



BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ

How Nonlinear Is Peru's Phillips Curve?

Marco Vega*, Andrew Garcia**

* Banco Central de Reserva del Perú y Pontificia Universidad Católica del Perú.

** Universidad del Pacífico.

DT. N°. 2025-025

Serie de Documentos de Trabajo

Working Paper Series

December 2025

Los puntos de vista expresados en este documento de trabajo corresponden a los de los autores y no reflejan necesariamente la posición del Banco Central de Reserva del Perú.

The views expressed in this paper are those of the authors and do not reflect necessarily the position of the Central Reserve Bank of Peru

¿Cuán no lineal es la curva de Phillips de Perú?

Marco Vega^a

Andrew Garcia^b

Diciembre, 2025

Resumen

Este artículo introduce el uso de las redes de Kolmogorov-Arnold (KAN) para identificar e interpretar las formas funcionales de la curva de Phillips en el Perú. Los resultados indican que la curva podría exhibir no linealidades; sin embargo, estas no se derivan de la relación entre la inflación y la actividad económica o la tasa de desempleo —como se asume comúnmente en la literatura existente—, sino de la interacción entre las variaciones del tipo de cambio y la inflación. Aunque este hallazgo contrasta con la mayoría de las investigaciones previas, que enfatizan la no linealidad a través de la brecha del producto o el desempleo, no se descarta la posibilidad de linealidad. Los datos revelan tanto dinámicas lineales como no lineales.

Palabras clave: Redes de Kolmogorov-Arnold; curva de Phillips; inflación.

^a Banco Central de Reserva del Perú y Pontificia Universidad Católica del Perú. Correo: marco.vega@bcrp.gob.pe

^b Universidad del Pacífico: ar.garcia@up.edu.pe

Nota: Los autores son los únicos responsables de las opiniones expresadas en este artículo.

1 Introducción

La curva de Phillips representa una relación estructural entre la inflación y alguna medida del ritmo de la actividad económica. En una economía abierta, esta ecuación estructural puede incorporar también una medida de la variación del tipo de cambio. En contextos más informales, la curva de Phillips se interpreta a menudo como un simple diagrama de dispersión entre la inflación y alguna métrica del pulso de la economía real.

Esta célebre curva, en su formulación como ecuación estructural, no constituye una forma reducida. Es decir, no se trata de una ecuación causal simple que atribuya la inflación exclusivamente a las variables del lado derecho. Dado que dichas variables son endógenas —es decir, en un contexto de equilibrio general, dependen también de la inflación y de otros factores—, la relación es interdependiente.

En términos más sencillos, la curva de Phillips encarna una teoría de formación de la inflación en presencia de rigideces de precios u otras fricciones que rompen con la neutralidad nominal de la tradición clásica. Por ello, pertenece esencialmente a la práctica keynesiana y neokeynesiana. En esta última corriente teórica, los precios son fijados por empresas con poder de mercado y se determinan a partir de un margen de ganancia sobre los costos marginales; a su vez, los costos marginales pueden expresarse en función del producto y de las variaciones cambiarias.

En el contexto peruano, por ejemplo, Dancourt (1992) introduce explícitamente una curva de Phillips, mientras que Dancourt (2013) presenta una curva de oferta que, al igual que la primera, exhibe características keynesianas. De otra parte, desde la perspectiva neokeynesiana, el artículo de Aguirre et al. (2023) describe el modelo de predicción del BCRP, el cual incluye entre sus ecuaciones una curva de Phillips que ilustra la relación entre la inflación, la brecha del producto y la inflación importada. A un nivel más empírico, estudios como Rojas (2019), Aquino (2019) y Barrera (2019) estiman diversos tipos de curvas de Phillips

neokeynesianas para el Perú en el periodo que va hasta antes de la pandemia, cuando se tenía el temor de un aplanamiento de la curva de Phillips.

En un plano más general, se han estimado diversas versiones de curvas de Phillips neokeynesianas tanto en bancos centrales como en el ámbito académico. Aunque la mayoría de las ecuaciones estimadas son lineales, ha surgido un creciente interés por capturar la dinámica no lineal de la inflación.

¿Por qué debería ser no lineal una curva de Phillips? Al respecto, varios estudios (véase, por ejemplo, Cristini y Ferri, 2021) aportan evidencia que respalda la existencia de un comportamiento no lineal en el proceso inflacionario. Desde el lado teórico, Ball y Mankiw (1994) postulan una teoría que explica por qué una tasa de inflación tendencial más elevada hace que los precios sean más flexibles al alza que a la baja. De manera sencilla, cuando todos los precios están subiendo más o menos en la misma magnitud (inflación), si es necesario ajustar al alza un precio nominal particular para elevar su precio relativo, este ajuste resulta más grande y menos costoso. Por el contrario, si se necesita reducir el precio relativo, basta con que el precio nominal suba en menor proporción que los demás.

En cambio, cuando la inflación normal o tendencial es cero, un ajuste del precio nominal hacia arriba o hacia abajo resulta muy costoso en términos reputacionales. Esto introduce convexidades en la curva de Phillips, como lo muestran Ascari et al. (2011).

Si la curva de Phillips es convexa, esto implica que, cuando la inflación es elevada, la política monetaria podría reducir fuertemente la inflación sin generar una gran variación en la actividad económica.

En una economía abierta como la peruana, la no linealidad de la curva de Phillips también puede determinar la relación entre la inflación y la variación cambiaria o las variaciones en costos en general. Esto puede asociarse con lo que los economistas conocen como el proceso de “cohetes y plumas”³, introducido por Bacon (1991), que significa que cuando los costos suben, los precios suben como cohetes, pero cuando los costos bajan, los precios bajan como plumas,

³ Del término en inglés “Rockets and feathers”.

aludiendo a una clara asimetría en los cambios de precios. Esto también alude a un traspaso no lineal del tipo de cambio a la inflación, como el encontrado por Pérez Forero y Vega (2015) para el Perú.

En resumen, la curva de Phillips usualmente se entiende como lineal, pero podría ser perfectamente no lineal y, por ello, tener relevancia para la política monetaria y fiscal. Podría ser no lineal en todos sus posibles argumentos, pero no sabemos a priori qué tipo de no linealidad es el más preponderante. Si el econometrista quiere averiguar si existe no linealidad funcional, entonces podría asumir alguna función donde se pueda parametrizar la convexidad.

Este documento presenta una alternativa para determinar primero si existe no linealidad y, segundo, para identificar la forma de esta no linealidad sin necesidad de asumir a priori su naturaleza. Para ello, se emplean redes neuronales capaces de aproximar cualquier función (como la curva de Phillips) a una representación general utilizable para múltiples propósitos. Sin embargo, la representación de una función mediante redes neuronales clásicas no es sencilla en los términos habituales de los econometristas, sino en términos más asociados a la computación. Por ello, se introduce aquí una innovación mediante el uso de otro tipo de redes neuronales surgidas en 2024, conocidas como redes de Kolmogorov-Arnold (KAN, por sus siglas en inglés; Liu et al., 2024).

