada bajo las especificaciones descritas.

Tabla 1.
Coeficientes de la ecuación de cointegración del VEC estimado

Variable	Relación de cointegración 1	Relación de cointegración 2
Índice de tipo de cambio real	1.00	0.00
Consumo de gobierno	0.00	1.00
Términos de intercambio	0.18*** (0.06)	0.00
Productividad relativa	-3.12*** (0.49)	0.53*** (0.07)
Remesas	-0.95* (0.49)	0.00
Apertura comercial	0.39*** (0.11)	0.00
AEN	0.28*** (0.04)	0.00
Constante	3.75***	0.08***
Relaciones cointegración		2
Rezagos		4

Significancia:

*** al 1 por ciento; * al 10 por ciento

Elaboración: autora

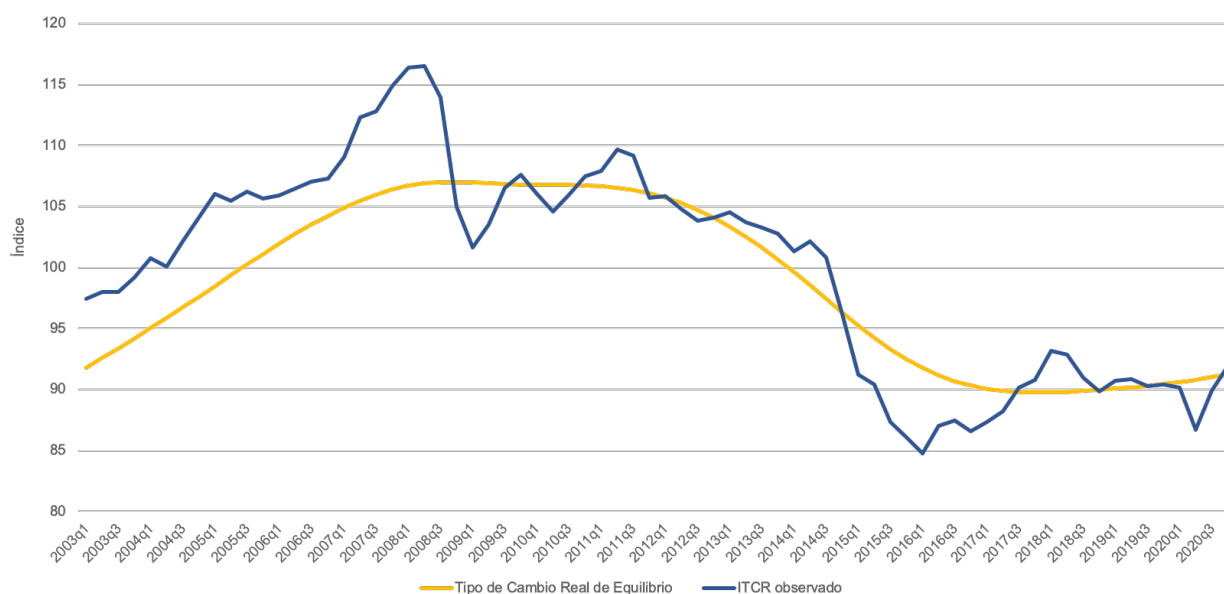
Con el fin de validar los resultados del modelo, se realizan las siguientes pruebas estadísticas, cuyo detalle se incluye en el anexo 5. Se corrobora que los residuos del modelo no presenten autocorrelación, a través de la prueba de multiplicador de Lagrange. Adicionalmente, se comprueba la condición de estabilidad de valor propio, con lo cual se corrobora que se ha especificado correctamente el número de relaciones de cointegración. Con el fin de comprobar si las perturbaciones siguen una distribución normal multivariada, se analiza la asimetría, la curtosis y ambas condiciones en conjunto con el *test* de Jarque-Bera multivariado.

Las variables que llevarían a una depreciación del ITCR serían una mayor apertura comercial, un incremento en los términos de intercambio y mayores activos externos netos. Estas dos últimas variables presentan el signo contrario según los canales de transmisión económicos descritos en el marco teórico. Por su parte, las variables que impulsarían una apreciación del ITCR sería el gasto del gobierno, la productividad y las remesas; estas relaciones serían consistentes a la teoría económica. Todas las relaciones son estadísticamente significativas.

Se procede a calcular el TCRE considerando los coeficientes de largo plazo del modelo VEC y la tendencia de los determinantes o fundamentos. Para la tendencia se utilizó filtros de Hodrick-Prescott a dos bandas. Una vez que se ha estimado el TCRE, se calcula el desalineamiento con el ITCR mediante la ecuación 16. En el gráfico 2, se presenta el ITCR y el TCRE. Adicionalmente, en el anexo 5, se incluye el gráfico de la tasa de variación anual (TVA) del TCRE y la descomposición de la TVA del TCRE de acuerdo con el aporte de los fundamentales.

Se observa que, desde inicios del 2003 hasta mediados del 2008, el ITCR se depreció debido principalmente a un fortalecimiento de la moneda colombiana (ver gráfico 1 y gráfico 5). Durante este periodo, el ITCR se mantuvo subvaluado, como se observa en el gráfico 2 (en promedio en un 5.74 %). En la crisis financiera internacional del 2008, el país experimentó una fuerte apreciación del ITCR. Consecuente a esta crisis, los fundamentales del ITCR cambian su tendencia, lo que ocasiona que el TCRE detenga la tendencia creciente presentada hasta ese año. La desalineación promedio entre finales del 2009 y mediados del 2014 fue de 0.71 %. En el año 2014, la economía presenta un fuerte *shock* por la disminución del precio de las materias primas. El índice de apertura, uno de los fundamentales del TCRE de la economía ecuatoriana, disminuye drásticamente, lo que afecta la trayectoria del TCRE (ver gráfico 7). Sin embargo, el ITCR mostró una apreciación mucho más pronunciada, en parte por la depreciación de la moneda colombiana (ver gráfico 5). Entre el 2014q4 y 2017q1, el ITCR se encontró sobrevalorado, con una desalineación promedio -4.47 %. A partir de este periodo, la desalineación negativa más alta se produjo en el segundo semestre del 2020 (-4.53 %) debido a los graves efectos de la pandemia en la economía ecuatoriana.

Gráfico 2.
Comparación tipo de cambio real observado y de equilibrio



Nota: el modelo del TCRE utiliza datos de cuentas nacionales y balanza de pagos. A la fecha estas publicaciones se han realizado hasta el primer trimestre de 2021.

Elaboración: autora

5. CONCLUSIONES

En el presente documento, se analiza el ITCR desde dos aristas, la primera descomponiendo el índice de acuerdo a los factores que intervienen en el cálculo, y la segunda analizando el desalineamiento con respecto a su valor de equilibrio. Adicionalmente, el estudio comprende el periodo entre el primer trimestre del 2003 y el primer trimestre del 2021, por lo que, a diferencia de otros estudios en el país, toma en cuenta dos importantes *shocks* que impactaron la economía ecuatoriana: la disminución del precio de las materias primas iniciada a mediados del 2014 y los graves efectos en la oferta y demanda mundial y nacional de la pandemia COVID-19. Con respecto a la estimación del TCRE, en el modelo se incluye los AEN del panorama monetario y se utiliza un VEC con variables restringidas, lo cual tampoco se ha considerado en investigaciones circunscritas al ámbito ecuatoriano. Finalmente, analiza a cuál de los fundamentales se atribuye cambios en la trayectoria del TCRE.

