



**Universidad Nacional de
Villarrica del Espíritu Santo**

Revista Científica

JULIO - DICIEMBRE 2025

ISSN 2618 - 0405

**VOL 9
Nº 2**

DINÁMICA DEL COMERCIO EXTERIOR Y EL ROL DE LA BANCA CENTRAL: UN ENFOQUE ECONOMETRICO PARA EL PARAGUAY (PERIODO 1994-2025)

*Foreign Trade Dynamics and the Central Bank's Role:
An Econometric Analysis for Paraguay (Period 1994-2025)*

Roger Román Armoa García

Carrera de Economía

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.

Universidad Americana

<https://orcid.org/0009-0008-9149-3619>

roger.armoa@alumno.ua.edu.py

Marcelo Echagüe Pastore

Carrera de Economía

.Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Universidad Americana

<https://orcid.org/0000-0002-7998-9784>

marcelo.echague@americana.edu.py

Fecha de recepción: 02/10/2025

Fecha de aprobación: 08/12/2025



Resumen

Este trabajo tiene como propósito analizar la evolución del comercio exterior del Paraguay mediante series mensuales de importación y exportación para el período 1994–2025. Estas series son clave para el Banco Central del Paraguay (BCP), ya que permiten monitorear el ingreso y salida de divisas, evaluar desequilibrios externos y anticipar impactos sobre el tipo de cambio, inflación y nivel de reservas internacionales.

El estudio tiene un enfoque cuantitativo y es de tipo correlacional. Se basa en series mensuales de importaciones y exportaciones del Paraguay, aplicando pruebas econométricas estándar y robustas, incluyendo ADF para verificar estacionariedad, test de ruptura estructural para detectar cambios de régimen, y análisis de normalidad, heterocedasticidad y autocorrelación en residuos.

El resultado más relevante se observa en el tramo 1994–2002, donde se encontró causalidad de Granger unidireccional desde las exportaciones hacia las importaciones, con evidencia significativa en rezagos de hasta cuatro períodos. En los otros dos segmentos (2009–2020 y 2020–2025) no se detectaron relaciones causales significativas en ninguna dirección, lo cual puede atribuirse a una menor sincronización de ambas series o al efecto de cambios estructurales más recientes.

Esto sugiere que durante la fase 1994–2002, el comportamiento del sector exportador pudo haber anticipado dinámicas de importación, posiblemente a través de ingresos de divisas o efectos comerciales sincronizados. Esto genera evidencia empírica útil para el BCP, mejorando su entendimiento de flujos comerciales y aumentando su capacidad de actuación en materia de política monetaria, crediticia y cambiaria.

Palabras clave: Comercio Exterior; Paraguay; Causalidad de Granger; VAR; Econometría Aplicada



Abstract

The purpose of this paper is to analyze the evolution of Paraguay's foreign trade through monthly imports and exports series for the period 1994–2025. These series are key for the Central Bank of Paraguay (BCP), since they allow for a better monitoring of the inflows and outflows of foreign currency, evaluating external imbalances and anticipating impacts on the exchange rate, inflation and level of international reserves.

The study has a quantitative approach and is correlational in nature. It is based on monthly series of imports and exports from Paraguay, applying standard and robust econometric tests, including ADF to verify for stationarity, structural breakdown tests to detect regime changes, while analyzing for normality, heteroskedasticity and residuals autocorrelation.

The most relevant result is observed in the 1994–2002 period, where unidirectional Granger causality was found from exports to imports, with significant evidence in lags of up to four periods. In the other two segments (2009–2020 and 2020–2025), no significant causal relationships were detected in either direction. This can be attributed to a lower synchronization of both series or the effect of more recent structural changes.

This suggests that during the 1994–2002 phase, the behavior of the exporting sector may have anticipated import dynamics, possibly through foreign exchange earnings or synchronized trade notes. This generates useful empirical evidence for the BCP, as it improves its understanding of trade flows while increasing its capacity to act timely in monetary, credit and exchange rate policies.

Keywords: Foreign Trade; Paraguay; Granger Causality; VAR; Applied Econometrics

Introducción

El comercio exterior del Paraguay, compuesto principalmente por productos agrícolas, manufacturas livianas y energía eléctrica, constituye un pilar clave para la economía nacional en general y el Banco Central del Paraguay (BCP) en particular, conforme a su política monetaria, crediticia y cambiaria.

A pesar de su relevancia macroeconómica, los estudios empíricos

sobre la dinámica estadística de estas series temporales suelen limitarse a agregados anuales o enfoques estructurales. La falta de un análisis continuo o de menor corte temporal para los datos de comercio exterior conlleva un problema de política pública, al desconocerse cuantitativamente el grado de vinculación existente entre la balanza comercial y los instrumentos de política monetaria y cambiaria que dispone



actualmente el BCP. Este trabajo propone entonces realizar una evaluación econométrica de las series mensuales de importaciones y exportaciones para el periodo 1 de febrero de 1994 a 1 de julio 2025 en Paraguay. Todo ello con el objetivo primordial de investigar si las condiciones estadísticas fundamentales como estacionariedad, homocedasticidad y normalidad se cumplen y permiten avanzar hacia modelos de inferencia robusta. La obtención de estos últimos permitiría así que el BCP tenga un mejor marco de actuación en tiempo real para evaluar desequilibrios externos y anticipar impactos sobre el tipo de cambio, inflación y el nivel de reservas monetarias internacionales (RMI).

A través de la identificación de quiebres estructurales y la segmentación temporal, se analizan entonces aquellos tramos temporales más estables, destacando la importancia de separar sectores estructuralmente distintos – tales como el eléctrico – a fin de evitar distorsiones en el diagnóstico.

Materiales y métodos

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo y de tipo correlacional, centrado en evaluar la calidad estadística de las series de importaciones y exportaciones del Paraguay durante el periodo 1 de febrero de 1994 al 1 de julio

2025, con el fin de determinar si estas son aptas para inferencias econométricas rigurosas. Se utilizan para el efecto técnicas univariantes, aplicadas mediante el software Stata 14, con énfasis en el diagnóstico visual y cuantitativo de las propiedades estadísticas necesarias para futuras modelaciones multivariadas.

Respecto a los datos y fuentes, este trabajo se basa en datos mensuales de importaciones y exportaciones paraguayas medidas en términos de valor FOB y dólares estadounidenses (USD). Las fuentes oficiales utilizadas provienen del BCP, a través del apartado COMEX, que publica estadísticas sistemáticas del comercio internacional desde el año 1994 hasta la actualidad. Este apartado agrupa información clasificada por régimen, partida arancelaria, rubro, país de origen o destino, y tipo de bien, garantizando homogeneidad y cobertura temporal suficiente para llevar a cabo un análisis de series temporales. De igual forma fue necesario realizar ajustes para consolidar los datos en una frecuencia mensual limpia, continua y estructurada. Tales tareas de limpieza y transformación de datos se resumen en: agrupamiento por año y mes; conversión y normalización de valores FOB; identificación y remoción de valores atípicos severos; y finalmente segmentación cronológica para estudios de estacionariedad y estabilidad estructural.



En materia de metodología econométrica, la misma consiste básicamente en los siguientes pasos:

1. Limpieza de datos: Se realiza una depuración inicial para asegurar la continuidad temporal de las series mensuales y la consistencia de los valores FOB, con remoción de valores atípicos extremos.
2. *Descomposición de series*: Se utiliza un modelo aditivo clásico para descomponer las series en componentes de tendencia, estacionalidad y parte irregular. Esto permite identificar patrones sistemáticos y comportamientos no modelables directamente.
3. *Identificación de quiebres estructurales*: A través de análisis

visuales y segmentación cronológica, se detectan quiebres en la evolución de las series. Esto motiva el análisis por tramos relativamente homogéneos.

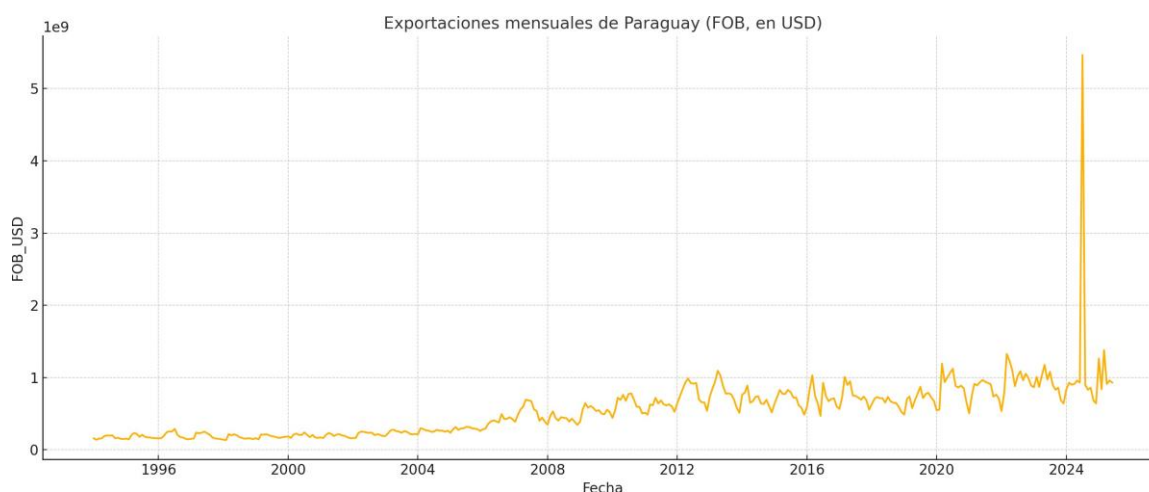
4. *Diagnóstico por segmento*: Se aplican pruebas estadísticas por tramo, incluyendo pruebas de estacionariedad (Dickey-Fuller aumentada); pruebas de heterocedasticidad (ARCH LM test); pruebas de normalidad (Jarque-Bera); y análisis de autocorrelación (ACF, PACF).