Estas redes se basan en el Teorema de Kolmogorov-Arnold, que descompone cualquier función multivariada en sumas de funciones univariadas aprendibles y parametrizadas con splines⁴. Esto ofrece una interpretabilidad simbólica superior a la de las redes neuronales clásicas. Las KAN permiten visualizar y extraer formas funcionales exactas (por ejemplo, convexidad, umbrales o asimetrías) de cada argumento asociado a la inflación, con menos parámetros y mejor escalabilidad.

En aplicaciones económicas recientes, las KAN han mejorado la predicción de series temporales (por ejemplo, índices de volatilidad como el VIX o cargas eléctricas), revelando interacciones complejas (véase, por ejemplo, Liu et al., 2024). Esto resulta

⁴ Los splines son polinomios locales que sirven para aproximar funciones globales por pequeños tramos de la función global.

ideal para desentrañar las no linealidades de la inflación peruana, superar desafíos como los errores de medición en las expectativas (Doser et al., 2023) y adaptarse a regímenes económicos variables (Ball y Mazumder, 2011).

En suma, nuestro propósito es emplear las KAN para elucidar la forma específica de no linealidad presente en la curva de Phillips, adoptando una postura agnóstica respecto a la fuente de dicha no linealidad (por ejemplo, en el indicador de actividad, en las expectativas o en el tipo de cambio). Utilizamos datos a frecuencia trimestral de los últimos 20 años, excluyendo el período inicial posterior a la COVID-19. Nuestro estudio concluye que la curva de Phillips puede presentar no linealidad, principalmente en la relación entre las variaciones del tipo de cambio y la inflación, sin descartar la linealidad en otras dimensiones. Estos hallazgos tienen implicancias para la política monetaria, ya que ayudan a bancos centrales como el BCRP a calibrar respuestas asimétricas ante choques.

A continuación, presentamos una breve explicación del marco de las KAN en la Sección 2, llevamos a cabo el ejercicio de utilizar las KAN para respaldar regresiones lineales estándar en la Sección 3, profundizamos en las no linealidades identificadas en la Sección 4 y concluimos en la Sección 5.

2 Redes de Kolmogorov-Arnold (KAN)

Las KAN constituyen un tipo de red neuronal basado en el teorema de representación de Kolmogorov-Arnold. Este teorema, formulado por los matemáticos rusos Andrey Kolmogorov y Vladimir Arnold a mediados del siglo XX, establece que cualquier función continua multivariada puede descomponerse en una suma de funciones univariadas más simples, cada una dependiente de una sola variable. En esencia, esto implica que las funciones complejas con múltiples variables pueden representarse de manera mucho más sencilla.

La relevancia de este teorema para las redes neuronales radica en que ofrece un método para aproximar cualquier función continua —incluso en escenarios con datos de alta dimensionalidad— mediante un número adecuado de neuronas en la red. Este enfoque proporciona una base matemática sólida para el diseño de

modelos capaces de manejar variables de entrada complejas.

Recientemente, Liu et al. (2024) introdujeron una alternativa innovadora al enfoque estándar empleado en muchas aplicaciones de aprendizaje profundo. Por lo general, estas aplicaciones se basan en perceptrones multicapa (MLP, por sus siglas en inglés), inspirados en el teorema de aproximación universal que es el fundamento de la teoría de redes neuronales. El nuevo enfoque, denominado Redes de Kolmogorov-Arnold, se fundamenta en el teorema de representación de Kolmogorov-Arnold.

Al igual que las MLP, las KAN son redes completamente conectadas, pero presentan una diferencia clave: en las MLP, se aplican funciones de activación fijas —destinadas a introducir no linealidad— en las neuronas o nodos. En cambio, las KAN emplean funciones de activación que pueden ser aprendidas y que se aplican a las conexiones (o aristas) entre nodos. Esto implica que las KAN carecen de matrices de pesos tradicionales; en su lugar, cada peso se sustituye por una función unidimensional aprendible, modelada mediante un *spline*. Los nodos en las KAN se limitan a sumar las señales entrantes, sin aplicar ninguna transformación no lineal adicional.

El teorema de representación de Kolmogorov-Arnold para dos capas tiene la siguiente forma:

$$f(\mathbf{x}) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{q=1}^{2n+1} \Phi_q \left(\sum_{p=1}^n \phi_{q,p}(x_p) \right) \quad (1)$$

donde p es el índice de variables de entrada que van hasta n , q es el índice de funciones externas que corre hasta $2n + 1$. Para la implementación, Liu et al. (2024) lograron extender esta ecuación 1 a profundidades arbitrarias al reconocer que funciones externas Φ_q y funciones internas $\phi_{q,p}$, aparentemente diferentes, pueden unificarse mediante las capas KAN propuestas. Entonces, una red completa con L capas KAN puede enunciarse como la composición de funciones externas, como en

$$KAN(\mathbf{x}) = (\Phi_{L-1} \circ \dots \circ \Phi_1 \circ \Phi_0)(\mathbf{x}) \quad (2)$$

donde $(\Phi_{L-1} \circ \dots \circ \Phi_1 \circ \Phi_0)$ denota una composición⁵ matemática de funciones Φ_q .

En una KAN, las capas ocultas están compuestas por neuronas que aplican transformaciones univariadas, seguidas de una suma que produce la salida final. Esta descomposición permite que la red aprenda relaciones complejas entre las entradas, al tiempo que mantiene una estructura relativamente simple. Este enfoque se destaca por su capacidad para aproximar cualquier función continua, lo que lo alinea estrechamente con la propiedad de aproximación universal de las redes neuronales. Además, mitiga el problema de la dimensionalidad al descomponer funciones multivariadas en componentes univariados.

En las KAN, se utilizan B-splines⁶ para aproximar funciones mediante la parametrización de funciones univariadas con splines. Esta característica fundamental permite que la red capture relaciones complejas y no lineales. Los B-splines actúan como funciones de activación adaptativas y aprendibles dentro de las capas de la red, ajustándose dinámicamente durante el entrenamiento para representar mejor los patrones subyacentes en los datos. Esto resulta particularmente beneficioso para la aproximación de funciones, ya que los B-splines proporcionan flexibilidad y precisión en la representación de funciones suaves y continuas.

Un aspecto interesante en Liu et al. (2024) es la incorporación de la regresión simbólica en las redes de Kolmogorov-Arnold (KAN). La regresión simbólica mejora la interpretabilidad del modelo al ajustar expresiones matemáticas a las funciones aprendidas por la red, lo que facilita la comprensión de su comportamiento. Esta técnica contribuye a generar modelos legibles capaces de descubrir patrones en los datos. En entornos complejos y multivariados, las funciones basadas en splines de las KAN simplifican las interacciones entre variables, haciendo que estos patrones resulten más claros.

⁵ Por ejemplo $(\Phi_2 \circ \Phi_1 \circ \Phi_0)(x) = \Phi_2(\Phi_1(\Phi_0(x)))$.