Si bien el análisis del ITCR resulta fundamental para los países, su monitoreo cobra realce para la economía ecuatoriana al ser una economía dolarizada. Esto debido a que la evolución de esta variable afecta a la competitividad en precios de los bienes comerciados por el país, sin que se cuente con elementos de política monetaria y

cambiaría tradicional. De acuerdo con su fórmula de cálculo, la variación del ITCR se puede descomponer en dos factores: el factor cotización nominal y el factor precios. Se observa que, en el periodo de análisis, la evolución del ITCR ha estado marcada en varias ocasiones por los movimientos de la cotización nominal del peso.

Por su parte, para medir la desalineación del ITCR con su senda de equilibrio, se estima el TCRE utilizando el enfoque del tipo de cambio de equilibrio de comportamiento (BEER). De acuerdo con esta perspectiva, existen factores reales que determinan la lenta reversión del ITCR a su equilibrio. A través de la técnica econométrica de modelos de vectores de corrección del error, se analizan los principales determinantes del ITCR y sus relaciones de largo plazo. Las variables incluidas como determinantes del ITCR fueron: términos de intercambio, gasto de gobierno, productividad, remesas, índice de apertura comercial y activos externos netos. Se encontró que la relación de largo plazo con dichas variables resultó estadísticamente significativa. El signo obtenido es consistente con lo que dictamina la teoría económica, salvo para los AEN y los términos de intercambio.

Se concluye que, desde el 2003 hasta antes de la crisis financiera del 2009, el ITCR tuvo un marcado periodo de depreciación explicado principalmente por el Factor Cotización Nominal, en particular por el fortalecimiento del peso colombiano. En este periodo, el ITCR se encontró subvaluado. Por su parte, periodo de mayor sobrevaloración el ITCR ocurrió durante el *shock* experimentado por el país por la disminución del precio internacional de las materias primas. Si bien una afectación en el índice de apertura incide en una evolución negativa del TCRE, la apreciación del ITCR es más fuerte, por lo que la sobrevaloración promedio entre el 2104q4 y 2017q1 fue de -4.47 %.

Cabe destacar que un tipo de cambio real subvaluado indicaría que el ITCR se está depreciando a una tasa mayor de la senda que permitiría a la economía lograr un crecimiento sostenido de largo plazo y pleno empleo. Esto significaría que se podría incidir sobre uno de los fundamentales para disminuir la desviación y retornar a la senda de equilibrio.

BIBLIOGRAFÍA

- Araque, W., Rivera, J. and Argüello, A. (2017) 'Tipo de Cambio Real de Equilibrio para Ecuador Período 2000-2015', *Cuestiones Económicas*, 27.
- Armijos, M. (2005) *Tipo de Cambio Real y Desalineamiento: Teoría y Evidencia para Ecuador*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Banco Central del Ecuador (2017) 'Metodología Información Estadística Mensual'. Quito-Ecuador. Available at: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/IEMensual/metodologia/MetodologiaIEM4taed.pdf>.
- Bello, O., Heresi, R. and Pineda, R. (2010) *El tipo de cambio real de equilibrio: un estudio para 17 países de América Latina*. 82. Santiago -Chile.

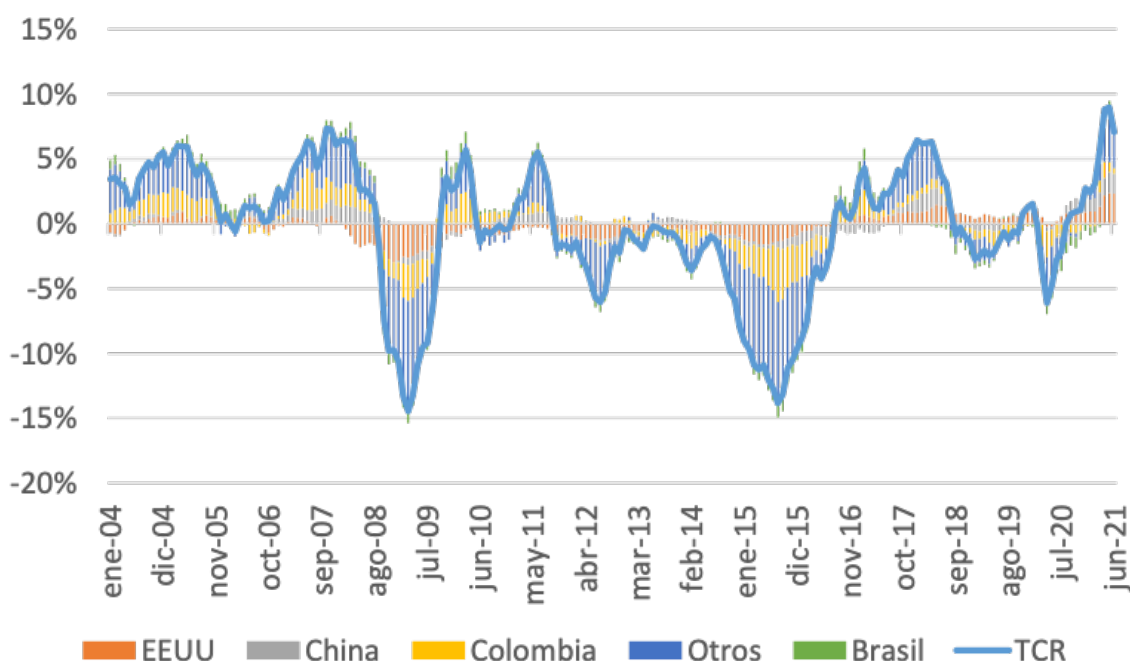
- Calderón, C. (2004) 'Un análisis del comportamiento del Tipo de Cambio Real en Chile', *Banco Central de Chile, Documentos de Trabajo*, 266.
- Clark, P. B. and Macdonald, R. (1998) *Exchange Rates and Economics Fundamentals: A Methodological Comparison of BEERs and FEERs*. 67.
- Cruz-Rodríguez, A. (2016) 'Tipo de Cambio Real en la República Dominicana: Enfoques Alternativos de Equilibrio y Desalineamiento', *Ciencia y Sociedad*, 41(3), pp. 589–616.
- Delbianco, A. (2014) *Aplicaciones Empíricas de Quiebres Estructurales*. Universidad Nacional del Sur.
- Drine, I. and Rault, C. (2003) 'On the Long-Run Determinants of Real Exchange Rates for Developing Countries: Evidence from Africa, Latin America and Asia', *William Davidson Institute*, (571). doi: 10.2139/ssrn.411620.
- Echavarría, J. J., López-Enciso, E. A. and Misas, M. (2007) 'La Tasa de Cambio Real de Equilibrio en Colombia y su Desalineamiento: Estimación a través de un modelo SVEC', *Ensayos sobre Política Económica*, (472), pp. 282–319. doi: 10.32468/espe.5706.
- Edwards, S. (1989) 'Determinantes Reales y Monetarios del Comportamiento del Tipo de Cambio Real: Teoría y Pruebas de los Países en Desarrollo', *El Trimestre Económico*, 56(Programas de Ajuste y Crecimiento), pp. 75–110. Available at: <http://www.jstor.org/stable/23397506>.
- Fondo Monetario Internacional (2008) *Exchange rate assessments: CGER methodologies*, *IMF Occasional Papers*. doi: 10.5089/9787504950093.084.
- Fondo Monetario Internacional (2013) *The External Balance Assessment (EBA) Methodology*. 272.
- Fondo Monetario Internacional (2019) *The External Balance Assessment Methodology: 2018 Update*, *IMF Working Papers*. doi: 10.5089/9781498300933.001.
- García, Y. and Quijada, J. A. (2015) 'Estimación del Tipo de Cambio Real de Equilibrio de Honduras', *Resumen de Políticas*, IDB-PB-247.
- Gianelli, D. and Mednik, M. (2006) *Un Modelo de Corrección de Errores para el Tipo de Cambio Real en el Uruguay: 1983:I–2005:IV*. 2. Montevideo–Uruguay.
- Harris, R. (1995) *Using cointegration analysis in econometric modelling*. Edited by Hemel Hempstead. England: Prentice Hall.
- Martínez-Hernández, F. A. (2017) 'The Political Economy of Real Exchange Rate Behavior: Theory and Empirical Evidence for Developed and Developing Countries, 1960–2010', *Review of Political Economy*, 29(4), pp. 566–596. doi: 10.1080/09538259.2017.1382060.
- Montiel, P. J. (2007) *Equilibrium Real Exchange Rates, misalignment and competitiveness in the Southern Cone*. 62. Santiago -Chile.
- Nurkse, R. (1945) 'Chapter Three : CONDITIONS OF INTERNATIONAL MONETARY EQUILIBRIUM', in Katteel, R., Kregel, J. A., and Reinert, E. S. (eds) *Ragnar Nurkse: Trade and development*. Anthem Press.
- Segovia, S. (2003) 'Tipo de cambio real de equilibrio: un análisis del caso ecuatoriano', *Notas Técnicas BCE*, 71, pp. 139–158.
- Williamson, J. (1983) *The Exchange Rate System (Policy Analyses in International Economics)*. Edited by I. for I. Economics. Washington-Estados Unidos.

