



## Recuadro II: Estimación del Tipo de Cambio Real Multilateral de Equilibrio

### Introducción

La economía global ha experimentado una serie de shocks en los últimos años, incluyendo la pandemia de COVID-19, la crisis de contenedores y el aumento de los precios de *commodities* alimenticios y energéticos. A nivel local, estos eventos se han visto exacerbados por choques climáticos materializados, principalmente, en sequías acaecidas en el mismo periodo.

Estos eventos han tenido un impacto en la economía doméstica, afectando tanto variables reales (como el producto y sus componentes) y nominales (como la inflación y el tipo de cambio nominal PYG/USD). Entre las variables reales, se destaca el tipo de cambio real multilateral, un indicador clave de la competitividad en el comercio internacional y un insumo relevante para el análisis y toma de decisiones de política monetaria.

En razón a su importancia, y considerando los diversos shocks que han afectado a las variables económicas en los últimos años, este recuadro tiene como objetivo presentar los métodos que se utilizan actualmente para obtener mediciones del tipo de cambio real multilateral de equilibrio (TCRME) y calcular el desalineamiento (o brecha) del tipo de cambio real multilateral observado (TCRM) en relación con el TCRME.

### El tipo de cambio real multilateral

El tipo de cambio real es una de las medidas de precios más importantes de una economía pequeña y abierta, ya que determina en gran medida los incentivos para la asignación de los recursos y el gasto entre los sectores transables y no transables de la economía. Asimismo, usualmente se lo utiliza como un indicador de la competitividad internacional de una nación, en comparación con la de sus socios comerciales.

El tipo de cambio real multilateral se calcula como un promedio ponderado de los tipos de cambio reales bilaterales entre un país y sus socios comerciales, donde las ponderaciones están determinadas por la importancia relativa de cada socio comercial en el comercio total con el país. El tipo de cambio real bilateral es calculado como el producto entre el tipo de cambio de cada socio comercial con respecto a la moneda local y la ratio entre el nivel de precio de cada socio comercial con respecto al país.

Una depreciación del TCRM (aumento del valor del índice) indica que la moneda doméstica se ha debilitado en relación con otras monedas extranjeras o que la relación de precios externos con respecto al doméstico ha subido. Una apreciación del TCRM (reducción del valor del índice) indica lo contrario.

En el ámbito monetario, la brecha del TCRM respecto a su valor de equilibrio de largo plazo (TCRME) es una variable fundamental para la toma de decisiones de política. Ello se debe a su rol crucial en un esquema de metas de inflación y su impacto en la competitividad, la estabilidad financiera, cambiaria y de precios de la economía en general (Caputo & Núñez, 2008).

El TCRM observado se calcula utilizando indicadores de niveles de precios y de cotización cambiaria de la moneda local respecto a otras monedas. Por lo tanto, es una variable observable. En cambio, el



TCRME es una variable no observable, es decir, no hay registros o indicadores directos del mismo. Por lo tanto, debe ser estimado mediante métodos estadísticos y/o econométricos.

## Métodos de estimación del TCRME

Los choques globales y locales han llevado a la búsqueda de nuevos modelos para la estimación del TCRME, así como la revisión de aquellos vigentes. En este contexto, este documento busca estimar la relación entre el TCRME y sus fundamentos mediante el enfoque del Comportamiento del Tipo de Cambio de Equilibrio (BEER) introducido por Clark y MacDonald (1999). Adicionalmente, se incorporan nuevos filtros univariados (del tipo HP en versiones mejoradas), lo que ha permitido obtener un mejor desempeño técnico en la estimación del TCRME.

El modelo BEER relaciona al TCRM con sus fundamentos de largo plazo, a saber: los términos de intercambio, el consumo del gobierno con relación al producto, la tasa de interés real, una variable de entrada y salida de capitales en relación al producto, una tendencia de largo plazo y una variable que captura choques estocásticos. La estimación de dicha especificación cointegrada se efectúa mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios Dinámicos (MCOD), propuestos según Saikkonen (1992) y Stock y Watson (1993). Posteriormente, mediante el uso de los parámetros estimados y filtros univariados aplicados a los fundamentos, se obtiene una estimación del TCRME.

El conjunto de filtros univariados aplicados al TCRM posibilita obtener otras medidas adicionales del TCRME. Las metodologías de filtros univariados aplicadas corresponden al filtro de Hodrick y Prescott (HP, 1997), filtro de Kalman (KF, 1960) y a los filtros de HP mejorados (HP BIC y HP ADF) de Mei, Phillips y Shi (2022)<sup>7</sup>.

## Estimaciones del TCRME

La evolución del nivel del TCRM, expuesta en el Gráfico I, muestra tres periodos caracterizados por procesos de apreciación (2004Q1-2015Q1), relativa estabilidad (2015Q2-2020Q1) y de depreciación (2020Q2-2024Q1).