⁶ Los B-splines son una variante específica de splines que ofrece propiedades ventajosas, como continuidad y soporte local

3 La curva de Phillips

En términos simples, la curva de Phillips neokeynesiana para una economía pequeña y abierta se puede escribir como:

$$\pi_t = f(\pi_{t-1}, E_t\pi_{t+1}, \Delta s_t, x_t) \quad (3)$$

Donde π_t representa la inflación en el periodo t , π_{t-1} es la inflación rezagada, $E_t\pi_{t+1}$ es la inflación futura esperada, Δs_t denota la variación porcentual del tipo de cambio (el precio de un dólar estadounidense en moneda nacional) y x_t es un indicador de la actividad económica, como la tasa de desempleo, el crecimiento del PIB o cualquier otra medida de presión de demanda. La función $f(\cdot)$ combina estas variables para determinar la inflación.

En general, se desconoce la forma exacta de la función $f(\cdot)$. Sin embargo, para simplificar el análisis —y dado que esta curva de Phillips constituye una de las ecuaciones fundamentales en los modelos macroeconómicos empleados para evaluar políticas económicas—, comúnmente se asume que es lineal.

En este artículo, no asumimos linealidad. En cambio, buscamos saber si una KAN puede descubrir algún tipo de no linealidad en $f(\cdot)$. Nuestra aproximación reconoce, en primer lugar, la necesidad de abordar la naturaleza endógena de los argumentos de $f(\cdot)$, por lo que primero instrumentalizamos el conjunto de variables del lado derecho de la ecuación 3.

3.1 Datos

Para estimar la curva de Phillips, se requiere una medida de inflación más sensible a las variaciones generales de la demanda agregada. En este sentido, la inflación subyacente —que excluye los componentes de alimentos y energía— resulta la más adecuada para el análisis. Esta se calcula trimestralmente mediante la agregación del IPC sin alimentos ni energía (SAE) mensual de Lima Metropolitana, para luego obtener una medición desestacionalizada. A continuación, se examinan las variables del lado derecho de la curva de Phillips en una economía abierta. La descripción de los datos se centra en las expectativas de inflación, la variación del

tipo de cambio y un indicador de actividad económica asociado al impulso de la demanda sobre la inflación. Las fuentes de las variables se detallan en el Cuadro A1 del apéndice y las variables originales se convirtieron en frecuencia trimestral a partir de datos mensuales.

En cuanto a las expectativas de inflación, en las teorías neokeynesianas, la expectativa relevante es la inflación prevista para el siguiente trimestre, condicional a la información disponible para las firmas hasta el trimestre actual. Sin embargo, dado que esta expectativa no se obtiene directamente, se utilizan expectativas derivadas de encuestas, siguiendo a Roberts (1995). Como las encuestas de expectativas del BCRP son mensuales, se calcula el promedio simple trimestral de las expectativas de inflación futura a un año. De esta manera, se busca capturar la fuerza del anclaje de las expectativas de inflación futura sobre la inflación corriente. El panel A del Gráfico A1 muestra una fuerte asociación positiva entre la inflación SAE y las expectativas de inflación.

Además, en una economía abierta, las fluctuaciones del tipo de cambio representan una fuente importante de inflación. La dinámica cambiaria se mide mediante las variaciones porcentuales trimestrales del tipo de cambio al cierre de cada período (es decir, el último día de cada trimestre). Este componente captura el traspaso de los cambios en el tipo de cambio a la inflación, ya que dichas variaciones constituyen una fuente adicional de cambios en los costos marginales, independientemente de los efectos de la demanda agregada. El panel B del Gráfico A1 muestra una asociación positiva entre la inflación SAE y la variación trimestral del tipo de cambio.

Para medir el indicador de actividad económica, se consideran dos enfoques principales: indicadores directos como el PBI y la tasa de desempleo. Ambos han sido ampliamente utilizados en la literatura empírica.

En relación con los indicadores directos de actividad económica, se evalúan dos alternativas: 1) la tasa de crecimiento trimestral del PBI desestacionalizado y 2) la

brecha del producto respecto al PBI tendencial. La brecha del producto es la medida más comúnmente empleada en estudios empíricos y en simulaciones de modelos macroeconómicos. Los paneles E y F del Gráfico A1 en el apéndice ilustran estas variables junto con la inflación SAE, donde la asociación con la inflación resulta difusa.

Por otro lado, la literatura empírica —inspirada en las concepciones originales de la curva de Phillips— también incorpora la tasa de desempleo. Dado que la serie mensual corresponde a un promedio móvil trimestral, se tomó el dato del último mes de cada trimestre. Además, considerando la tendencia persistente de reducción en esta serie durante el período de análisis, se calculó su componente cíclico mediante una regresión LOESS. La dinámica de ambas variables se puede apreciar en los paneles C y D del Gráfico A1 en el apéndice.

3.2 Procedimiento bietápico

Las variables descritas en el acápite anterior son endógenas. Dado que el objetivo de este estudio es determinar una curva de Phillips estructural, resulta esencial instrumentalizar dichas variables endógenas para poder incorporarlas en la estimación.

Se emplea un procedimiento en dos etapas. En primer lugar, se realizan regresiones de estas variables endógenas sobre un conjunto de variables exógenas causales, que incluyen su propio rezago, los términos de intercambio y el índice de riesgo geopolítico para Perú estimado por Caldara e Iacoviello (2022). El Cuadro 3 del apéndice presenta estas regresiones.

Los estadísticos F del Cuadro 3 indican que los modelos de regresión generales se ajustan adecuadamente a los datos. Por lo tanto, si denotamos el valor ajustado de la variable x_t como \hat{x}_t , la Ecuación 3 puede estimarse utilizando:

$$\pi_t = f(\pi_{t-1}, \hat{\pi}_t^e, \Delta \hat{s}_t, \hat{x}_t) \quad (4)$$

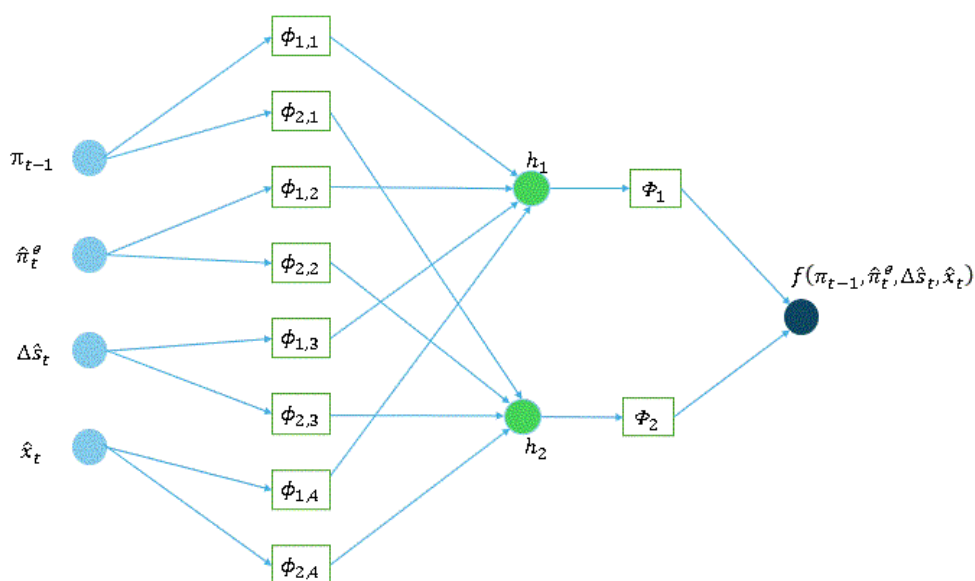
En concreto, se utilizan las cuatro variables en el vector $(\pi_{t-1}, \hat{\pi}_t^e, \Delta \hat{s}_t, \hat{x}_t)$ como regresores o vectores de entrada en las KAN.