5. *Evaluación de la aptitud para inferencia*: A partir de los resultados del diagnóstico, se clasifican los segmentos según su estabilidad estadística, indicando cuales son aptos para aplicar inferencias validas y cuáles no.

Resultados y discusión

Como se muestra en la Figura 1, el análisis de la serie de exportaciones paraguayas presenta una tendencia creciente a lo largo del periodo 1994–2025, con caídas pronunciadas en ciertos tramos, posiblemente asociadas a *shocks* económicos o crisis internacionales (e.g. crisis financiera global de 2008 o pandemia del COVID-19). Se observan también patrones estacionales y repuntes estructurales en ciertos años que ameritan un análisis econométrico más detallado.

Figura 1: Exportaciones mensuales de Paraguay (FOB, en USD)



Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Para identificar los valores atípicos (*outliers*) en la serie de exportaciones FOB mensuales, se utilizó el criterio del rango intercuartílico (IQR). Se calcularon el primer cuartil (Q1) y el tercer cuartil (Q3), y se determinó el rango intercuartílico como $IQR = Q3 - Q1$. Se definieron como *outliers* aquellos valores que se encontraban fuera del intervalo:

$$[Q1 - 1,5(IQR); Q3 + 1,5(IQR)]$$

En la Figura 2, los puntos rojos representan los meses cuyas exportaciones FOB se encuentran significativamente por encima o por debajo del rango esperado. Estos eventos pueden corresponder a *shocks* económicos, operaciones extraordinarias de exportación o errores de medición, y ameritan un análisis puntual adicional.

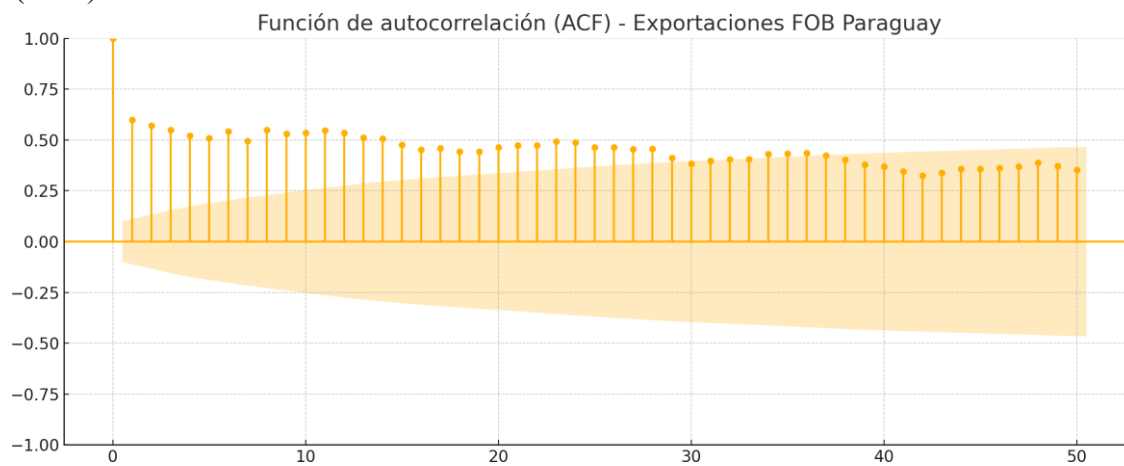
Figura 2: Exportaciones mensuales de Paraguay con *outliers* identificados (puntos rojos)



Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

La Figura 3 muestra la función de autocorrelación (ACF) de la serie de exportaciones mensuales de Paraguay. Se observan correlaciones significativamente distintas de cero en varios rezagos, lo cual indica que la serie presenta dependencia temporal y no se comporta como ruido blanco. Este comportamiento sugiere la existencia de una estructura interna persistente, posiblemente asociada a tendencias, ciclos estacionales u otras dinámicas económicas. Dado este resultado, es razonable aplicar pruebas formales de estacionariedad (como ADF o PP) y considerar modelos econométricos dinámicos (ARIMA, VAR o VECM) que tengan en cuenta la memoria temporal de la serie.

Figura 3: Función de autocorrelación (ACF) para exportaciones mensuales paraguayas (FOB)

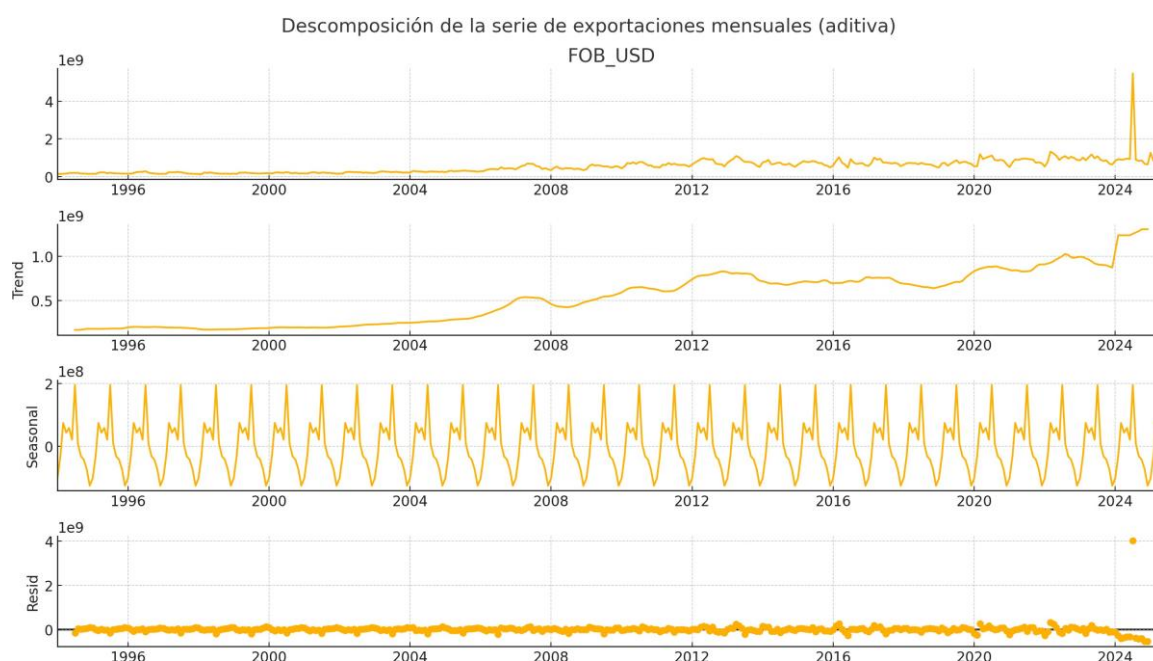


Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Para identificar patrones internos en la serie, se aplicó una descomposición aditiva clásica, separando la serie de exportaciones mensuales en tres componentes: tendencia, estacionalidad y residuo. Este procedimiento utiliza una frecuencia mensual explícita y permite visualizar (1) la evolución estructural del comercio exterior paraguayo a lo largo del tiempo (Tendencia); (2) las fluctuaciones cíclicas regulares (Estacionalidad, por ejemplo repuntes sistemáticos en ciertos meses del año); y (3) variaciones no explicadas por los componentes anteriores, incluyendo *shocks* o eventos atípicos (Residuo).

Como se aprecia en la Figura 4, la serie exhibe una clara estructura estacional, lo cual es fundamental al momento de seleccionar modelos econométricos adecuados. Este análisis apoya la inclusión de variables *dummies* estacionales o el uso de modelos SARIMA/VECM con términos de estacionalidad.

Figura 4: Descomposición aditiva de la serie de exportaciones mensuales de Paraguay (FOB)

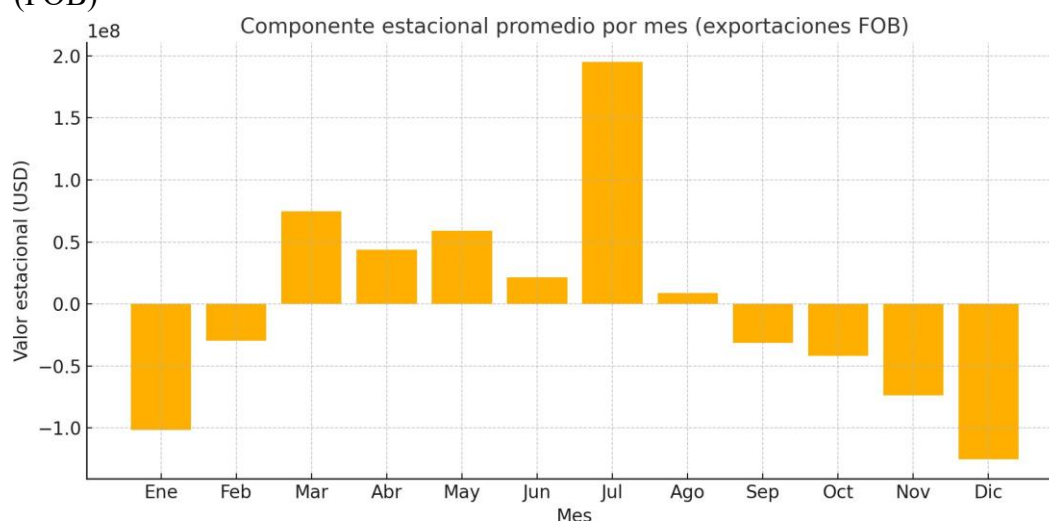


Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

La Figura 5 presenta el componente estacional medio de las exportaciones paraguayas, calculado a partir de la descomposición aditiva de la serie. Este componente revela patrones mensuales sistemáticos, por ejemplo los meses de julio y marzo que presentan desviaciones positivas persistentes, mientras que diciembre y enero exhiben efectos

estacionales negativos. Estos patrones podrían vincularse a factores climáticos, campañas agrícolas o dinámicas de los mercados internacionales.