En el periodo de apreciación (2004Q1-2015Q1), se registra una tasa de apreciación promedio interanual del -3,5%. Esta es coincidente con una serie de factores, como el superciclo de las materias primas, una tasa de política monetaria estadounidense mayormente cercana a cero y el mayor crecimiento económico en Paraguay.

Durante el periodo de estabilidad relativa del TCRM (2015Q2-2020Q1), se cuantifica una tasa de depreciación interanual promedio del 1,0% por trimestre. A inicios de este periodo se verificó el fin del superciclo de las materias primas y la normalización gradual de la política monetaria estadounidense.

Finalmente, en el periodo de depreciación (2020Q2-2024Q1), la tasa de depreciación promedio interanual del TCRM es de 3,5% por trimestre. Dicha depreciación se halla asociada con los choques derivados de la pandemia de COVID-19, la crisis de los contenedores, los choques de los precios de la energía y alimentos, así como las sequías ocurridas en Paraguay.

---

<sup>7</sup> En el modelo BEER, el filtro HP BIC ha sido aplicado a cada uno de los fundamentos de largo plazo.



Con relación a las estimaciones del TCRME, el Gráfico 1 muestra las dinámicas tendenciales estimadas a partir de las diversas metodologías de filtros univariados y del enfoque BEER. Cuantitativamente, las tasas de variaciones interanuales para cada uno de los tres periodos indicados anteriormente son de -3,9%, 0,6% y 2,2% por trimestre<sup>8</sup>.

En cuanto a la volatilidad, medida por la desviación estándar de cada estimación del TCRME bajo cada método de estimación, se observa que el modelo BEER posee una volatilidad relativa menor a la del filtro HP (igual a 0,98) y el resto de los filtros univariados (Panel A de la Tabla I).

## Estimaciones de la brecha del TCRM

Las diferentes metodologías de estimación indican que la brecha del TCRM se encuentra prácticamente cerrada para el primer trimestre de 2024. Este cierre se produce luego de una depreciación cambiaria real iniciada en 2021Q1 y que se mantuvo durante 12 trimestres consecutivos. La tasa media de la brecha durante ese periodo, estimada con todas las metodologías, se sitúa en 2,7%.

La media de las estimaciones de la brecha del TCRM para todo el período 2004Q1-2024Q1 es de 0,05% (Gráfico II). La volatilidad de la brecha del TCRM, medida bajo las diversas metodologías, no muestra diferencias significativas (Panel B del Tabla I).

## Comentarios finales

El Tipo de Cambio Real Efectivo Multilateral (TCRME) ha mostrado una trayectoria dinámica, pasando por periodos de apreciación, estabilidad y depreciación a lo largo del tiempo. Diversas metodologías para su estimación coinciden en arrojar resultados similares. Para el primer trimestre de 2024, la brecha del TCRME se ha cerrado, lo cual tiene implicancias positivas para la competitividad externa y la estabilidad de precios de la economía paraguaya.

Finalmente, cabe puntualizar que el monitoreo continuo y la actualización periódica de las metodologías de estimación de la brecha de equilibrio del TCRM son esenciales para seguir dotando de este insumo clave al análisis de la política monetaria.

## Referencias

- Caputo, R., & Núñez, M. (2008). Equilibrium Real Exchange Rate in Chile: Alternative Approaches (Vol. 11).
- Clark, P. B., & MacDonald, R. (1999). Exchange Rates and Economic Fundamentals: A Methodological Comparison of Beers and Feers. En *Equilibrium Exchange Rates* (pp. 285-322). Springer, Dordrecht.
- Hodrick, R. J., & Prescott, E. C. (1997). Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, 29(1), 1-16.

---

<sup>8</sup> Las tasas de variaciones interanuales promedios por trimestre para todo el periodo 2004Q1-2024Q1 para el TCRM y TCRME son de -0.9% y -1.4%, respectivamente.



Kalman, R. E. (1960). A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. *Journal of Basic Engineering*, 82(1), 35-45.