3.3 Aplicación del algoritmo KAN

En todos los procesos de entrenamiento, se utilizan las cuatro entradas descritas en la Ecuación 4. Las redes pueden tener solo una o ninguna capa oculta. El número de nodos en las capas ocultas varía de uno a cuatro. En la terminología KAN, utilizaremos la configuración simple con cuatro entradas y una salida [4, 1] o la configuración con capas ocultas [4, N, 1], con $N = 1, 2, 3, 4$.

Un elemento importante en el proceso de aprendizaje es el número de cuadrículas utilizadas para parametrizar las B-splines que definen las aristas. A medida que aumenta el número de cuadrículas (o nudos), la spline se vuelve más flexible, lo que permite aproximaciones más precisas de la función objetivo. Sin embargo, esto también incrementa la complejidad y el coste computacional del modelo. Nuestra parametrización de referencia es de 10 cuadrículas (también utilizamos 5).

Gráfico 1: Diagrama de un KAN con cuatro entradas y dos nodos en capa oculta



Nota: Este es un diagrama con cuatro entradas, dos capas ocultas y una salida. Expresada como [4,2,1]. Las funciones $\phi_{q,p}$ y ϕ_q están de acuerdo con la ecuación (1), donde q es el número de capas ocultas y p es el número de variables o entradas en la red.

Curvas de Phillips con indicadores directos de actividad

El Cuadro 1 presenta los resultados de las redes de KAN bajo la parametrización de referencia, utilizando alternativamente el crecimiento del PBI y la brecha del

producto. En el modelo que incorpora el crecimiento del PBI, destacan dos observaciones clave. Primero, el coeficiente asociado al crecimiento del PBI es negativo, lo que contradice las predicciones teóricas de la curva de Phillips. Segundo, se observa una posible no linealidad en la variación cambiaria, que genera un patrón asimétrico en el traspaso del tipo de cambio a la inflación. Adicionalmente, el modelo no lineal presenta la menor función de pérdida tanto en el conjunto de entrenamiento como en la prueba fuera de muestra.

Respecto a los modelos que emplean la brecha del producto, se identifican no linealidades tanto en la variación cambiaria como en las expectativas de inflación, junto con un coeficiente negativo para la brecha del producto en los modelos lineales, pero no en los no lineales. El mejor modelo de este grupo corresponde a la configuración [4,3,1], que incluye una no linealidad en la variación cambiaria y una pendiente leve pero positiva en relación con la brecha del producto. En este modelo óptimo, no intervienen ni la inflación rezagada ni las expectativas de inflación.

Cuadro 1: Salidas de las KAN con indicadores directos de demanda

Modelo	Especificación	Pérdida en entrenamiento	Pérdida en testeo
Con crecimiento de PBI			
[4,1]	$-0.009\pi_{t-1} + 0.141\Delta\hat{s}_t + 0.377\hat{\pi}_t^e - 0.017\Delta\hat{y}_t - 0.471$	0,189	0,219
[4,1,1]	$-0.042\pi_{t-1} + 0.333\hat{\pi}_t^e - 0.082\Delta\hat{y}_t + 0.051(0.924\Delta\hat{s}_t + 1)^2 - 0.413$	0,180	0,181
[4,2,1]	$-0.009\pi_{t-1} + 0.141\Delta\hat{s}_t + 0.377\hat{\pi}_t^e - 0.017\Delta\hat{y}_t - 0.471$	0,189	0,219
[4,3,1]	$-0.009\pi_{t-1} + 0.141\Delta\hat{s}_t + 0.377\hat{\pi}_t^e - 0.017\Delta\hat{y}_t - 0.471$	0,189	0,219
[4,4,1]	$-0.009\pi_{t-1} + 0.141\Delta\hat{s}_t + 0.377\hat{\pi}_t^e - 0.017\Delta\hat{y}_t - 0.471$	0,189	0,219
Con brecha del producto			
[4,1]	$0.622\hat{\pi}_t^e - 0.012\tilde{y}_t - 1.081$	0,212	0,229
[4,1,1]	$0.622\hat{\pi}_t^e - 0.012\tilde{y}_t - 1.081$	0,212	0,229
[4,2,1]	$-0.01\pi_{t-1} + 0.144\Delta\hat{s}_t + 0.419\hat{\pi}_t^e - 0.009\tilde{y}_t - 0.58$	0,188	0,229
[4,3,1]	$0.008\tilde{y}_t + 0.26(0.176\Delta\hat{s}_t + 1)^4 + 0.195$	0,204	0,176
[4,4,1]	$0.126\pi_{t-1} + 0.223\Delta\hat{s}_t + 0.002\tilde{y}_t + 0.081\text{sen}(4.705\hat{\pi}_t^e + 6.441) + 0.44$	0,212	0,241

Nota: $\Delta\hat{y}_t$ denota el crecimiento trimestral del PBI, \tilde{y}_t es la brecha del producto, $\Delta\hat{s}_t$ es la variación cambiaria, $\hat{\pi}_t^e$ es la expectativa de la inflación futura. Todas las variables están instrumentalizadas por el procedimiento descrito en la sección 3.2.

A partir de estos resultados, se identifican posibles no linealidades en las curvas de Phillips estimadas con el crecimiento del PBI y la brecha del producto. Para inferir la importancia de dichas no linealidades, se estiman regresiones lineales simples en las que las estructuras no lineales reveladas por las KAN se incorporan como variables que reemplazan a sus

contrapartes lineales. Así, en la especificación KAN [4,1,1] para el crecimiento del PBI, se utiliza la expresión cuadrática en la variación cambiaria en lugar de la variación cambiaria lineal. Asimismo, en el modelo con brecha del producto, la especificación [4,3,1] incorpora la expresión cuártica en la variación del tipo de cambio, la cual se emplea como regresor.