Figura 5: Componente estacional mensual promedio de exportaciones paraguayas (FOB)



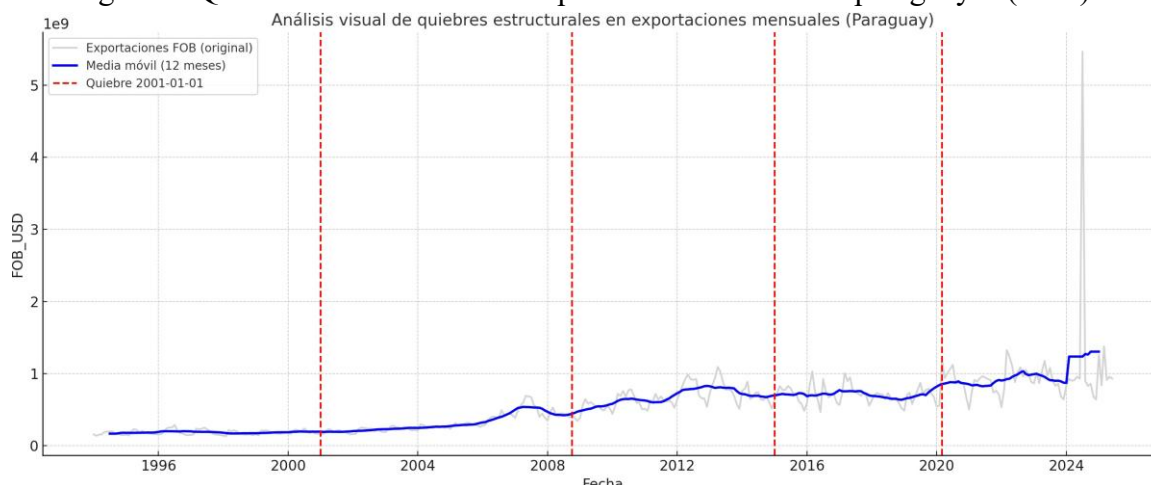
Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

La Figura 6 muestra un análisis visual de posibles quiebres estructurales en la serie de exportaciones FOB de Paraguay. Para facilitar la identificación de cambios de régimen, se aplicó una media móvil centrada de 12 meses, lo que permite suavizar la serie y revelar tendencias subyacentes. Se identificaron visualmente cuatro posibles quiebres estructurales, marcados con líneas rojas punteadas:

- Enero 2001: posibles efectos de la crisis bancaria regional.
- Octubre 2008: colapso financiero global y caída del comercio mundial.
- Enero 2015: desaceleración del ciclo de *commodities* y efecto regional.
- Marzo 2020: impacto inmediato de la pandemia de COVID-19.

Estos puntos de ruptura representan momentos críticos donde la tendencia o dinámica de exportaciones cambiaron de forma abrupta, y sirven como base para una posible estimación de modelos segmentados o la aplicación futura de tests formales (*e.g.* Bai-Perron, Chow).

Figura 6: Quiebres estructurales en exportaciones mensuales paraguayas (FOB)



Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Para evitar el sesgo causado por rupturas estructurales, se decidió aplicar el test de Dickey–Fuller aumentado (ADF) de forma segmentada, utilizando los intervalos definidos por los quiebres visuales identificados anteriormente. Cada segmento fue evaluado individualmente en su forma original (nivel), sin diferenciación. El test ADF tiene como hipótesis nula la presencia de una raíz unitaria, es decir, que la serie no es estacionaria. Rechazar la hipótesis nula implica que la serie es estacionaria en ese segmento.

En la Tabla 2 se observa entonces que:

- Entre 1994 y 2015, los p-valores son superiores al umbral usual de 5%, por lo que no se puede rechazar la hipótesis de no estacionariedad.
- A partir de 2015, los p-valores caen por debajo del umbral, indicando que las series se comportan como estacionarias.

Tabla 1: Resultados del test ADF aplicados por segmento según quiebres estructurales

Segmento	N obs.	Estadístico ADF	p-valor	¿Rechaza H_0 ?
1994-01-01 a 2001-01-01	84	-1.951	0.3087	No
2001-01-01 a 2008-10-01	93	-1.768	0.3963	No
2008-10-01 a 2015-01-01	75	-1.686	0.4381	No
2015-01-01 a 2020-03-01	62	-4.836	0.0000	Sí
2020-03-01 a 2025-06-01	63	-7.646	0.0000	Sí

Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Este cambio sugiere un posible cambio de régimen estructural en la dinámica de las exportaciones, y apoya la hipótesis de un sistema más estabilizado en los últimos años. En cuanto a la validez estadística, todos los segmentos analizados contienen entre 60 y 93 observaciones mensuales, lo cual es adecuado para la aplicación del test ADF. Aunque muestras mayores otorgan más poder de predicción, estos tamaños son suficientemente robustos para realizar inferencias confiables dentro de cada régimen.

Para evaluar la presencia de heterocedasticidad en la serie de exportaciones FOB, se aplicó el test de Breusch–Pagan de forma segmentada, utilizando los mismos tramos definidos por los quiebres estructurales visuales. Este test examina si la varianza de los residuos de un modelo lineal varía de forma sistemática con los regresores.

Los resultados se resumen en la Tabla 2, donde se observa que los segmentos comprendidos entre 2001 y 2015 presentan evidencia estadística significativa de heterocedasticidad, posiblemente asociada a *shocks* externos o mayor volatilidad del comercio durante esos años. En cambio, los tramos iniciales (1994–2001) y recientes (2015–2025) no presentan signos de variación sistemática en la varianza, y se comportan de forma más estable.

Tabla 2: Test de heterocedasticidad de Breusch–Pagan por segmento (quiebres visuales).

Segmento	N obs.	p-valor	¿Heterocedasticidad?
1994-01-01 a 2001-01-01	84	0.3625	No
2001-01-01 a 2008-10-01	93	0.0017	Sí
2008-10-01 a 2015-01-01	75	0.0297	Sí
2015-01-01 a 2020-03-01	62	0.3126	No
2020-03-01 a 2025-06-01	63	0.2286	No

Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Para evaluar la hipótesis de normalidad en los residuos del modelo lineal aplicado a cada segmento, se utilizó el test de Jarque-Bera. Un p-valor inferior a 0,05 indica una desviación significativa respecto a la normalidad. Como se resume en la Tabla 3, los residuos de los segmentos 2008–2015 y 2015–2020 no presentan evidencia estadística de no normalidad, lo cual sugiere que los supuestos clásicos del modelo lineal se cumplen. En contraste, los tramos 1994–2001, 2001–2008 y 2020–2025 muestran claras desviaciones, posiblemente asociadas a eventos atípicos, *shocks* extremos o errores de especificación. Esto justifica considerar correcciones robustas, transformaciones o incluso modelos no lineales para estos periodos.

Tabla 3: Test de normalidad de Jarque–Bera sobre los residuos de cada segmento

Segmento	N obs.	p-valor	¿Normalidad?
1994-01-01 a 2001-01-01	84	0.0167	No
2001-01-01 a 2008-10-01	93	0.0000	No
2008-10-01 a 2015-01-01	75	0.2196	Sí
2015-01-01 a 2020-03-01	62	0.4178	Sí
2020-03-01 a 2025-06-01	63	0.0000	No

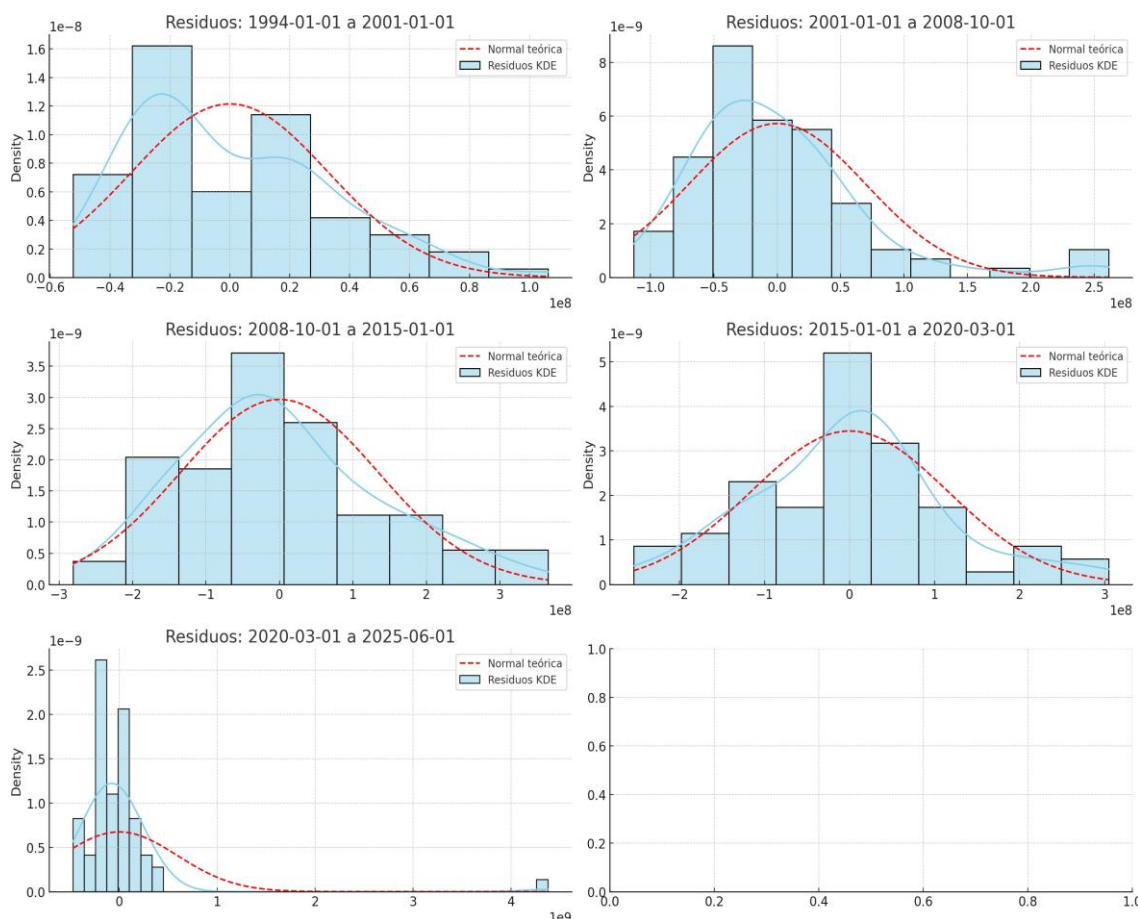
Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

En la Figura 7, se presentan los histogramas de residuos de los modelos lineales ajustados para cada segmento temporal definido por los quiebres estructurales. Este análisis permite visualizar de forma directa el grado de ajuste de los residuos a una distribución normal, lo cual es un supuesto clave en modelos clásicos de regresión lineal. El comportamiento observado en cada segmento es entonces el siguiente:

- 1994–2001: la distribución de los residuos presenta asimetría y colas gruesas, con evidencia clara de no normalidad.
- 2001–2008: se observa una forma fuertemente leptocúrtica (pico alto), con colas más pesadas que una normal, lo que sugiere fuerte desviación.
- 2008–2015: los residuos siguen razonablemente bien una distribución normal, sin asimetrías marcadas ni curtosis excesiva.
- 2015–2020: se mantiene un buen ajuste visual a la curva normal, lo que coincide con los resultados del test de Jarque–Bera.
- 2020–2025: el histograma presenta forma aguda, con exceso de curtosis y posibles valores extremos, indicando no normalidad.