ANEXOS

ANEXO 1. Gráfico descomposición ITCR

En el siguiente gráfico, se expone la descomposición del ITCR por país, particularizando en los países que más influyen en nuestro ITCR: Estados Unidos, Colombia y China. El aporte de cada país engloba tanto el factor IPC como el factor cotización nominal, salvo para Estados Unidos, en cuyo caso, solo se estaría exponiendo la influencia del factor IPC, puesto que compartimos la misma moneda.

Gráfico 3.
Descomposición por países la evolución del tipo de cambio real
Tasa de variación anual
Periodo ene 2004-jun 2021



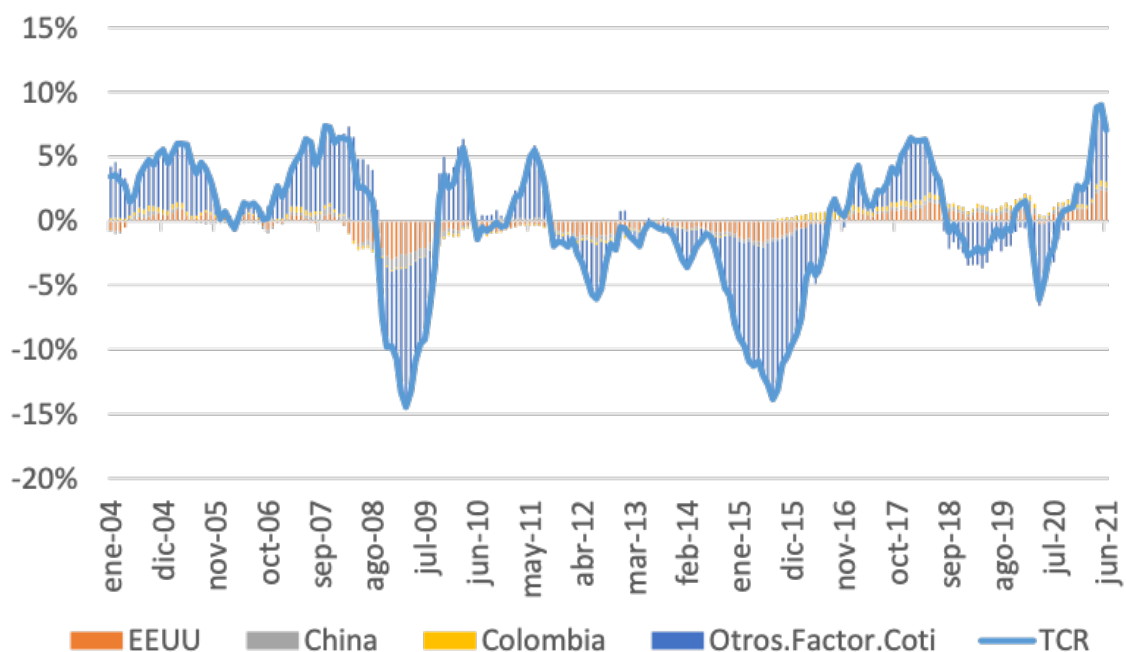
Fuente: BCE

Elaboración: autora

A continuación, se exponen dos gráficos en los que se desagrega la evolución del ITCR tanto por países, como por factores.

El gráfico 4 muestra la evolución del ITCR pormenorizando la contribución a la variación de Estados Unidos, Colombia y China, pero considerando solo el factor IPC. Las barras azules representarían el factor IPC del resto de países y el factor Cotización Nominal.