Cuadro 2: Curvas de Phillips con indicadores de actividad

	Variable dependiente: π_t			
	(1)	(2)	(3)	(4)
π_{t-1}	0.114 (0.106)	0.120 (0.097)	0.052 (0.096)	0.093 (0.090)
$\Delta \hat{s}_t$	0.110** (0.049)	0.115*** (0.033)		
$(1 + 0.924\Delta \hat{s}_t)^2$			0.052*** (0.013)	
$(1 + 0.176\Delta \hat{s}_t)^4$				0.151*** (0.035)
$\hat{\pi}_t^e$	0.326*** (0.084)	0.334*** (0.093)	0.270*** (0.079)	0.264*** (0.090)
$\Delta \hat{y}_t$	-0.014 (0.096)		-0.074 (0.065)	
\tilde{y}_t		-0.002 (0.008)		-0.001 (0.008)
Constante	-0.406** (0.201)	-0.430* (0.226)	-0.312* (0.186)	-0.427** (0.201)
Observaciones	71	71	71	71
R^2	0.603	0.603	0.657	0.656
R^2 ajustado	0.579	0.579	0.636	0.636
Error std de residuos (df = 66)	0.199	0.199	0.185	0.185
Estadístico F (df = 4; 66)	25.082***	25.101***	31.577***	31.527***

* ** *** p < 0.01

El Cuadro 2 presenta los resultados de la estimación de cuatro modelos. Los modelos (1) y (2) corresponden a las curvas de Phillips lineales basadas en el crecimiento del PBI y la brecha del producto, respectivamente. El modelo (3) representa la mejor configuración de la curva de Phillips con crecimiento del PBI, identificada mediante las redes de KAN. Los resultados indican que este modelo (3) ofrece un mejor ajuste que el modelo (1). De manera similar, el modelo (4)

constituye una versión superior al modelo (2) cuando se emplea la brecha del producto.

El conjunto de resultados revela que la inflación rezagada no contribuye significativamente a esta curva de Phillips trimestral. En cambio, la variación cambiaria desempeña un rol sustancial, con coeficientes de traspaso lineales del orden del 11 %. Asimismo, las expectativas de inflación juegan un papel preponderante, exhibiendo un coeficiente estable cercano al 30 %. Respecto a los modelos no lineales, el Cuadro 3 reporta los coeficientes de traspaso correspondientes al valor medio de la depreciación cambiaria (0,21 %), así como para valores incrementados o decrementados en 1 y 2 puntos porcentuales. Se observa que, en la curva de Phillips con crecimiento del PBI, los coeficientes de traspaso pueden elevarse desde el 12 % en el punto central hasta el 30 % cuando la depreciación supera el 2 %. Por otro lado, en la curva de Phillips con brecha del producto, el coeficiente de traspaso aumenta desde el 20 % en su valor medio hasta casi el 50 % en casos de depreciación extrema.

Cuadro 3: *Coeficientes traspaso en modelos no lineales elegidos*

Depreciación del tipo de cambio	Coeficientes de traspaso	
	Crecimiento	Brecha
-1,79	-0,06	0,06
-0,79	0,03	0,12
0,21	0,12	0,20
1,21	0,21	0,33
2,21	0,30	0,49

Sin embargo, el principal inconveniente de estas curvas de Phillips basadas en indicadores directos de actividad económica radica en la falta de significancia estadística de su pendiente. Esto podría atribuirse a limitaciones en los indicadores empleados. Por ejemplo, es posible que la variación trimestral del PBI no capture adecuadamente los movimientos en la demanda agregada, sino que refleje principalmente fluctuaciones en el PBI no primario de la economía. Una aproximación más adecuada podría consistir en utilizar directamente el indicador de consumo

agregado en lugar del PBI. Por otro lado, el empleo de la brecha del producto siempre implica el riesgo de estimaciones incorrectas en la extracción del componente cíclico.

La curva de Phillips con la tasa de desempleo

Otro grupo de cálculos con las KAN se centra en el empleo de la tasa de desempleo de Lima, así como de la tasa de desempleo cíclica. El Cuadro 4 presenta los resultados de ambos tipos de especificaciones para diversas configuraciones de las redes. Se observa una mezcla de modelos lineales y no lineales. En los modelos que utilizan la tasa de desempleo, se obtiene linealidad en todos los casos, excepto en la configuración [4,1], que incorpora una no linealidad en la variación cambiaria.

En el caso de los modelos con la tasa de desempleo cíclica, las diversas configuraciones de las KAN también conducen a ecuaciones lineales, salvo el modelo [4,2,1], que presenta una no linealidad en la variación cambiaria. De los 10 modelos presentados en el Cuadro 4, el modelo [4,2,1] con tasa de desempleo cíclica es el mejor, ya que exhibe los valores más bajos en la función de pérdida.

Cuadro 4: Salidas de las KAN con indicadores directos de demanda

Modelo	Especificación	Pérdida en entrenamiento	Pérdida en testeo
Con tasa de desempleo			
[4,1]	$0.364\hat{\pi}_t^e - 0.021\hat{\mu}_t + 155.304 \log(0.007\Delta\hat{s}_t + 7.776) - 318.98$	0,188	0,216
[4,1,1]	$0.143\Delta\hat{s}_t + 0.364\hat{\pi}_t^e - 0.021\hat{\mu}_t - 0.445$	0,188	0,216
[4,2,1]	$-0.014\pi_{t-1} + 0.144\Delta\hat{s}_t + 0.369\hat{\pi}_t^e - 0.022\hat{\mu}_t - 0.45$	0,188	0,218
[4,3,1]	$-0.014\pi_{t-1} + 0.144\Delta\hat{s}_t + 0.369\hat{\pi}_t^e - 0.022\hat{\mu}_t - 0.4$	0,188	0,218
[4,4,1]	$-0.014\pi_{t-1} + 0.144\Delta\hat{s}_t + 0.369\hat{\pi}_t^e - 0.022\hat{\mu}_t - 0.45$	0,188	0,218
Con tasa de desempleo cíclico			
[4,1]	$0.003\pi_{t-1} + 0.131\Delta\hat{s}_t + 0.389\hat{\pi}_t^e - 0.149\hat{\mu}_{c,t} - 0.508$	0,187	0,210
[4,1,1]	$0.003\pi_{t-1} + 0.131\Delta\hat{s}_t + 0.389\hat{\pi}_t^e - 0.149\hat{\mu}_{c,t} - 0.508$	0,187	0,210
[4,2,1]	$-0.006\pi_{t-1} + 0.342x_3 - 0.114\hat{\mu}_{c,t} + 43.59\text{sen}(0.042\Delta\hat{s}_t + 4.777) + 43.1$	0,180	0,182
[4,3,1]	$0.003\pi_{t-1} + 0.131\Delta\hat{s}_t + 0.389\hat{\pi}_t^e - 0.149\hat{\mu}_{c,t} - 0.508$	0,187	0,210
[4,4,1]	$0.003\pi_{t-1} + 0.131\Delta\hat{s}_t + 0.389\hat{\pi}_t^e - 0.149\hat{\mu}_{c,t} - 0.508$	0,187	0,210

Nota: $\hat{\mu}_t$ denota la tasa de desempleo, $\hat{\mu}_{c,t}$ es la tasa de desempleo cíclica, $\Delta\hat{s}_t$ es la variación cambiaria, $\hat{\pi}_t^e$ es la expectativa de la inflación futura. Todas las variables están instrumentalizadas por el procedimiento descrito en la sección 3.2.

Aquí también resulta conveniente realizar la inferencia a partir de los resultados proporcionados por las KAN. Para evaluar las no linealidades reveladas, se estiman

regresiones lineales simples en las que las estructuras no lineales identificadas por las KAN se incorporan como variables que sustituyen a sus contrapartes lineales. De esta manera, en la especificación KAN [4,1] para el modelo con tasa de desempleo, se utiliza la expresión logarítmica de la variación cambiaria en lugar de la variación cambiaria lineal. Asimismo, en el modelo con desempleo cíclico, la especificación [4,2,1] incorpora la expresión trigonométrica en la variación del tipo de cambio, la cual se emplea como regresor.