Estos resultados refuerzan la idea de que la validez de los supuestos clásicos varía entre regímenes, y justifican el uso de modelos con errores robustos o transformaciones en los segmentos donde los residuos no son gaussianos.

Figura 7: Distribución de residuos del modelo lineal por segmento



Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Para corregir la no normalidad observada en los residuos del modelo lineal (ver Tabla 3), se aplicó la transformación de Box-Cox a la variable dependiente FOB_t en cada uno de los segmentos problemáticos (1994–2001, 2001–2008 y 2020–2025). Como se muestra en la Tabla 4, la transformación fue efectiva para los segmentos 1994–2001 y 2001–2008, donde los residuos ahora presentan una distribución aceptable bajo supuestos de normalidad (p-valor (0.05)).

Sin embargo, en el segmento 2020–2025 la transformación no logró normalizar los residuos, lo cual sugiere que los datos de este periodo podrían estar afectados por valores extremos o cambios estructurales abruptos. Para este caso se recomienda considerar modelos con errores t-Student o enfoques no paramétricos.

Tabla 4: Corrección de la no normalidad de residuos mediante transformación Box–Cox

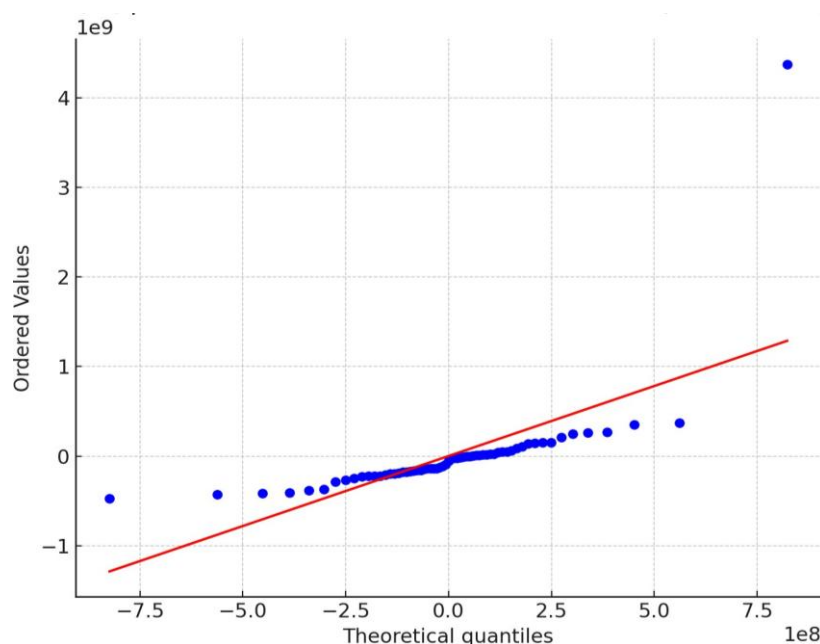
Segmento	Transformación aplicada	p-valor JB	¿Normalidad corregida?
1994–2001	Box–Cox ($\lambda = -1,13$)	0.2687	Sí
2001–2008	Box–Cox ($\lambda = -0,61$)	0.3790	Sí
2020–2025	Box–Cox ($\lambda = -1,00$)	0.0000	No

Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Dado que la transformación Box–Cox no logró normalizar los residuos del segmento 2020–2025, se optó por ajustar una distribución t-Student a dichos residuos. Esta distribución permite capturar comportamientos con colas gruesas y mayor curtosis, características observadas en los errores de este tramo.

En la Figura 8 se muestra el gráfico Q–Q comparando cuantiles empíricos con los cuantiles teóricos de la distribución t-Student ajustada. El ajuste visual muestra una mejora significativa respecto a la normal: los cuantiles se alinean mejor a lo largo del eje diagonal, especialmente en las colas. Este resultado respalda el uso de modelos que asuman errores distribuidos como t-Student o técnicas robustas para este tramo, en lugar de transformaciones clásicas que resultaron insuficientes. Por tanto, el tramo 2020–2025 puede ser modelado de manera más adecuada bajo una distribución t-Student para los errores, mejorando así la validez inferencial sin necesidad de eliminar observaciones atípicas.

Figura 8: Q-Q plot de residuos del modelo lineal (2020–2025) Vs. Distribución t-Student ajustada



Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

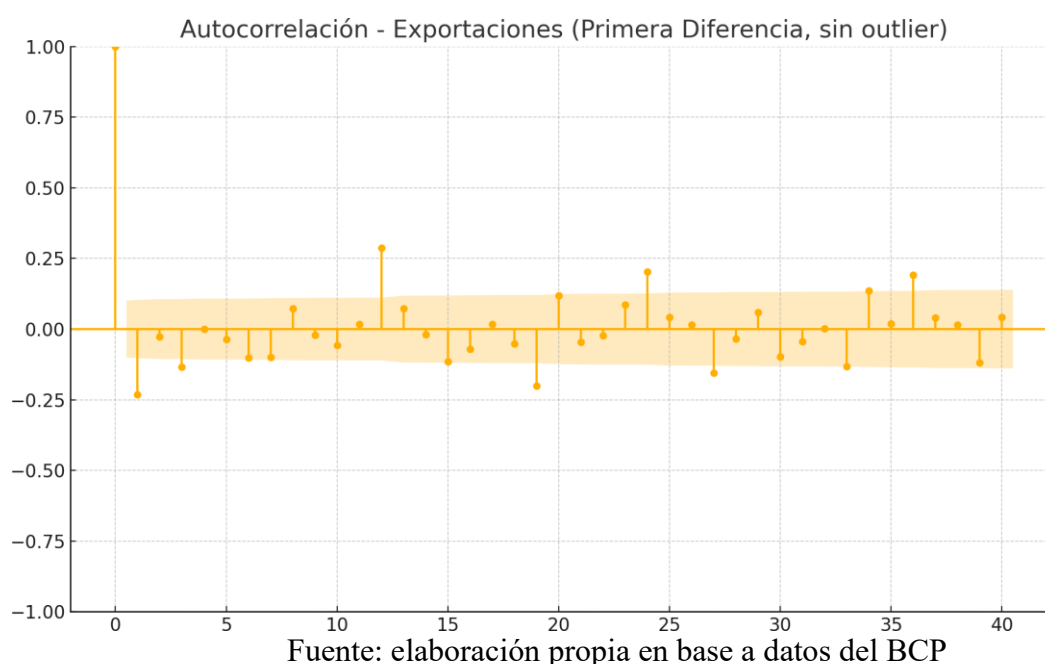
Los segmentos 2008–2015 y 2015–2020 no presentaron evidencia estadística de no normalidad, por lo que no requirieron corrección. En los tramos 1994–2001 y 2001–2008, la transformación de Box–Cox permitió ajustar los residuos a una distribución compatible con la normalidad. Para el segmento 2020–2025, donde la transformación no fue suficiente, se optó por un ajuste mediante una distribución t-Student, que ofrece un mejor alineamiento visual de los cuantiles y representa una solución robusta ante curtosis elevada y colas pesadas.

Durante el análisis preliminar de la serie de exportaciones mensuales en dólares (FOB), se detectó una fuerte autocorrelación en niveles, evidenciada en el gráfico de la función de autocorrelación (ACF), lo cual indicaba la presencia de una estructura de dependencia temporal que invalida la suposición de errores no correlacionados requerida para inferencia estadística confiable en modelos tradicionales.

Para corregir este problema, se aplicó la transformación por primera diferencia, a fin de eliminar las tendencias estocásticas, estabilizar la media de la serie y reducir significativamente la autocorrelación. La Figura 9 muestra la función de autocorrelación posterior a la aplicación de la primera diferencia. Puede observarse que la autocorrelación

ha sido prácticamente eliminada, cumpliéndose así la condición de independencia temporal. Como resultado, la serie transformada es apta para ser utilizada en modelos de series temporales estacionarias como VAR o para estimaciones de relaciones de corto plazo mediante regresiones dinámicas.