Gráfico 4.
 Descomposición por países, considerando solo el factor IPC de la evolución del tipo de cambio real
 Tasa de variación anual
 Periodo ene 2004-jun 2021

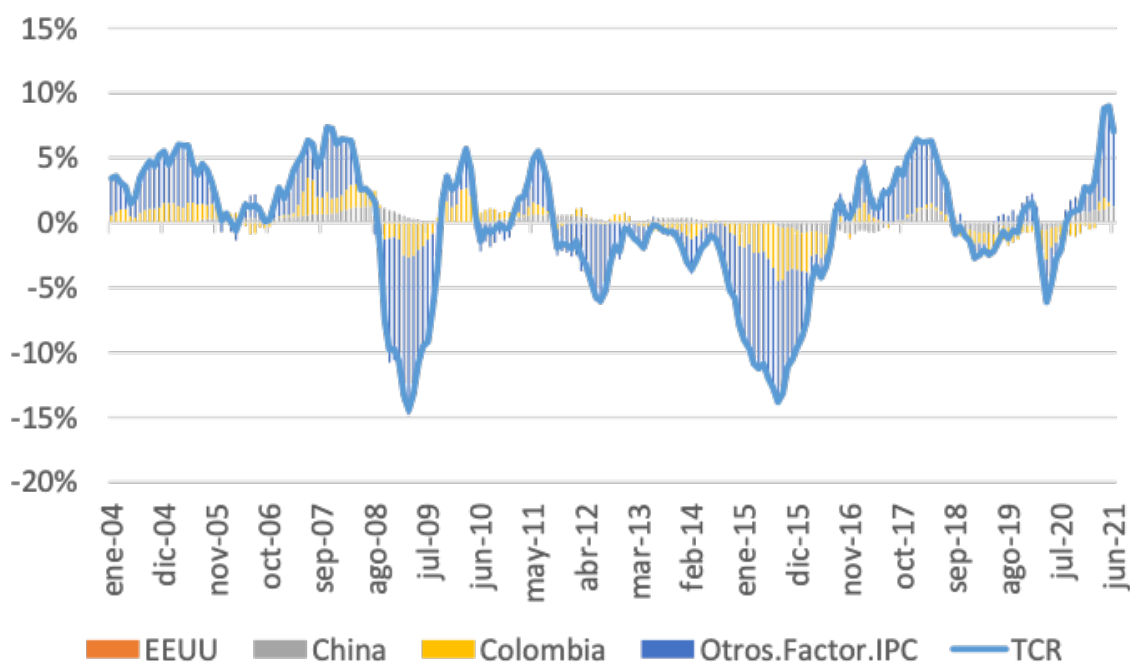


Fuente: BCE

Elaboración: autora

Por su parte, el gráfico 8 detalla la contribución a la variación de Estados Unidos, Colombia y China, pero solo del factor cotización nominal. Al tener una cotización fija con Estados Unidos, la contribución de este país, en este caso particular, será nula. Para estos gráficos, las barras azules representan tanto el factor cotización nominal del resto de países como el factor IPC.

Gráfico 5.
 Descomposición por países, considerando solo el factor cotización nominal de la evolución del tipo de cambio real
 Tasa de variación anual
 Periodo ene 2004-jun 2021



Fuente: BCE

Elaboración: autora

ANEXO 2.
 Estadístico de Geweke

Considerando dos variables X y Y, la relación se fragmenta en la retroalimentación lineal de X a Y, la retroalimentación lineal de Y a X y la retroalimentación lineal instantánea entre X y Y. Para este análisis, se ingresaron las variables diferenciadas una vez. Se aplicó el estadístico a grupos de dos series temporales, considerando cada combinación entre el ITCR y el resto de las variables.

Tabla 2.
Resultados estadístico Geweke: análisis por parejas de variables
Variable 1: ITCR. Variable 2: Términos de intercambio

	Variable 1		Variable 2	Chi2	df	P-value
Granger Causation	d_l_tcr	->	d_l_ti	11.055	2	0.0040
Granger Causation	d_l_ti	->	d_l_tcr	7.2543	2	0.0266
Instantaneous feedback	d_l_tcr	<->	d_l_ti	26.8299	1	0.0000
Total correlation	d_l_tcr	,	d_l_ti	45.1392	5	0.0000

Variable 1: ITCR. Variable 2: Gasto del gobierno

	Variable 1		Variable 2	Chi2	df	P-value
Granger Causation	d_l_tcr	->	d_gob_pib	2.4833	2	0.2889
Granger Causation	d_gob_pib	->	d_l_tcr	1.3121	2	0.5189
Instantaneous feedback	d_l_tcr	<->	d_gob_pib	1.7935	1	0.1805
Total correlation	d_l_tcr	,	d_gob_pib	5.5889	5	0.3483

Variable 1: ITCR. Variable 2: Productividad

	Variable 1		Variable 2	Chi2	df	P-value
Granger Causation	d_l_tcr	->	d_prod	1.0607	2	0.5884
Granger Causation	d_prod	->	d_l_tcr	7.771	2	0.0205
Instantaneous feedback	d_l_tcr	<->	d_prod	8.6109	1	0.0033
Total correlation	d_l_tcr	,	d_prod	17.4426	5	0.0037

Variable 1: ITCR. Variable 2: Remesas

	Variable 1		Variable 2	Chi2	df	P-value
Granger Causation	d_l_tcr	->	d_rem_pib	5.8485	2	0.0537
Granger Causation	d_rem_pib	->	d_l_tcr	2.626	2	0.2690
Instantaneous feedback	d_l_tcr	<->	d_rem_pib	1.7713	1	0.1832
Total correlation	d_l_tcr	,	d_rem_pib	10.2458	5	0.0686

Variable 1: ITCR. Variable 2: Apertura comercial

	Variable 1		Variable 2	Chi2	df	P-value
Granger Causation	d_l_tcr	->	d_apertura	32.8828	2	0.0000
Granger Causation	d_apertura	->	d_l_tcr	1.9499	2	0.3772
Instantaneous feedback	d_l_tcr	<->	d_apertura	8.4447	1	0.0037
Total correlation	d_l_tcr	,	d_apertura	43.2774	5	0.0000

Variable 1: ITCR. Variable 2: Activos externos netos del panorama monetario

	Variable 1		Variable 2	Chi2	df	P-value
Granger Causation	d_l_tcr	->	d_aenpm_~b	9.4621	2	0.0088
Granger Causation	d_aenpm_~b	->	d_l_tcr	9.959	2	0.0069
Instantaneous feedback	d_l_tcr	<->	d_aenpm_~b	7.0585	1	0.0079
Total correlation	d_l_tcr	,	d_aenpm_~b	26.4796	5	0.0001

Tabla 3.
Resultados estadístico Geweke: análisis conjunto de variables

Granger Causation	Chi2	df	P-value
d_l_tcr -> d_l_ti	5.1006	2	0.0781
d_l_tcr -> d_gob_pib	0.3304	2	0.8477
d_l_tcr -> d_prod	1.2351	2	0.5393
d_l_tcr -> d_rem_pib	10.5637	2	0.0051
d_l_tcr -> d_apertura	18.1945	2	0.0001
d_l_tcr -> d_aenpf_~b	0.3301	2	0.8479
d_l_ti -> d_l_tcr	2.2323	2	0.3275
d_l_ti -> d_gob_pib	2.1309	2	0.3446
d_l_ti -> d_prod	1.9506	2	0.3771
d_l_ti -> d_rem_pib	3.6636	2	0.1601
d_l_ti -> d_apertura	0.1176	2	0.9429
d_l_ti -> d_aenpf_~b	2.6303	2	0.2684
d_gob_pib -> d_l_tcr	0.3085	2	0.8571
d_gob_pib -> d_l_ti	0.5366	2	0.7647
d_gob_pib -> d_prod	2.1423	2	0.3426
d_gob_pib -> d_rem_pib	11.7703	2	0.0028
d_gob_pib -> d_apertura	16.1225	2	0.0003
d_gob_pib -> d_aenpf_~b	2.1152	2	0.3473
d_prod -> d_l_tcr	2.3549	2	0.3081
d_prod -> d_l_ti	2.4692	2	0.2909
d_prod -> d_gob_pib	4.5604	2	0.1023
d_prod -> d_rem_pib	2.7019	2	0.259
d_prod -> d_apertura	0.2204	2	0.8956
d_prod -> d_aenpf_~b	5.8056	2	0.0549
d_rem_pib -> d_l_tcr	2.5316	2	0.282
d_rem_pib -> d_l_ti	0.2482	2	0.8833
d_rem_pib -> d_gob_pib	0.106	2	0.9484
d_rem_pib -> d_prod	2.0048	2	0.367
d_rem_pib -> d_apertura	4.6832	2	0.0962