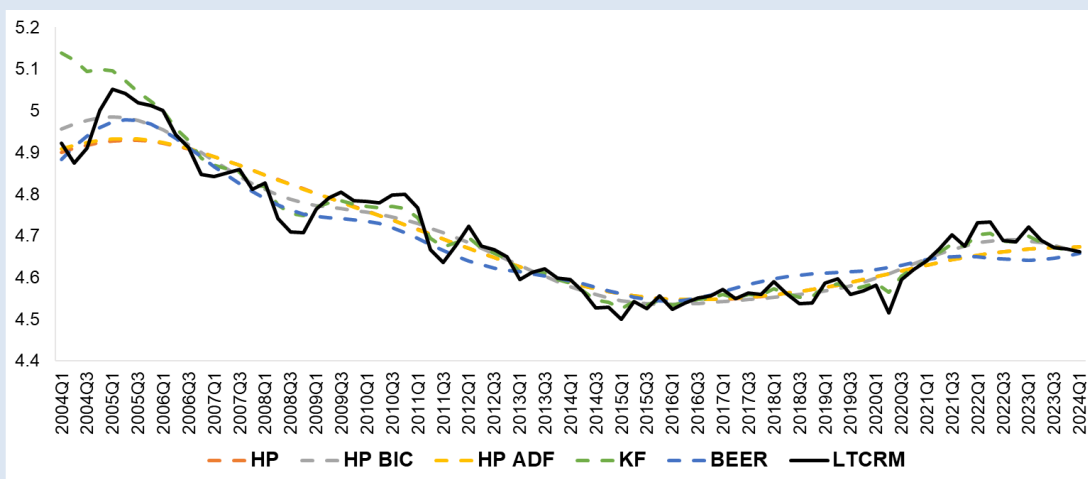
Mei, Z., Phillips, P. C., & Shi, Z. (2022). The boosted HP filter is more general than you might think. *arXiv preprint arXiv:2209.09810*.

Saikkonen, P. (1992). Estimation and Testing of Cointegrated Systems by an Autoregressive Approximation. *Econometric Theory*, 8(1), 1-27.

Stock, J. H., & Watson, M. W. (1993). A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems. *Econometrica*, 61(4), 783-820.

## Apéndice del Recuadro

Gráfico I. Estimaciones del Tipo de Cambio Real Multilateral observado Logaritmo natural



Fuente: Banco Central del Paraguay.

Nota: La línea negra sólida es el tipo de cambio real multilateral observado (LTCRM). Las demás líneas discontinuas son estimaciones obtenidas con las distintas metodologías. El eje vertical indica los valores de cada variable medida en logaritmo natural. El eje horizontal muestra el tiempo en frecuencia trimestral.

Tabla I. Desvío Estándar de las Estimaciones del TCRME y de las brechas del TCRM (en tanto por uno)

Panel A: LTCRM y LTCRME

	LTCRM	HP	HP BIC	HP ADF	KF	BEER
Desvío Est.	0.15	0.13	0.14	0.13	0.17	0.13
Relativo	1.12	<b>1.00</b>	1.08	1.01	1.28	0.98

Panel B: Brechas del TCRM

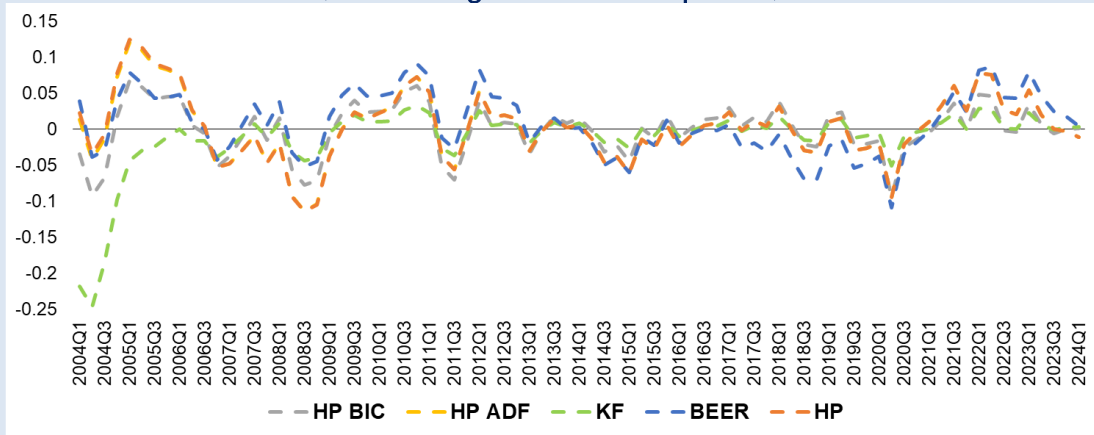
	HP	HP BIC	HP ADF	KF	BEER
Desvío Est.	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04
Relativo	<b>1.00</b>	0.76	0.99	0.99	0.94

Fuente: Banco Central del Paraguay.

Nota: LTCRM y LTCRME se hallan en logaritmo y en tanto por uno. Las brechas del TCRM corresponden a diferencias logarítmicas entre el LTCRM y cada estimación del LTCRME bajo cada enfoque (vía filtros univariados o enfoque BEER).



Gráfico II. Estimaciones de la Brecha del Tipo de Cambio Real Multilateral (diferencia logarítmica en tanto por uno)



Fuente: Banco Central del Paraguay.

Nota: Las líneas discontinuas son estimaciones obtenidas con las distintas metodologías. El eje vertical indica los valores de cada variable medida en logaritmo natural. El eje horizontal muestra el tiempo en frecuencia trimestral.