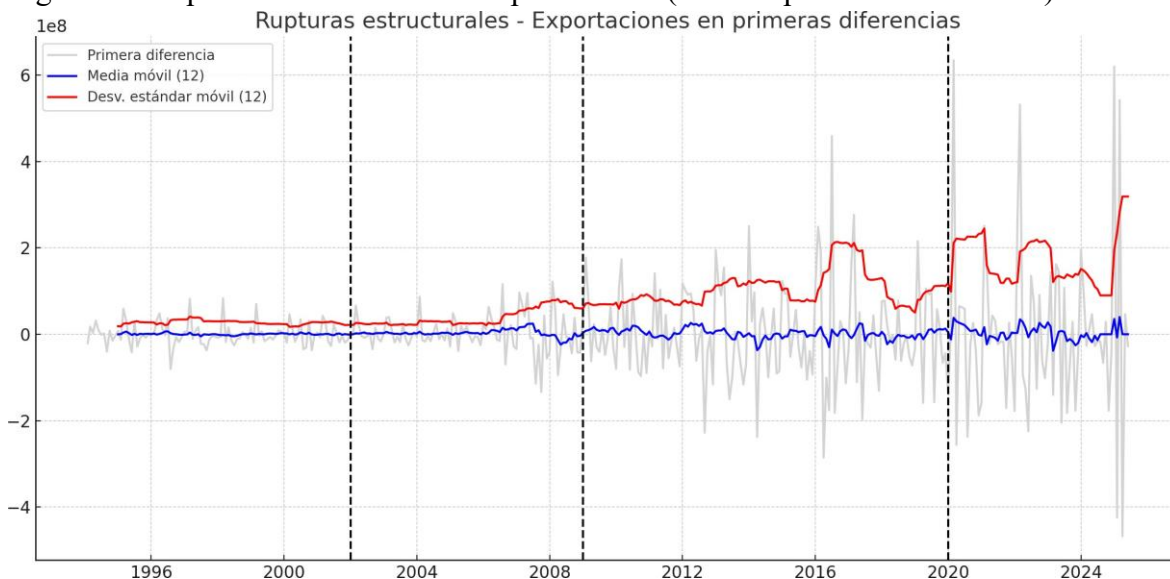
Figura 9: Corrección de autocorrelación en exportaciones mediante primera diferencia



La Figura 10 muestra la serie de exportaciones en primeras diferencias, junto con las medias móviles y desviaciones estándar móviles calculadas con una ventana de 12 meses. Esta representación permite visualizar la presencia de rupturas estructurales en la dinámica de la serie. Las líneas verticales punteadas indican tres eventos claves que motivan la segmentación de la serie, con cambios notorios en la media y volatilidad:

- Enero 2002: efectos regionales derivados de la crisis argentina.
- Enero 2009: consecuencia de la crisis financiera global.
- Enero 2020: interrupciones causadas por la pandemia del COVID-19.

Figura 10: Rupturas estructurales en exportaciones (serie en primeras diferencias)



Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

A fin de confirmar la validez inferencial de cada segmento, se aplicó el test de Dickey-Fuller aumentado (ADF) para evaluar la estacionariedad de la serie en cada tramo. Los resultados se muestran en la Tabla 5, donde los cuatro segmentos parecen cumplir con la condición de estacionariedad, validando así el uso de modelos lineales y permitiendo inferencias econométricas legítimas dentro de cada tramo.

Tabla 5: Resultados del test ADF por segmento en exportaciones (primeras diferencias)

Segmento	ADF	p-value	¿Estacionaria?
1994-02 a 2002-01	0.0003		Sí
2002-01 a 2009-01	0.0000		Sí
2009-01 a 2020-01	0.0000		Sí
2020-01 a 2025-07	0.0000		Sí

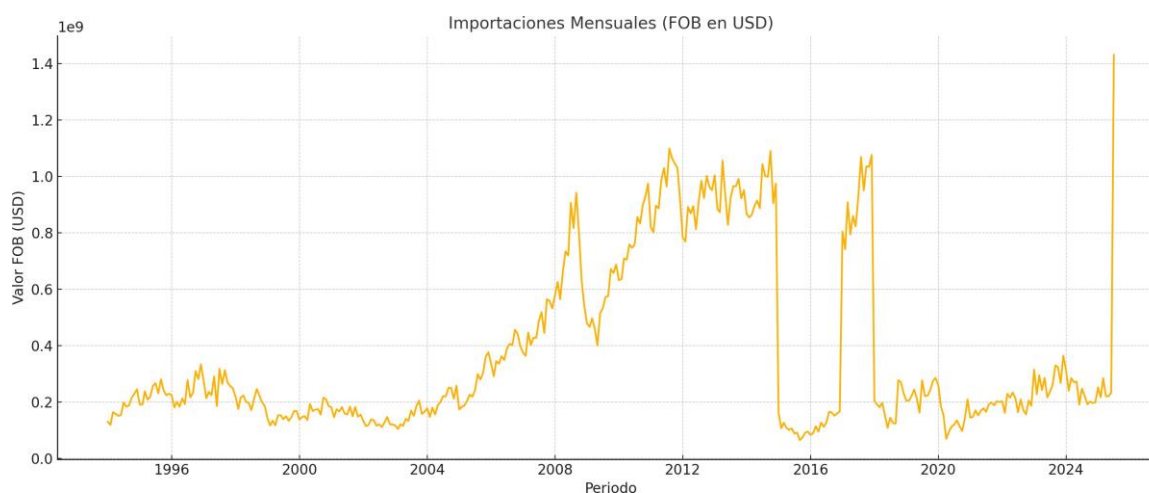
Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Para el caso de las importaciones, la Figura 11 presenta la evolución mensual del valor de las importaciones paraguayas, expresada en términos de valor FOB (en dólares estadounidenses), para el periodo comprendido entre enero 1994 y junio 2025. El gráfico muestra una tendencia general al alza con marcadas fluctuaciones estacionales y

perturbaciones atribuibles a choques externos o internos (*e.g.* crisis financieras, variaciones en precios internacionales o políticas comerciales).

Se destaca además la presencia de picos y caídas pronunciadas que sugieren la necesidad de un análisis más detallado sobre la existencia de rupturas estructurales o efectos transitorios. Este gráfico constituye así un insumo clave para evaluar la dinámica del comercio exterior paraguayo y orientar decisiones de política económica, especialmente por parte del BCP.

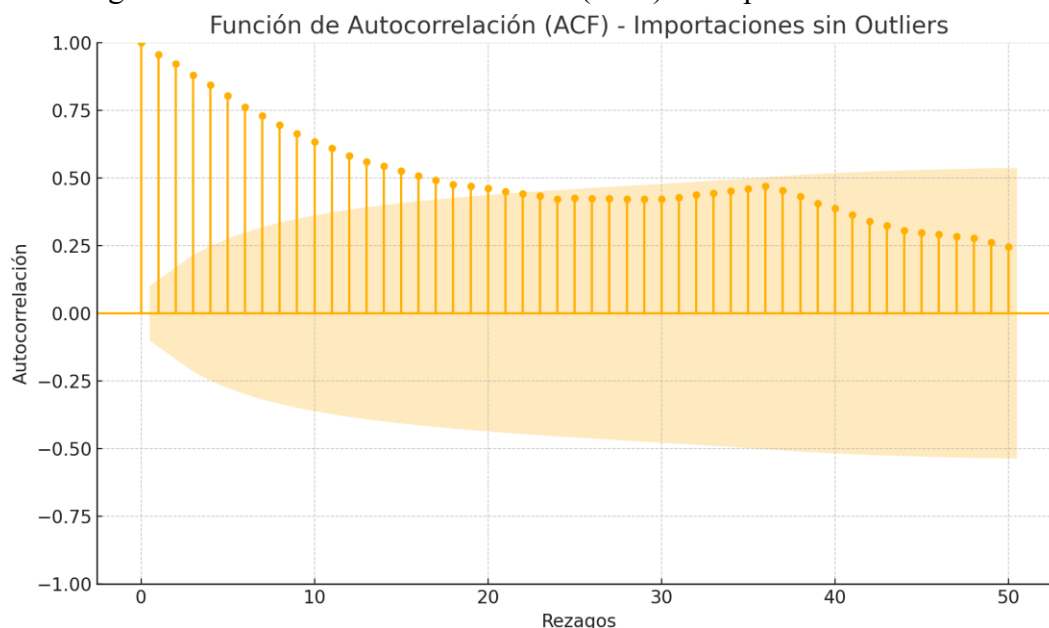
Figura 11: Evolución mensual de las importaciones paraguayas (FOB en USD)



Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Una vez depurada la serie mediante la eliminación de *outliers*, se calculó la función de autocorrelación (ACF) hasta 50 rezagos, con el propósito de examinar la estructura de dependencia temporal en la serie. La Figura 12 muestra una fuerte autocorrelación en los primeros rezagos, lo que indica que los valores actuales de las importaciones mensuales están significativamente correlacionados con sus valores pasados. Este patrón es característico de procesos temporales con memoria, como los procesos autorregresivos (AR). La presencia de autocorrelación sugiere que la serie contiene información dinámica aprovechable para la modelización y predicción, aunque antes de proceder es necesario evaluar su estacionariedad.