Granger Causation	Chi2	df	P-value
d_rem_pib -> d_aenpf_~b	1.4481	2	0.4848
d_apertura -> d_l_tcr	3.2236	2	0.1995
d_apertura -> d_l_ti	1.363	2	0.5059
d_apertura -> d_gob_pib	3.2509	2	0.1968
d_apertura -> d_prod	10.9753	2	0.0041
d_apertura -> d_rem_pib	10.3029	2	0.0058
d_apertura -> d_aenpf_~b	2.5793	2	0.2754
d_aenpf_~b -> d_l_tcr	5.187	2	0.0748
d_aenpf_~b -> d_l_ti	3.9232	2	0.1406
d_aenpf_~b -> d_gob_pib	2.2884	2	0.3185
d_aenpf_~b -> d_prod	1.1389	2	0.5658
d_aenpf_~b -> d_rem_pib	1.7975	2	0.4071
d_aenpf_~b -> d_apertura	0.6567	2	0.7201
Instantaneous feedback	Chi2	df	P-value
d_l_tcr -> d_l_ti	22.7781	1	0.0000
d_l_tcr -> d_gob_pib	0.1153	1	0.7342
d_l_tcr -> d_prod	4.7744	1	0.0289
d_l_tcr -> d_rem_pib	1.9042	1	0.1676
d_l_tcr -> d_apertura	12.8517	1	0.0003
d_l_tcr -> d_aenpf_~b	8.1847	1	0.0042
d_l_ti -> d_gob_pib	9.5344	1	0.0020
d_l_ti -> d_prod	27.7319	1	0.0000
d_l_ti -> d_rem_pib	0.8695	1	0.3511
d_l_ti -> d_apertura	3.0765	1	0.0794
d_l_ti -> d_aenpf_~b	4.7396	1	0.0295
d_gob_pib -> d_prod	0.7288	1	0.3933
d_gob_pib -> d_rem_pib	0.0603	1	0.8061
d_gob_pib -> d_apertura	0.8789	1	0.3485
d_gob_pib -> d_aenpf_~b	0.6779	1	0.4103
d_prod -> d_rem_pib	10.7218	1	0.0011
d_prod -> d_apertura	0.1985	1	0.6559
d_prod -> d_aenpf_~b	0.3413	1	0.5591
d_rem_pib -> d_apertura	0.0087	1	0.9257
d_rem_pib -> d_aenpf_~b	0.0872	1	0.7677
d_apertura -> d_aenpf_~b	0.0012	1	0.9723
Total correlation	Chi2	df	P-value
d_l_tcr , d_l_ti	30.111	5	0.0000
d_l_tcr , d_gob_pib	0.7542	5	0.9799
d_l_tcr , d_prod	8.3644	5	0.1373
d_l_tcr , d_rem_pib	14.9995	5	0.0104
d_l_tcr , d_apertura	34.2697	5	0.0000

Total correlation	Chi2	df	P-value
d_l_tcr , d_aenpf_~b	13.7018	5	0.0176
d_l_ti , d_gob_pib	12.2019	5	0.0321
d_l_ti , d_prod	32.1518	5	0.0000
d_l_ti , d_rem_pib	4.7813	5	0.4432
d_l_ti , d_apertura	4.557	5	0.4723
d_l_ti , d_aenpf_~b	11.2931	5	0.0459
d_gob_pib , d_prod	7.4315	5	0.1905
d_gob_pib , d_rem_pib	11.9365	5	0.0357
d_gob_pib , d_apertura	20.2523	5	0.0011
d_gob_pib , d_aenpf_~b	5.0816	5	0.4060
d_prod , d_rem_pib	15.4285	5	0.0087
d_prod , d_apertura	11.3942	5	0.0441
d_prod , d_aenpf_~b	7.2859	5	0.2002
d_rem_pib , d_apertura	14.9948	5	0.0104
d_rem_pib , d_aenpf_~b	3.3328	5	0.6488
d_apertura , d_aenpf_~b	3.2371	5	0.6635

Fuente y Elaborado por: Autora

ANEXO 3.

Pruebas preestimación modelo VEC

- Pruebas de estacionariedad

Tabla 4.

Valor p del test Dickey-Fuller aumentado

Variable	Transformación	
	Nivel	Primera diferencia
Tipo de cambio real	0.554618	0.000007
Términos intercambio	0.166049	0.000000
Consumo gobierno	0.560803	0.000004
Productividad relativa	0.312010	0.000032
Remesas	0.525876	0.030181
Apertura	0.244689	0.000041
AEN	0.087135	0.000006

Fuente y Elaborado: Autora

Tabla 5.
Valor p del test Phillips Perron

Variable	Transformación	
	Nivel	Primera diferencia
Tipo de cambio real	0.691472	0.000011
Términos intercambio	0.191674	0.000000
Consumo gobierno	0.579875	0.000004
Productividad relativa	0.294678	0.000032
Remesas	0.583116	0.000000
Apertura	0.409488	0.000033
AEN	0.112828	0.000071

Fuente y Elaborado: Autora

- **Criterios de información para seleccionar el número de rezagos**

Tabla 6.
Criterios de información para seleccionar el número de rezagos

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	817.12	NA	1.13E-19	-23.76474	-23.07372	-23.4913
1	1,568.91	1,279.161	8.86E-29	-44.74348	-42.44007*	-43.83201
2	1,638.66	104.1038	5.08E-29	-45.36287	-41.44707	-43.81338
3	1,686.02	60.78927	6.23E-29	-45.31389	-39.7857	-43.12637
4	1,755.54	74.70975*	4.55E-29	-45.92647	-38.7859	-43.10093
5	1,820.36	56.11538	4.84E-29	-46.3988	-37.64584	-42.93523
6	1,921.31	66.29262	2.58e-29*	-47.94941*	-37.58407	-43.84782*

Nota: el asterisco indica el número de rezago escogido según cada criterio de información

FPE: Error final de predicción; **AIC:** Criterio de información Akaike; **SC:** Criterio de información bayesiano de Schwarz; **HQ:** Criterio de información Hannan-Quinn

Fuente y Elaborado: Autora

- **Resultados prueba estadística de Johansen**

Tabla 7.
Orden de cointegración sugerido por el Test de Johansen (Nivel 0.05)

Tendencia de los datos	Ninguna	Ninguna	Lineal	Lineal	Cuadrática
Tipo de prueba	No intercepto	Intercepto	Intercepto	Intercepto	Intercepto
	No tendencia	No tendencia	No tendencia	Tendencia	Tendencia
Trace	2	3	5	3	3
Max-Eig	2	2	2	3	1

Fuente y Elaborado: Autora

ANEXO 4.