Cuadro 5: Curvas de Phillips con tasas de desempleo

	Variable dependiente: π_t			
	(1)	(2)	(3)	(4)
π_{t-1}	0.101 (0.098)	0.117 (0.095)	0.101 (0.098)	0.089 (0.091)
$\Delta \hat{s}_t$	0.110*** (0.033)	0.100*** (0.033)		
$\log(0.007\Delta \hat{s}_t + 7.776)$			121.712*** (36.225)	
$\text{sen}(0.042\Delta \hat{s}_t + 4.777)$				41.922*** (10.012)
$\hat{\pi}_t^e$	0.322*** (0.083)	0.344*** (0.083)	0.322*** (0.083)	0.285*** (0.081)
$\hat{\mu}_t$	-0.023 (0.021)		-0.023 (0.021)	
$\hat{\mu}_{c,t}$		-0.184 (0.116)		-0.122 (0.112)
Constante	-0.390* (0.200)	-0.454** (0.199)	-250.026*** (74.199)	41.516*** (10.103)
Observaciones	71	71	71	71
R^2	0.610	0.618	0.610	0.657
R^2 ajustado	0.586	0.594	0.586	0.636
Error std de residuos (df = 66)	0.197	0.196	0.197	0.185
Estadístico F (df = 4; 66)	25.802***	26.649***	25.790***	31.565***

* ** ***
p p p < 0.01

El Cuadro 5 presenta los resultados de la estimación de cuatro modelos. Los modelos (1) y (2) corresponden a las curvas de Phillips lineales basadas en la tasa de desempleo y el desempleo cíclico, respectivamente. El modelo (3) representa la

mejor configuración de la curva de Phillips con la tasa de desempleo, identificada mediante las redes KAN. Los resultados indican que este modelo (3) exhibe un ajuste similar al de su versión lineal correspondiente (modelo 1). Por su parte, el modelo (4) ofrece una mejora marginal respecto al modelo (2) cuando se utiliza el desempleo cíclico.

Se observa que, al igual que en los modelos basados en indicadores de actividad económica, la inflación rezagada no contribuye de manera significativa a esta curva de Phillips trimestral. En contraste, tanto la variación cambiaria como las expectativas de inflación resultan estadísticamente relevantes, con un coeficiente de traspaso robusto que oscila entre el 10 y el 11 %.

Cuadro 6: *Coeficientes traspaso en modelos no lineales elegidos*

Depreciación del tipo de cambio	Coeficientes de traspaso	
	desempleo	desempleo cíclico
-1,787	0,110	-0,018
-0,787	0,110	0,056
0,213	0,110	0,129
1,213	0,109	0,203
2,213	0,109	0,276

Respecto a los modelos no lineales, el Cuadro 6 reporta los coeficientes de traspaso correspondientes al valor medio de la depreciación cambiaria (0,21 %), así como para valores incrementados o decrementados en 1 y 2 puntos porcentuales. Se observa que, en la curva de Phillips con tasa de desempleo, los coeficientes de traspaso se mantienen en el 11 %, dado que la no linealidad es débil. En cambio, en la curva de Phillips con desempleo cíclico, el coeficiente de traspaso aumenta desde el 13 % en su valor medio hasta el 28 % en casos de depreciación superior al 2 %, y resulta prácticamente nulo cuando el tipo de cambio se aprecia fuertemente.

4 Discusión

El modelo KAN posee un gran potencial para capturar funciones complejas y no lineales en la curva de Phillips. En este artículo, se busca identificar posibles no linealidades en dicha curva. Los resultados obtenidos para el caso peruano revelan que la no linealidad principal radica en la relación entre las variaciones cambiarias y la inflación, y no en las variables de actividad económica o la tasa de desempleo. En contraste, la literatura teórica y empírica sobre la curva de Phillips suele centrarse en no linealidades asociadas a estos indicadores de empuje de demanda, lo que hace que los hallazgos derivados de estas redes neuronales resulten particularmente reveladores.

Esta evidencia sugiere que, para Perú, el enfoque analítico debe priorizar la relación no lineal entre la inflación y la dinámica cambiaria, la cual implica un traspaso asimétrico hacia la inflación. Al respecto, la literatura empírica peruana ha explorado este aspecto, aunque generalmente fuera del marco de estimación estructural de la curva de Phillips, optando en su lugar por modelos de vectores autorregresivos. Un estudio pionero es el de Winkelried (2003), quien establece la existencia de asimetría en el traspaso. En regímenes de depreciación fuerte (superior al 2,5 %), el traspaso al IPC alcanza el 25 % a un año y el 36 % en el largo plazo, con una vida media de 10 meses. Esto difiere notablemente del 18 % a un año y del 24 % a largo plazo observados en depreciaciones débiles.

Por su parte, Pérez Forero y Vega (2015) distinguen entre choques positivos (depreciación) y negativos (apreciación) en la variación del tipo de cambio nominal, calculando funciones de respuesta al impulso asimétricas para la inflación del IPC. A diferencia de Winkelried (2003), este trabajo no examina asimetrías basadas en el tamaño de los choques (depreciaciones grandes versus pequeñas), sino que se concentra en la asimetría por signo del choque. Para un choque de depreciación del 1 %, el traspaso alcanza aproximadamente el 20 % a un año, en comparación con el 10 % para apreciaciones, lo que implica que el efecto de una depreciación

duplica en magnitud absoluta al de una apreciación.

Más recientemente, Rodríguez et al. (2024) emplean modelos VAR con parámetros variables en el tiempo y volatilidad estocástica (TVP-VAR-SV). Este enfoque captura implícitamente no linealidades mediante la variación temporal en los parámetros y la volatilidad de los choques, permitiendo que el traspaso se adapte dinámicamente a cambios en el entorno económico, como periodos de incertidumbre o regímenes inflacionarios, sin asumir relaciones lineales fijas. Sus resultados amplían el análisis del traspaso a dimensiones temporales y sectoriales, destacando un efecto de corto plazo superior al de largo plazo, mayor en importaciones y productores debido a la dolarización, y un resurgimiento pos-2009 exacerbado por choques externos y políticos.

5 Conclusión

El hallazgo principal de este estudio radica en la posible existencia de no linealidades en la relación entre la dinámica cambiaria y la inflación, lo que proporciona evidencia de un traspaso asimétrico, vinculado al tamaño de las depreciaciones. Esta conclusión se alinea con los hallazgos de los estudios revisados en la literatura, reforzando la idea de que las fluctuaciones cambiarias no impactan la inflación de manera uniforme.

Adicionalmente, resulta imperativo profundizar en el análisis de las curvas de inflación que incorporan el componente cíclico de la tasa de desempleo, mediante estimaciones más precisas y detalladas de la tasa de desempleo natural. Este enfoque permitiría capturar con mayor rigor las dinámicas subyacentes en economías como la peruana.