Figura 12: Función de autocorrelación (ACF) de importaciones mensuales sin *outliers*

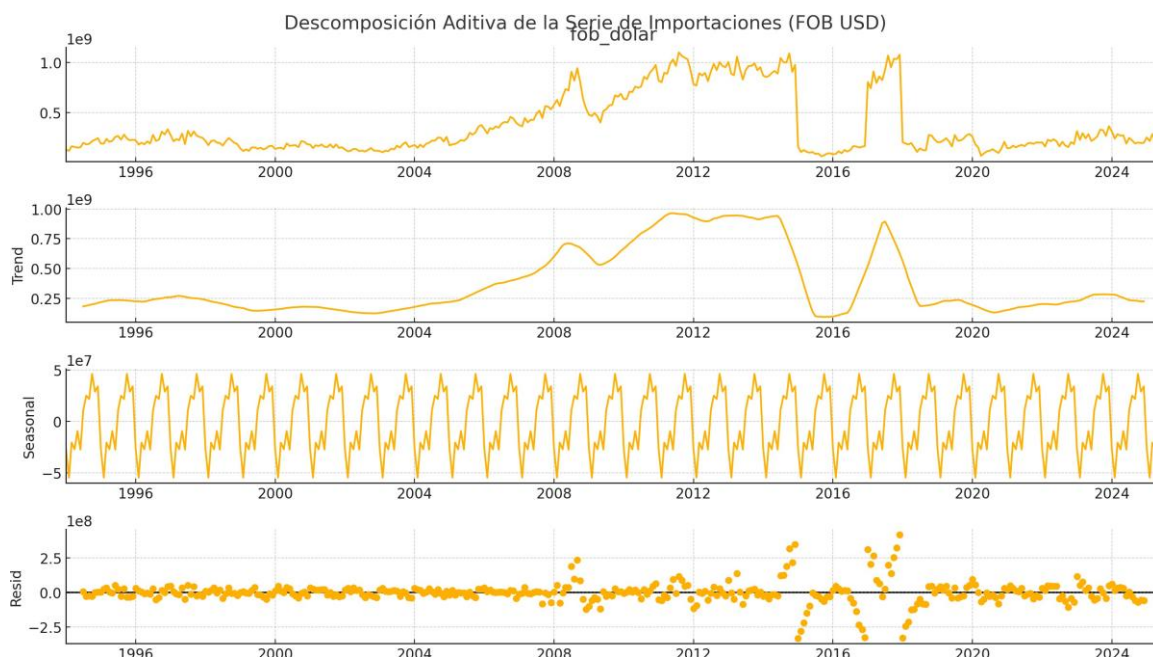


Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Por otro lado, la Figura 13 muestra la descomposición aditiva de la serie temporal mensual de importaciones paraguayas, expresada en valor FOB (en USD). Esta técnica permite separar la serie original en tres componentes principales:

- **Tendencia (*Trend*):** refleja la evolución de largo plazo del nivel de importaciones, filtrando las variaciones estacionales y aleatorias. La tendencia observada indica un crecimiento sostenido con algunas interrupciones temporales.
- **Estacionalidad (*Seasonality*):** representa patrones sistemáticos que se repiten anualmente en la misma época del año. En el caso de Paraguay, se observan picos y caídas cíclicas coherentes con periodos de alta demanda comercial o efectos del calendario fiscal.
- **Componente irregular o residuo (*Residual*):** captura la variación no explicada por la tendencia ni por la estacionalidad. Este componente refleja perturbaciones transitorias, choques externos y errores de medición.

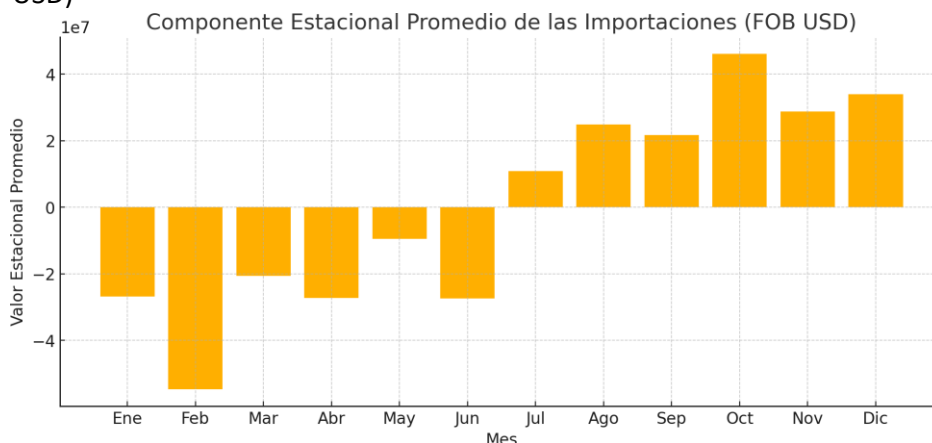
Figura 13: Descomposición aditiva de importaciones paraguayas (FOB en USD)



Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

La Figura 14 revela la presencia de una estacionalidad sistemática en las importaciones paraguayas, en donde ciertos meses del año (e.g. cierre fiscal, alta actividad comercial por actividades navideñas, alta importación de insumos agrícolas en periodos a la siembra, etc.) presentan consistentemente valores por encima del promedio, mientras que otros muestran caídas recurrentes.

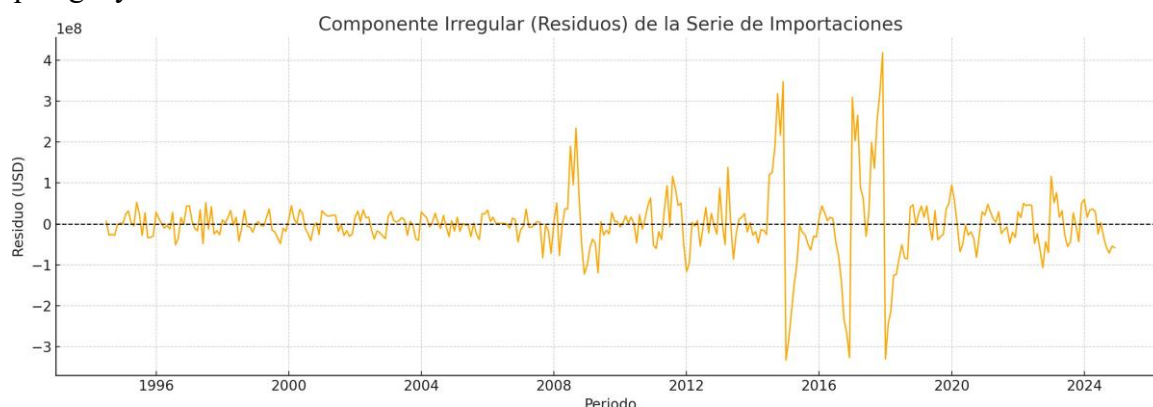
Figura 14: Componente estacional promedio de importaciones paraguayas (FOB en USD)



Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Así también, la Figura 15 presenta el comportamiento del componente irregular de la serie de importaciones paraguayas, obtenido mediante descomposición aditiva. Este residuo representa la porción de la serie original que no puede ser explicada ni por la tendencia de largo plazo ni por la estacionalidad sistemática. Los residuos capturan esencialmente el comportamiento impredecible o errático de la serie, reflejando la ocurrencia de eventos no recurrentes o choques transitorios (*e.g.* reformas regulatorias o tributarias que afectan el comercio exterior, eventos globales inesperados, etc.).

Figura 15: Componente irregular (residuos) de la serie mensual de importaciones paraguayas

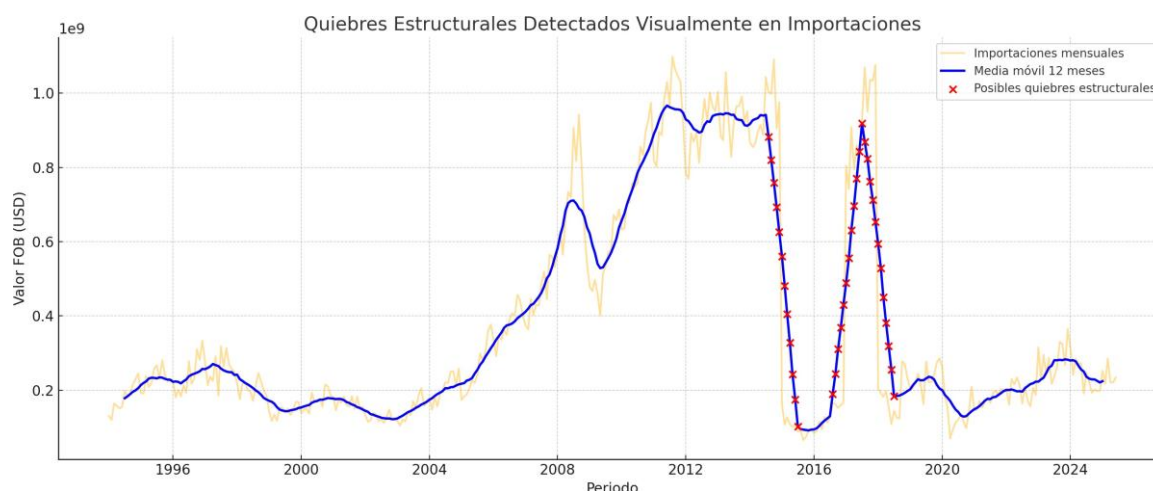


Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

La Figura 16 presenta la serie mensual de importaciones paraguayas suavizada mediante una media móvil centrada de 12 meses, con los puntos de inflexión o cambios abruptos en la pendiente destacados en color rojo como posibles quiebres estructurales. La pendiente de la curva suavizada refleja la dirección y velocidad del cambio en el valor mensual de las importaciones:

- Una pendiente positiva implica un crecimiento sostenido en las importaciones.
- Una pendiente negativa indica una caída persistente en el flujo importador.
- Un cambio abrupto en la pendiente puede interpretarse como un quiebre estructural en el régimen comercial o macroeconómicos, y suele coincidir con eventos relevantes tales como (1) cambios en la política comercial, restricciones o liberalización; (2) reformas fiscales o variaciones arancelarias; (3) crisis económicas nacionales o internacionales; (4) choques logísticos, sanitarios o climáticos; etc.

Figura 16: Quiebres estructurales en importaciones paraguayas (FOB USD)



Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Con el objetivo de analizar la estabilidad estadística de la serie de importaciones a lo largo del tiempo, se aplicó la prueba de Dickey-Fuller aumentada (ADF) de forma segmentada. Los segmentos fueron definidos con base en los quiebres estructurales identificados previamente a través de cambios abruptos en la pendiente de la media móvil centrada de 12 meses. Como se observa en la Tabla 6:

- El primer segmento (1994-2014) presenta fuerte evidencia de no estacionariedad, probablemente debido a crecimiento estructural y choques de largo plazo.
- El segundo segmento (2015-2016) es corto y no estacionario, posiblemente influido por algún evento transitorio.
- El último segmento (2018-2025) muestra evidencia de estacionariedad, lo cual sugiere estabilidad en la dinámica reciente de las importaciones.