Análisis quiebres estructurales

Con el fin de detectar quiebres estructurales en las series, se aplicaron las siguientes pruebas estadísticas:

- **Zivot and Andrews**

Delbianco (2014) menciona que esta prueba estadística «analiza secuencialmente la posible presencia de cambios estructurales en la serie en cada observación, generando *dummies* en cada periodo. La *dummy* con mayor nivel de significatividad es tomada como indicadora del periodo en el cual la serie bajo estudio sufre un cambio de régimen». Sigue la misma lógica del *test* aumentado Dickey-Fuller, en donde la hipótesis nula se define como si la serie de tiempo tiene una raíz unitaria con quiebre estructural en el intercepto/ tendencia/ intercepto y tendencia.

En el caso de las series testeadas, esta prueba estadística no es muy determinante, aunque se muestra indicios de que las variables podrían mostrar quiebres estructurales en los periodos alrededor del 2008 y 2014.

Tabla 8.
Resultados Zivot and Andrews: intercepto

Variable	Periodo	Estadístico t	Valor crítico 1 %	Valor crítico 5 %	Valor crítico 10 %	Rechazo Ho
ITCR	2014q3	-4.3538	-5.3400	-4.8000	-4.5800	No se puede rechazar Ho
TI	2014q4	-4.7545	-5.3400	-4.8000	-4.5800	Se rechaza Ho al 90 %
GG	2008q4	-4.4867	-5.3400	-4.8000	-4.5800	No se puede rechazar Ho
Prod	2014q4	-1.8070	-5.3400	-4.8000	-4.5800	No se puede rechazar Ho
Rem	2008q1	-3.5619	-5.3400	-4.8000	-4.5800	No se puede rechazar Ho
apertura	2015q1	-4.2949	-5.3400	-4.8000	-4.5800	No se puede rechazar Ho
AEN	2006q1	-3.3976	-5.3400	-4.8000	-4.5800	No se puede rechazar Ho

Fuente y Elaborado: Autora

Tabla 9.
Resultados Zivot and Andrews: tendencia

Variable	Periodo	Estadístico t	Valor crítico 1 %	Valor crítico 5 %	Valor crítico 10 %	Rechazo Ho
ITCR	2007q3	-3.3941	-4.9300	-4.4200	-4.1100	No se puede rechazar Ho
TI	2012q1	-3.4130	-4.9300	-4.4200	-4.1100	No se puede rechazar Ho
GG	2015q1	-2.8465	-4.9300	-4.4200	-4.1100	No se puede rechazar Ho
Prod	2013q3	-4.3321	-4.9300	-4.4200	-4.1100	Se rechaza Ho al 90 %
Rem	2014q2	-2.8667	-4.9300	-4.4200	-4.1100	No se puede rechazar Ho
apertura	2008q1	-3.2276	-4.9300	-4.4200	-4.1100	No se puede rechazar Ho
AEN	2008q3	-4.8592	-4.9300	-4.4200	-4.1100	Se rechaza Ho al 95 %

Fuente y Elaborado: Autora

Tabla 10.
Resultados Zivot and Andrews: intercepto y tendencia

Variable	Periodo	Estadístico t	Valor crítico 1 %	Valor crítico 5 %	Valor crítico 10 %	Rechazo Ho
ITCR	2014q4	-3.9606	-5.5700	-5.0800	-4.8200	No se puede rechazar Ho
TI	2014q4	-4.5149	-5.5700	-5.0800	-4.8200	No se puede rechazar Ho
GG	2008q1	-4.7995	-5.5700	-5.0800	-4.8200	No se puede rechazar Ho
Prod	2013q1	-3.9305	-5.5700	-5.0800	-4.8200	No se puede rechazar Ho
Rem	2008q1	-3.8629	-5.5700	-5.0800	-4.8200	No se puede rechazar Ho
apertura	2015q1	-4.0323	-5.5700	-5.0800	-4.8200	No se puede rechazar Ho
AEN	2007q4	-4.8485	-5.5700	-5.0800	-4.8200	Se rechaza Ho al 90 %

Fuente y Elaborado: Autora

- **QII**

Hace referencia a la prueba de Elliott-Müller para testear una variación de los coeficientes de la regresión persistente en el tiempo. La hipótesis nula dictamina que todos los coeficientes de la regresión se mantienen fijos durante toda la muestra. A continuación, se muestran los resultados al aplicar la prueba a las variables: ITCR, términos de intercambio, gasto del sector público, productividad, remesas sobre PIB, índice de apertura y AEN del panorama monetario sobre PIB. Según estos resultados, los coeficientes son estables en el tiempo.

Tabla 11.
Resultados QII

Test stat.	1 % Crit.Val.	5 % Crit.Val.	10 % Crit.Val.
-27.056	-40.24	-35.74	33.45

Fuente y Elaborado: Autora

- **Prueba de Gregory-Hansen**

En este caso, la hipótesis nula es que no existe cointegración versus la hipótesis alternativa de cointegración con un cambio único en un momento desconocido. La ventaja de esta prueba estadística es que permite testear quiebres estructurales de un

conjunto de series estadísticas. Posee como limitante que solo se puede testear con cinco variables a la vez, una al lado izquierdo de la ecuación y cuatro al lado derecho. Bajo este contexto, la prueba se realizó considerando las siguientes variables: ITCR, términos de intercambio, gasto de gobierno, índice de apertura y activos externos netos del panorama monetario. Según esta prueba la ecuación estimada presentaría un quiebre en el primer trimestre del 2008, con un nivel de significancia del 99 %, considerando los criterios ADF y Zt.

Tabla 12.
Resultados Ghansen

	Prueba estadística	Quiebre	Fecha	Valores críticos		
				1 %	5 %	10 %
ADF	-8.56	21	2008q1	-6.92	-6.41	-6.17
Zt	-8.63	21	2008q1	-6.92	-6.41	-6.17
Za	-71.59	21	2008q1	-90.35	-78.52	-75.56

Fuente y Elaborado: Autora

- **Prueba estadística de Clemente, Montañes y Reyes**

La prueba de Clemente, Montañes y Reyes se desarrolla bajo dos especificaciones: additive outliers (clemao) e innovational outliers (clemio). Esta prueba posee la ventaja de que se puede testear la presencia de uno o dos quiebres estructurales. La prueba considera la hipótesis nula ($\rho=1$) es diferente de cero. Como se puede observar en las siguientes tablas, las variables presentan quiebres significativos alrededor del 2008 y 2014.