Un elemento que no se ha explorado exhaustivamente en este trabajo es la homogeneidad dinámica de las curvas de Phillips. No obstante, en el contexto específico de Perú, cualquier discusión detallada sobre esta propiedad debe considerar el sesgo estructural pequeño observado entre la inflación promedio de largo plazo y las expectativas promedio de largo plazo. Al incorporar este matiz, las

curvas de Phillips propuestas —particularmente aquella que utiliza la tasa de desempleo cíclica como indicador— exhiben evidencia clara de homogeneidad dinámica. Esto implica que, más allá de las fluctuaciones cíclicas, las variables reales no influyen en la inflación de largo plazo, la cual permanece anclada por la política monetaria.

En la agenda de investigación futura queda pendiente elucidar por qué se observa no linealidad en la depreciación cambiaria, pero no en la brecha de producto, a pesar de que ambos factores inciden en los costos marginales que sustentan la teoría neokeynesiana de la curva de Phillips. ¿Podría este fenómeno atribuirse a la dolarización de precios o a la mayor atención que los agentes económicos prestan a los movimientos del dólar durante episodios de alta depreciación? Estas interrogantes representan un terreno fértil para exploraciones subsiguientes.

6 Referencias

- Aquino, J. C. (2019). La curva de Phillips Neokeynesiana de una economía pequeña y abierta: Especificación, quiebres estructurales y robustez. *Revista Estudios Económicos*, (38), 43-59.
- Aguirre, J., Arrieta, J., Castillo, L., Florian, D., Ledesma, A., Martínez, J., Morales, V. & Vélez, A. (2022). *Modelo de proyección trimestral: una actualización hasta 2019*. Documento de Trabajo 2022-011. Banco Central de Reserva del Perú.
- Ascari, G., Castelnuovo, E., & Rossi, L. (2011). Calvo vs. Rotemberg in a trend inflation world: An empirical investigation. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 35(11), 1852-1867.
- Bacon, R. W. (1991). Rockets and feathers: the asymmetric speed of adjustment of UK retail gasoline prices to cost changes. *Energy economics*, 13(3), 211-218.
- Ball, L., & Mankiw, N. G. (1994). Asymmetric price adjustment and economic fluctuations. *The Economic Journal*, 104(423), 247-261.
- Ball, L., & Mazumder, S. (2011). *Inflation dynamics and the Great Recession*. Working Paper No. 17044. National Bureau of Economic Research
- Barrera, C. (2019). ¿Existe un tramo horizontal en la curva de Phillips? Perú 2005-2017. *Revista Estudios Económicos*, (38), 61-80.
- Caldara, D. and M. Iacoviello (2022). Measuring geopolitical risk. *American Economic Review* 112 (4), 1194–1225.
- Cristini, A. and P. Ferri (2021). Nonlinear models of the Phillips curve. *Journal of Evolutionary Economics* 31 (4), 1129–1155.
- Dancourt, O. (1992). *Desinflación ortodoxa y retraso cambiario en el Perú: Un modelo keynesiano*. Documentos de Trabajo 1992-102. Departamento de Economía, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Dancourt, O. (2013). Reglas de política monetaria y choques externos en una economía semidolarizada. *Economía*, 36(72), 91-116.
- Doser, A., R. Nunes, N. Rao, and V. Sheremirov (2023). Inflation expectations and nonlinearities in the Phillips curve. *Journal of Applied Econometrics* 38(4), 453–471.
- Liu, Z., Wang, Y., Vaidya, S., Ruehle, F., Halverson, J., Soljačić, M., Hou, T. Y., & Tegmark, M. (2024). *KAN: Kolmogorov-Arnold networks* (arXiv:2404.19756). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.19756>

- Pérez Forero, F., & Vega, M. (2015). *Asymmetric exchange rate pass-through: Evidence from Peru*. Documento de Trabajo 2015-011. Banco Central de Reserva del Perú.
- Roberts, J. M. (1995). New Keynesian Economics and the Phillips Curve. *Journal of Money, Credit and Banking* 27 (4), 975–984.
- Rodriguez, G., Castillo B., P., Calero, R., Salcedo Cisneros, R., & Ataurima Arellano, M. (2024). Evolution of the exchange rate pass-through into prices in Peru: An empirical application using TVP-VAR-SV models. *Journal of International Money and Finance*, 142, Article 103023.
- Rojas, Y. (2019). Una exploración de la estabilidad de la Curva de Phillips en el Perú. *Revista Estudios Económicos*, (38), 9-42. Banco Central de Reserva del Perú.
- Winkelried, D. (2003). ¿Es asimétrico el pass-through en el Perú?: Un análisis agregado. *Revista Estudios Económicos*, (10), 1-29. Banco Central de Reserva del Perú.

Apéndice

Cuadro A1: Variables originales

	Unidades	Fuente	Código en fuente
Variable trimestral			
Producto bruto interno (PBI)	Millones S/ 2007	BCRData	PN02538AQ
Variables mensuales			
Términos de intercambio de comercio exterior	Índice 2007 = 100	BCRData	PN38923BM
Tasa de Desempleo en Lima Metropolitana	Promedio móvil tres meses (porcentaje)	BCRData	PN38063GM
Tipo de cambio bancario - Venta	Fin de periodo (S/ por US\$)	BCRData	PN01218PM
Índice de Precios al Consumidor de Lima Metropolitana (IPC)	Índice Dic.2021 = 100	BCRData	PN38705PM
IPC Sin Alimentos y Energía	Índice Dic.2021 = 100	BCRData	PN38707PM
IPC Alimentos y Energía	Índice Dic.2021 = 100	BCRData	PN39521PM
Expectativa de Inflación a 12 meses	Porcentaje	BCRData	PD12912AM
Índice de riesgo geopolítica (GPR) para Perú	Porcentaje de artículos	<u>Caldara y Iacoviello (2022)</u>	GPRC_PER

Nota: Las series GPR de Caldara y Iacoviello están en <https://www.matteoiacoviello.com/gpr.htm>.

Cuadro A2: Resultados generales del procedimiento KAN

Modelo	Forma	Pérdida en entrenamiento	Pérdida en muestra de prueba
Con crecimiento del PBI			
[4,1]	Lineal	1.89e-01	2.19e-01
[4,1,1]	No lineal en tipo de cambio	1.80e-01	1.81e-01
[4,2,1]	Lineal	1.89e-01	2.19e-01
[4,3,1]	Lineal	1.89e-01	2.19e-01
[4,4,1]	Lineal	1.89e-01	2.19e-01
Con tasa de desempleo			
[4,1]	No lineal en tipo de cambio	1.88e-01	2.16e-01
[4,1,1]	Lineal	1.88e-01	2.16e-01
[4,2,1]	Lineal	1.88e-01	2.18e-01
[4,3,1]	Lineal	1.88e-01	2.18e-01
[4,4,1]	Lineal	1.88e-01	2.18e-01
Con tasa de desempleo cíclica			
[4,1]	Lineal	1.87e-01	2.10e-01
[4,1,1]	Lineal	1.87e-01	2.10e-01
[4,2,1]	No lineal en tipo de cambio	1.80e-01	1.82e-01
[4,3,1]	Lineal	1.87e-01	2.10e-01
[4,4,1]	Lineal	1.87e-01	2.10e-01
Con brecha del producto			
[4,1]	Lineal	2.12e-01	2.29e-01
[4,1,1]	Lineal	2.12e-01	2.29e-01
[4,2,1]	Lineal	1.88e-01	2.29e-01
[4,3,1]	No lineal en tipo de cambio	2.04e-01	1.76e-01
[4,4,1]	No lineal en expectativas	2.12e-01	2.41e-01