Tabla 6: Prueba ADF por segmentos definidos (quiebres estructurales)

Segmento	ADF	Statistic	p-valor	Estacionaria (5%)	N obs.
1994-01 a 2014-08	0.127		0.9679	No	248
2015-07 a 2016-08	8.180		1.0000	No	14
2018-07 a 2025-06	-3.017		0.0333	Sí	84

Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Se aplicó la prueba de heterocedasticidad condicional tipo ARCH a los tres segmentos temporales definidos por quiebres estructurales en la serie de importaciones paraguayas (FOB USD). En todos los segmentos, el p-valor fue inferior al nivel de significancia del 5%, lo que indica evidencia estadísticamente significativa de heterocedasticidad

condicional: la varianza de los errores no es constante, sino que depende del comportamiento pasado de la serie. La Tabla 7 resume los resultados obtenidos:

Tabla 7: Test ARCH aplicado por segmentos definidos (quiebres estructurales)

Segmento	p-valor (Test ARCH)	¿Heterocedasticidad? (5%)
1994-01 a 2014-08	0.0000	Sí
2015-07 a 2016-08	0.0394	Sí
2018-07 a 2025-06	0.0001	Sí

Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

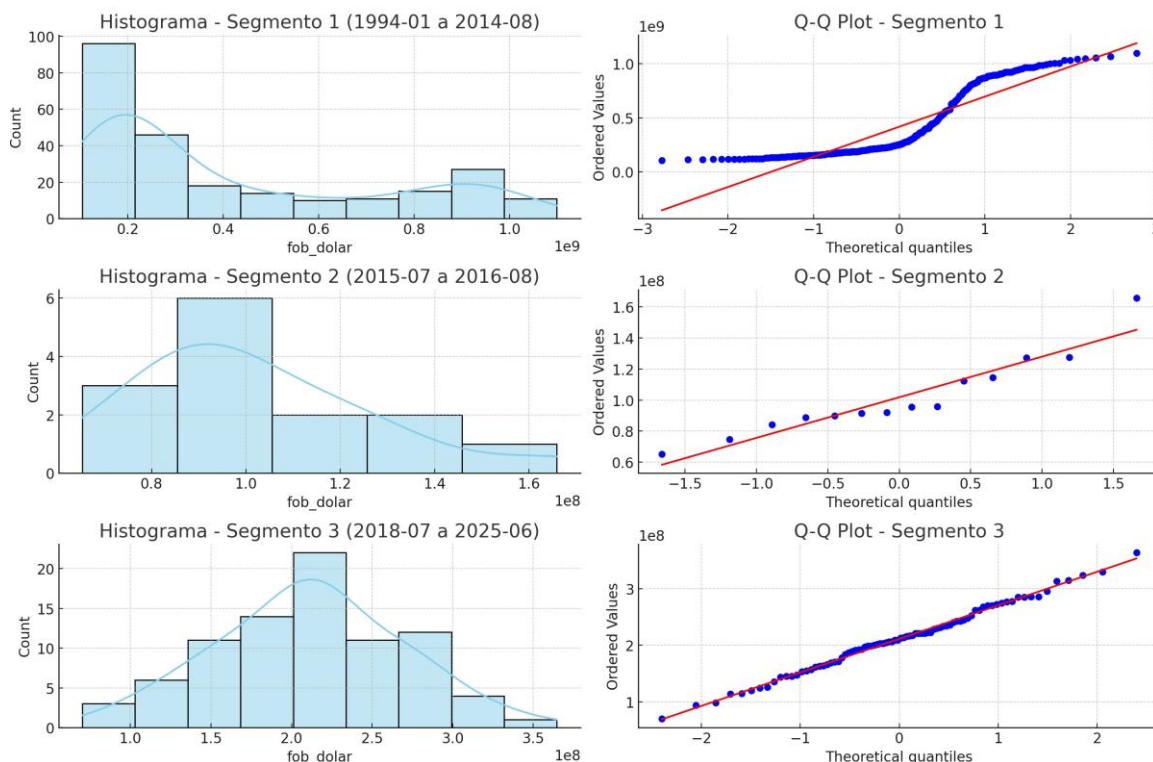
La Figura 17 muestra el análisis visual de la normalidad de la serie de importaciones paraguayas (FOB en USD) dividida en tres segmentos temporales. Para cada tramo se observaron:

- Segmento 1 (1994–2014): una clara asimetría positiva y colas pesadas. El Q–Q *plot* muestra desvíos significativos respecto a la línea diagonal, indicando que la distribución se aleja notoriamente de la normal.
- Segmento 2 (2015–2016): Debido al escaso número de observaciones, la distribución es errática y el Q–Q *plot* no presenta una forma definida. No se puede realizar una evaluación concluyente sobre la normalidad en este tramo.
- Segmento 3 (2018–2025): Muestra una distribución más próxima a la normal, con una forma aproximadamente simétrica. Sin embargo, el Q–Q *plot* revela ciertas desviaciones en los extremos, lo que sugiere colas más pesadas que las de una distribución normal.

La evaluación visual sugiere entonces que, al menos en los segmentos 1 y 3, los residuos o valores observados presentan desvíos significativos respecto a la normalidad, lo que puede afectar la validez de modelos econométricos que requieren esta condición (como MCO clásico o ciertas pruebas de inferencia).

Figura 17: Evaluación visual de la normalidad en los tres segmentos de importaciones

Análisis de Normalidad por Segmento



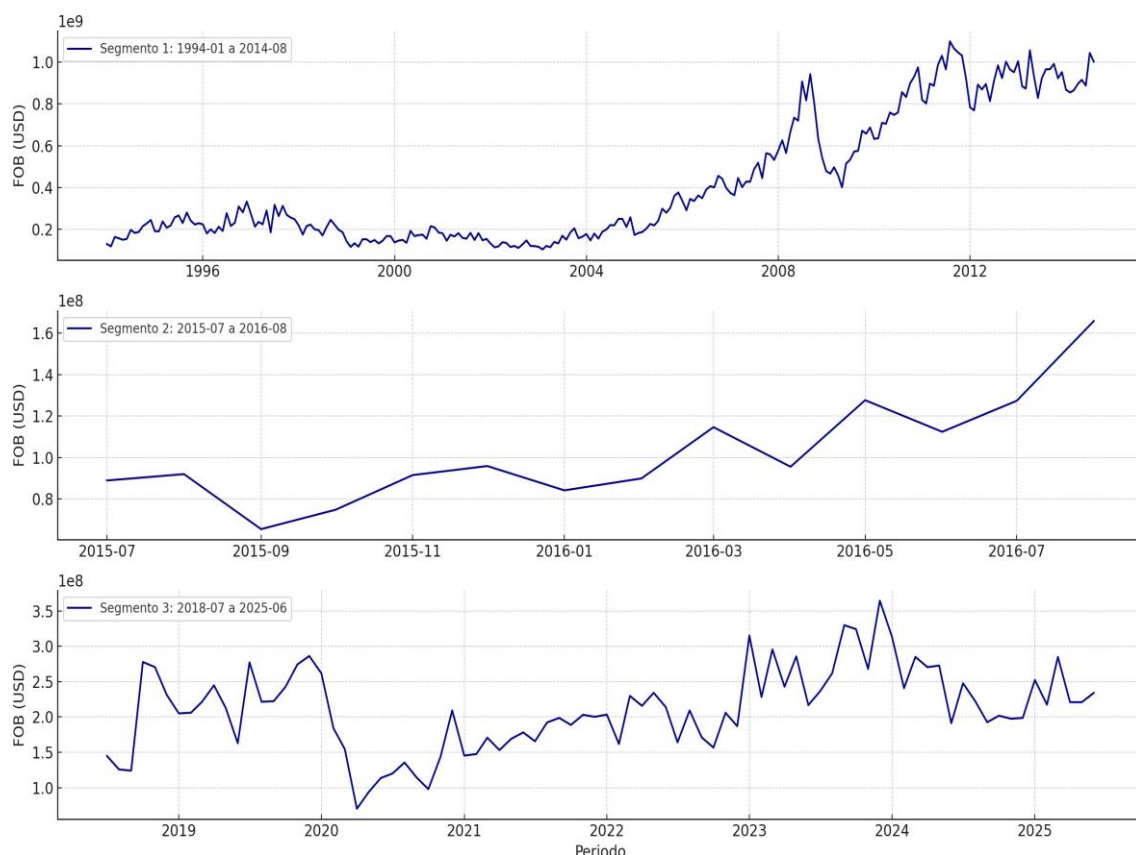
Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

La Figura 18 presenta la evolución de la varianza de las importaciones paraguayas a lo largo del tiempo, dividida en tres segmentos definidos por quiebres estructurales. El objetivo es identificar visualmente la presencia de heterocedasticidad, es decir, la variabilidad no constante en la dispersión de los valores a lo largo del tiempo:

- Segmento 1 (1994–2014): se observa una varianza creciente con oscilaciones irregulares, alternando periodos de alta y baja volatilidad. La amplitud de las fluctuaciones confirma visualmente la presencia de heterocedasticidad estructural.
- Segmento 2 (2015–2016): este tramo es demasiado corto para establecer patrones estables, pero exhibe una volatilidad elevada concentrada en pocos periodos. Aunque el test ARCH detecta heterocedasticidad, el juicio visual es limitado por la escasa cantidad de datos para este periodo.
- Segmento 3 (2018–2025): presenta una estructura más regular, pero con evidencia clara de heterocedasticidad condicional, es decir tramos de alta volatilidad que se

alternan con periodos de relativa estabilidad. Este patrón es típico de series económicas modernas y justifica el uso de modelos GARCH.