Tabla 13.
Resultados Clemao 2 quieberes

Variable	Periodo	P-value	Periodo	P-value
D.l_tcr	2008q2	0.002	2015q1	0.125
D.l_ti	2008q2	0.388	2014q2	0.586
D.gob_pib	2007q2	0.148	2009q3	0.047
D.prod	2007q4	0.196	2014q1	0.000
D.rem_pib	2007q2	0.003	2008q3	0.022
D.apertura	2008q3	0.064	2014q3	0.905
D.aenpf_pib	2008q1	0.407	2008q4	0.967

Fuente y Elaborado: Autora

Tabla 14.
Resultados Clemao 1 quiebre

Variable	Periodo	P-value
D.l_tcr	2008q2	0.006
D.l_ti	2008q2	0.203
D.gob_pib	2008q3	0.860
D.prod	2014q1	0.000
D.rem_pib	2007q4	0.057
D.apertura	2008q3	0.030
D.aenpf_pib	2008q4	0.103

Fuente y Elaborado: Autora

Tabla 15.
Resultados Clemio 2 quiebres

Variable	Periodo	P-value	Periodo	P-value
D.l_tcr	2008q3	0.022	2015q2	0.163
D.l_ti	2008q3	0.587	2014q3	0.331
D.gob_pib	2007q3	0.000	2009q3	0.000
D.prod	2008q1	0.808	2014q1	0.000
D.rem_pib	2007q3	0.000	2008q4	0.000
D.apertura	2007q4	0.001	2008q4	0.007
D.aenpf_pib	2008q2	0.001	2009q1	0.094

Fuente y Elaborado: Autora

Tabla 16.
Resultados Clemio 1 quiebre

Variable	Periodo	P-value
D.l_tcr	2008q3	0.170
D.l_ti	2008q3	0.223
D.gob_pib	2008q4	0.511
D.prod	2014q1	0.000
D.rem_pib	2007q4	0.727
D.apertura	2008q4	0.345
D.aenpf_pib	2008q1	0.001

Fuente y Elaborado: Autora

ANEXO 5.

Pruebas posestimación modelos VEC

- Test de autocorrelación residual: la prueba del multiplicador de Lagrange, desarrollada por Breusch-Godfrey, es útil para conocer si existe correlación serial de orden alto. En este sentido, en la prueba se especifica el orden más alto de correlación serial que interesa testear. Se plantean las siguientes hipótesis:

H_0 : No existe correlación serial en los residuos a un determinado orden

H_1 : Existe correlación serial en los residuos a un determinado orden

Puesto que se está trabajando con datos trimestrales, el orden a ser testado fue un múltiplo de 4. Los resultados indican que a un 99 % de confianza no existe evidencia para rechazar la hipótesis nula, por lo que no existe evidencia de correlación serial.

Tabla 17.

Prueba LM de correlación serial de los residuos del VEC

Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	Df	Prob.
1	62.4064	49	0.0945	1.3235	(49,156.7)	0.1009
2	46.5283	49	0.5739	0.9421	(49,156.7)	0.5851
3	50.0137	49	0.4329	1.0230	(49,156.7)	0.4449
4	39.7056	49	0.8257	0.7883	(49,156.7)	0.8321
5	59.3556	49	0.1476	1.2476	(49,156.7)	0.1559
6	44.5143	49	0.6553	0.8961	(49,156.7)	0.6655
7	52.8842	49	0.3266	1.0908	(49,156.7)	0.3381
8	42.5326	49	0.7312	0.8513	(49,156.7)	0.7399

Probabilidades chi-cuadrado con 49 grados de libertad

Fuente y Elaborado: Autora

- Condición de estabilidad: esta prueba sirve para verificar si se ha especificado correctamente el número de ecuaciones de cointegración. Establece que la matriz asociada a un modelo VEC con K variables endógenas y r ecuaciones de cointegración posee $K - r$ valores propios iguales a uno. Se considera que el proceso es estable si los restantes valores propios son estrictamente menores a uno. La ecuación propuesta contiene 7 variables endógenas y 2 relación de cointegración. Como se observa a continuación, las raíces del polinomio característico son iguales a 1 en 5 ocasiones, mientras que el resto de las raíces son estrictamente menores a uno, por lo que el modelo tendría el número adecuado de relaciones de cointegración.

Tabla 18.
Condición de estabilidad del VEC. Raíces del polinomio característico

Raíz	Módulo
1	1
1	1
1	1
1.000000 - 6.23e-16i	1
1.000000 + 6.23e-16i	1
0.696001 + 0.592727i	0.9142
0.696001 - 0.592727i	0.9142
0.886756 + 0.097546i	0.8921
0.886756 - 0.097546i	0.8921
0.111873 + 0.862020i	0.8693
0.111873 - 0.862020i	0.8693
-0.665712 - 0.535832i	0.8546
-0.665712 + 0.535832i	0.8546
-0.769838	0.7698
-0.086991 - 0.761390i	0.7663
-0.086991 + 0.761390i	0.7663
0.354948 + 0.650075i	0.7407
0.354948 - 0.650075i	0.7407
-0.358007 - 0.640862i	0.7341
-0.358007 + 0.640862i	0.7341
0.539140 + 0.433789i	0.6920
0.539140 - 0.433789i	0.6920
-0.606515 + 0.300770i	0.6770
-0.606515 - 0.300770i	0.6770
-0.658549	0.6585
0.043609 + 0.480061i	0.4820
0.043609 - 0.480061i	0.4820
0.345808	0.3458

Fuente y Elaborado: Autora

- Análisis de la normalidad de las perturbaciones: se analiza la normalidad de los errores a través de la prueba multidimensional de Jarque-Bera. Se divide en tres análisis, uno que especifica si los residuos presentan asimetría; el segundo determina si la curtosis obedece a una distribución normal, y la tercera examina si los residuos cumplen con las características de una distribución normal multivariada k dimensional. Cabe destacar que, para cada análisis, se especifica cada ecuación por separado y todas las ecuaciones en conjunto.

Asimetría: en este caso la prueba de hipótesis planteada sería:

H₀: Las perturbaciones presentan asimetría consistente con una distribución normal (estadísticamente igual a 0)

A continuación, se observa que no existe evidencia para indicar que los residuos presentan asimetría.

Tabla 19.

Prueba de normalidad de los residuos del modelo VEC: asimetría

Componente	Asimetría	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.6102	4.2818	1	0.0385
2	0.1910	0.4194	1	0.5172
3	-0.2124	0.5186	1	0.4714
4	-0.0301	0.0104	1	0.9187
5	-0.3827	1.6841	1	0.1944
6	-0.0119	0.0016	1	0.9678
7	0.0806	0.0747	1	0.7846
Juntos		6.9907	7	0.4299

Fuente y Elaborado: Autora

Curtosis: en este caso la prueba de hipótesis planteada sería:

H₀: Las perturbaciones presentan una curtosis consistente con una distribución normal (estadísticamente igual a tres)

H₁: Las perturbaciones no presentan una curtosis consistente con una distribución normal (estadísticamente igual a tres)

Como se puede observar en la siguiente tabla, la curtosis de los residuos es consistente con aquellos presentados bajo una distribución normal.