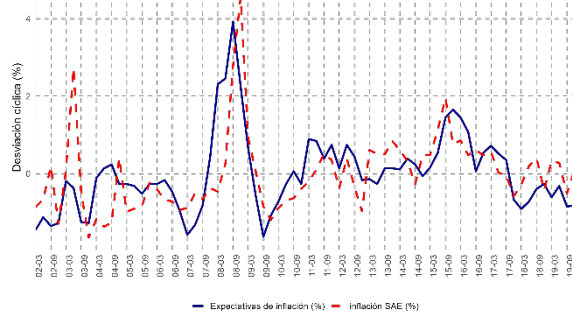
Cuadro A3: Regresiones para instrumentalizar

	Variable dependiente					
	dy	y_gap	ds	dpe12m	mu_f	mu_gap
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
rezago (dy, 1)	0.2** (0.1)					
rezago (y_gap, 1)		1.0*** (0.03)				
rezago (dpe12m, 1)				0.7*** (0.1)		
rezago (mu_f.sa, 1)					1.0*** (0.1)	
rezago (mu_gap, 1)						0.5*** (0.1)
dtot	0.04 (0.03)	0.02 (0.03)	-0.1** (0.1)	-0.02** (0.01)	-0.01 (0.02)	0.003 (0.01)
rezago (dtot, 1)	0.1** (0.03)	0.1** (0.03)	-0.1* (0.1)			
rezago (gprc_per, 1)	-1.4 (5.4)					
gprc_per		4.7 (5.3)	9.5 (11.1)	-3.6 (3.3)	-2.2 (7.8)	-1.4 (3.9)
Constante	0.8*** (0.2)	-0.3 (0.2)	0.3 (0.3)	0.8*** (0.2)	0.4 (0.6)	0.02 (0.1)
Observaciones	94	94	94	71	73	73
R ²	0.1	0.9	0.1	0.7	0.7	0.2
R ² ajustado	0.1	0.9	0.1	0.7	0.7	0.2
Errores estándar	1.2 (df = 89)	1.2 (df = 89)	2.5 (df = 90)	0.3 (df = 67)	0.8 (df = 69)	0.4 (df = 69)
Estadístico F	3.7*** (df = 4; 89)	218.5*** (df = 4; 89)	3.7* (df = 3; 90)	45.1*** (df = 3; 67)	57.9*** (df = 3; 69)	6.8*** (df = 3; 69)
*p**p***p<0.01						

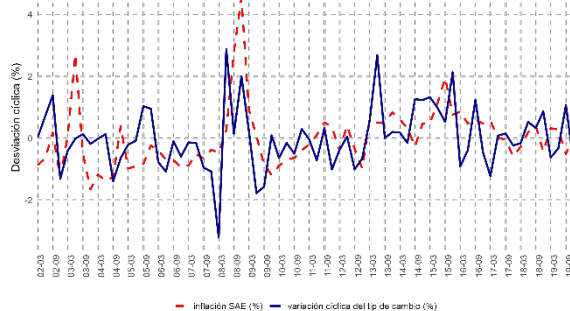
Nota: Las variables son dy = crecimiento del PBI, y_gap = brecha del producto, ds = variación porcentual del tipo de cambio, dpe12m = expectativas de inflación, mu_f = tasa de desempleo, mu_gap = desempleo cíclico, dtot = crecimiento trimestral de los términos de intercambio, gprc_per = índice de riesgo geopolítico de Caldara-Iacoviello..

Gráfico A1: Variables de la curva de Phillips

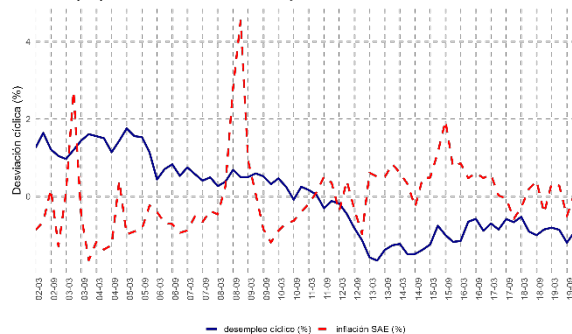
(A) Expectativas de inflación e inflación SAE



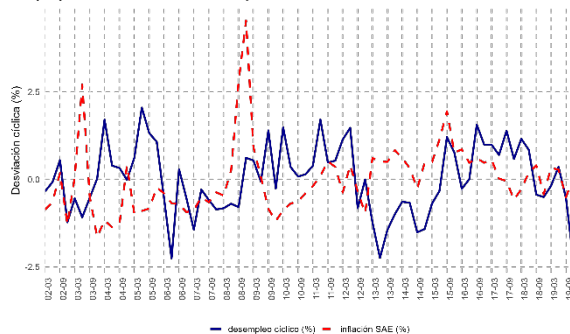
(B) Variación del tipo de cambio e inflación SAE



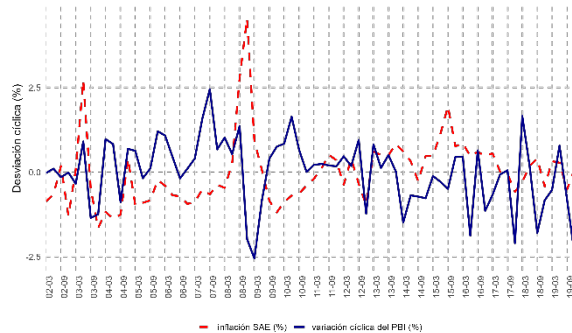
(C) Tasa de Desempleo e inflación SAE



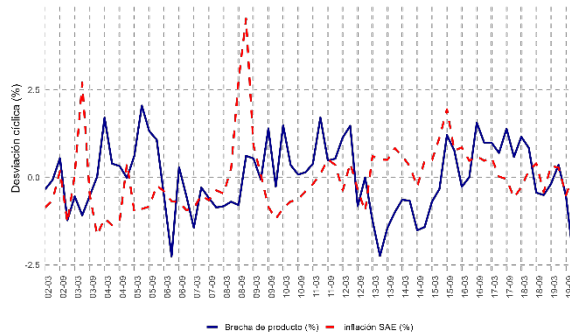
(D) Tasa de desempleo cíclica e inflación SAE



(E) Tasa de crecimiento del PBI e inflación SAE



(F) Brecha de producto e inflación SAE



Nota:

- (1) Todas las variables excepto el desempleo cíclico y la brecha de producto están estandarizadas con las medias y desviaciones de las muestras respectivas.
- (2) La brecha de producto y el desempleo cíclico están estandarizados por su desviación estándar.