Tabla 20.
Prueba de normalidad de los residuos del modelo VEC: curtosis

Componente	Curtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	3.7688	1.6991	1	0.1924
2	3.0574	0.0095	1	0.9224
3	2.6181	0.4194	1	0.5172
4	2.8417	0.0721	1	0.7883
5	3.7272	1.5202	1	0.2176
6	3.7126	1.4601	1	0.2269
7	3.5610	0.9050	1	0.3415
Juntos		6.0854	7	0.5298

Fuente y Elaborado: Autora

Jarque Bera: en este caso, la prueba de hipótesis planteada, para todas las ecuaciones VEC en conjunto, sería:

H_0 : Las k perturbaciones siguen una distribución normal multivariada k dimensional

H_1 : Las k perturbaciones no siguen una distribución normal multivariada k dimensional

Como se puede observar en la siguiente tabla, la curtosis de los residuos es consistente con aquellos presentados bajo una distribución normal.

Tabla 21.
Prueba de Normalidad de los Residuos del Modelo VEC: Jarque Bera

Componente	Jarque-Bera	df	Prob.
1	5.9810	2.0000	0.0503
2	0.4289	2.0000	0.8070
3	0.9380	2.0000	0.6256
4	0.0825	2.0000	0.9596
5	3.2043	2.0000	0.2015
6	1.4617	2.0000	0.4815
7	0.9797	2.0000	0.6127
Juntos	13.0761	14.0000	0.5205

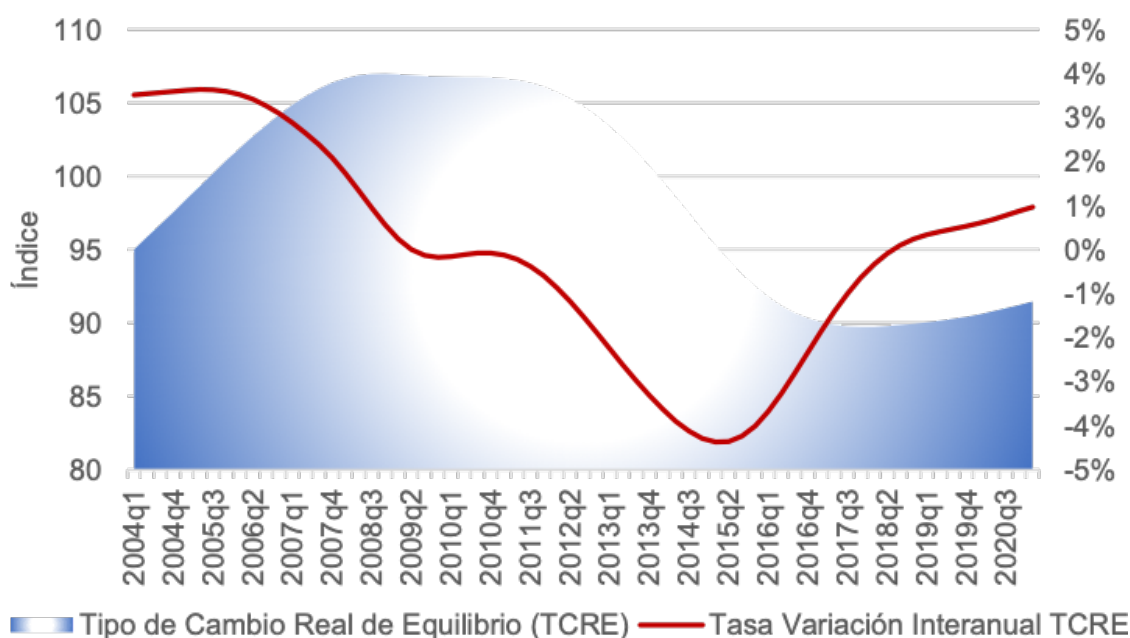
Fuente y Elaborado: Autora

ANEXO 6.

Gráficos evolución TCRE y descomposición de la tasa de variación anual del TCRE

En el gráfico 2, se observa el TCRE y su tasa de variación anual (TVA) en el periodo 2003-2021, mientras que, en el gráfico 3 se descompone la TVA en los fundamentales utilizados para su cálculo. Se observa que de los determinantes del ITCR, el que más ha contribuido a la variación del TCRE ha sido el índice de apertura. Puesto que esta variable presenta signo positivo, la relación con el TCRE es directa.

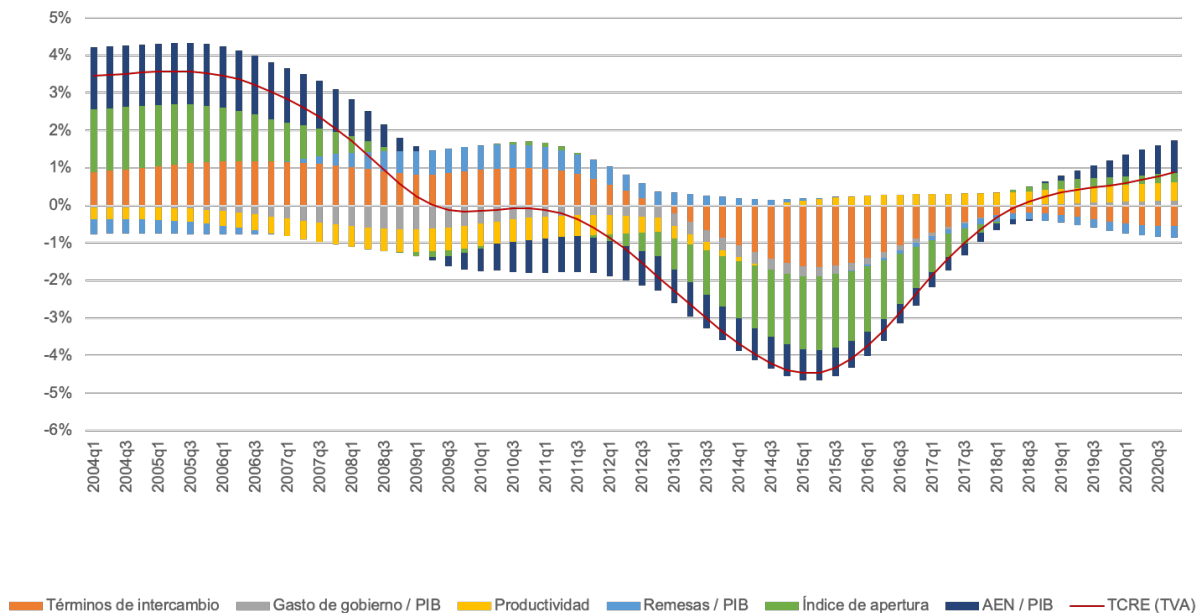
Gráfico 6.
Evolución del tipo de cambio real de equilibrio



Nota: el modelo del TCRE utiliza datos de cuentas nacionales y balanza de pagos. A la fecha, estas publicaciones se han realizado hasta el primer trimestre de 2021.

Fuente y elaboración: autora

Gráfico 7.
Contribución de los fundamentales a la variación del TCRE



Nota: el modelo del TCRE utiliza datos de cuentas nacionales y balanza de pagos. A la fecha, estas publicaciones se han realizado hasta el primer trimestre de 2021.

Fuente y elaborado: autora