Figura 18: Heterocedasticidad por segmento de importaciones paraguayas (FOB USD)
Visualización de Heterocedasticidad por Segmento - Importaciones (FOB USD)



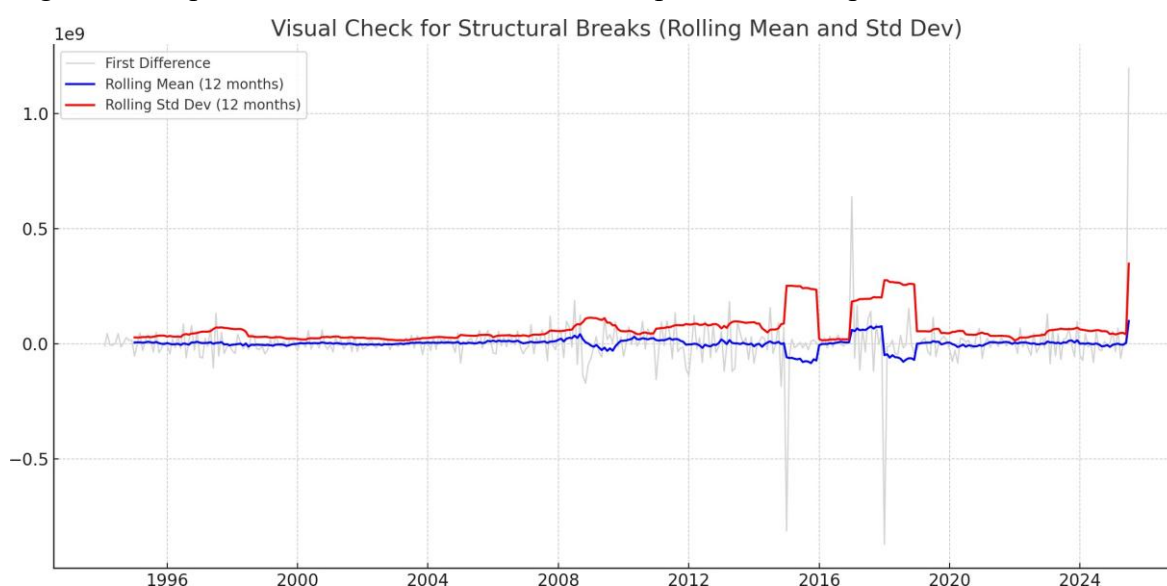
Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

En la Figura 19, se observa la evolución de la serie de importaciones en primeras diferencias, junto con sus estadísticas móviles de media y desviación estándar calculadas con una ventana de 12 meses. Esta visualización permite identificar de forma clara los posibles cambios en el comportamiento estadístico de la serie, en especial las variaciones en su varianza y nivel promedio a lo largo del tiempo. El gráfico revela al menos tres puntos de ruptura estructural, marcados mediante líneas verticales punteadas, que se corresponden con los siguientes periodos:

- Enero 2002: asociado a los efectos rezagados de la crisis argentina (2001) y la devaluación del real brasileño.

- Enero 2009: correspondiente al impacto global de la crisis financiera internacional.
- Enero 2020: vinculado a las interrupciones comerciales provocadas por la pandemia del COVID-19.

Figura 19: Rupturas estructurales en la serie de importaciones en primeras diferencias



Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Posteriormente, se evaluó la estacionariedad por segmento mediante el test de Dickey-Fuller aumentado (ADF). La única sección que no cumple con la condición de estacionariedad en primeras diferencias es el tramo 2002–2009, lo que sugiere un comportamiento atípico o la presencia de una segunda raíz unitaria. Por esta razón, dicho segmento debe ser tratado con precaución o modelado por separado. Los resultados se resumen en la Tabla 8:

Tabla 8: Resultados de estacionariedad (ADF) por segmentos (primera diferencia)

Segmento	ADF	p-value	¿Estacionaria?
1994-02 a 2002-01	0.0000		Sí
2002-01 a 2009-01	0.0686		No
2009-01 a 2020-01	0.0000		Sí
2020-01 a 2025-07	0.0000		Sí

Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Para evaluar la dinámica de corto plazo entre exportaciones e importaciones, se estimaron modelos VAR en cada uno de los segmentos previamente identificados como aptos para inferencia econométrica. El orden óptimo de rezagos se seleccionó mediante el criterio de información de Akaike (AIC), y se aplicaron pruebas de causalidad de Granger en ambas direcciones. Los resultados pueden apreciarse en la Tabla 9 y sugieren que:

- En el segmento 1994–2002, se detecta una relación de causalidad de Granger unidireccional desde exportaciones hacia importaciones, lo cual indica que los flujos de exportación pueden anticipar en alguna medida el comportamiento de las importaciones durante ese periodo.
- En los tramos 2009–2020 y 2020–2025, no se encuentra evidencia estadísticamente significativa de causalidad en ninguna dirección, lo que puede deberse a una mayor independencia entre las variables o a limitaciones por la naturaleza de las transformaciones aplicadas.

Tabla 9: Resultados del modelo VAR y causalidad de Granger por segmento

Segmento	Lags (AIC)	Granger: Exp → Imp	Granger: Imp → Exp
1994-02 a 2002-01	11	Sí	No
2009-01 a 2020-01	0	No	No
2020-01 a 2025-07	1	No	No

Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Este análisis fortalece el enfoque por tramos del presente estudio y sugiere que las relaciones dinámicas entre exportaciones e importaciones son heterogéneas en el tiempo y sensibles al contexto económico estructural.

Un punto importante a considerar es que en el tramo 1994–2002 se identificó una relación unidireccional significativa en términos de causalidad de Granger, donde las exportaciones explican estadísticamente a las importaciones en rezagos menores o iguales a cuatro. El modelo VAR en primeras diferencias, con once rezagos seleccionados según AIC, sugiere que los flujos de exportación pudieron anticipar el comportamiento de las importaciones, posiblemente a través de mecanismos comerciales o de financiamiento externo. No se detectó causalidad inversa, lo que refuerza la asimetría dinámica observada para este periodo.

La Tabla 10 presenta una síntesis de la evaluación de estacionariedad por tramos, tanto para exportaciones como para importaciones, así como un juicio integrado sobre la validez estadística de cada segmento para la aplicación de modelos econométricos. Se observa que tres de los cuatro tramos cumplen con los requisitos fundamentales de estacionariedad en ambas series, lo cual habilita su uso en modelos como VAR, ARDL o VECM. En contraste, el tramo 2002-2009 muestra evidencia de no estacionariedad en importaciones, por lo cual debe ser tratado con cautela o excluido del análisis multivariado si no se corrige adecuadamente.

Tabla 10: Evaluación de estacionariedad e inferencia por segmento (Exportaciones e Importaciones)

Segmento	ADF Exp.	Est. Exp.	ADF Imp.	¿Aptas ambas?
1994-02 a 2002-01	0.0003	Sí	0.0000	Sí
2002-01 a 2009-01	0.0000	Sí	0.0686	No
2009-01 a 2020-01	0.0000	Sí	0.0000	Sí
2020-01 a 2025-07	0.0000	Sí	0.0000	Sí

Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

Una recomendación metodológica importante es considerar, en futuros trabajos, la separación explícita del sector eléctrico del resto del comercio exterior. Dada su magnitud relativa en las exportaciones paraguayas —y su comportamiento estacional y estructural particular—, su inclusión dentro de una serie agregada puede distorsionar el diagnóstico estadístico y la interpretación de los resultados.

En ese sentido, se sugiere que, en caso de contar con la capacidad computacional y los datos desagregados necesarios, se realice un análisis con datos de panel, diferenciando entre el sector eléctrico (vinculado a las binacionales hidroeléctricas) y el sector no eléctrico (relacionado con la industria, la agricultura y otros rubros). Esta aproximación permitiría identificar dinámicas distintas y aplicar modelos adaptados a la naturaleza de cada segmento, lo cual fortalecería la calidad de la inferencia econométrica y la validez de los resultados para el diseño de políticas públicas.

Estos mecanismos de inferencia se replican asimismo dentro de otros mercados y zonas comerciales, tanto dentro como fuera de la región. En ese sentido, el Banco Central Europeo (BCE) y distintas bancas centrales del viejo continente han adoptado tales procesos estadístico-econométricos para mejorar su capacidad de inferencia y predicción sobre variables macroeconómicas clave (Corrás-Arias, 2021). Al mismo tiempo, diversos



bancos centrales latinoamericanos que han venido adoptando regímenes de metas de inflación en los últimos años, tales como Chile, Brasil, México o incluso Perú, se concentraron asimismo en el refinamiento de sus datos y técnicas de inferencia para lograr un hilado más fino entre comercio exterior y políticas monetarias, crediticias y cambiarias (Chamon *et al.*, 2019).

Todo ello resultando de sumo interés para el BCP en el marco de sus funciones como ente regulador de la política monetaria, crediticia y cambiaria del Paraguay, al permitirle evaluar mejor los desequilibrios externos y anticipar así impactos sobre el tipo de cambio, inflación y el nivel de sus RMI.

Conclusiones

A partir del análisis por tramos estructurales, se identificaron tres segmentos temporales en los cuales las series de exportaciones e importaciones paraguayas, transformadas mediante primera diferencia, presentan propiedades estadísticas adecuadas para realizar inferencias econométricas.

En todos estos segmentos se verificó la estacionariedad mediante el test de Dickey-Fuller aumentado (ADF), y se descartó la presencia de heterocedasticidad severa. Esto habilita la estimación de modelos VAR en diferencias para estudiar relaciones dinámicas de corto plazo entre ambas variables.

En la Tabla 11 se presentan los resultados más relevantes, en donde se observa que el primer tramo temporal (1994–2002) envuelve una causalidad de Granger unidireccional desde las exportaciones hacia las importaciones, con evidencia significativa en rezagos de hasta cuatro períodos. Esto sugiere que, durante esa fase, el comportamiento del sector exportador pudo haber anticipado dinámicas de importación, posiblemente a través de ingresos de divisas o efectos comerciales sincronizados.

En los otros dos segmentos de tiempo (2009–2020 y 2020–2025), no se detectaron relaciones causales significativas en ninguna dirección, lo cual puede atribuirse a una menor sincronización de ambas series o al efecto de cambios estructurales más recientes.

Tabla 11: Resumen de inferencia estadística por segmentos (VAR y Granger)

Segmento	VAR lags (AIC)	Granger: Exp → Imp	Granger: Imp → Exp
1994-02 a 2002-01 11		Sí (lag ≤ 4)	No
2009-01 a 2020-01 0		No	No
2020-01 a 2025-07 1		No	No

Fuente: elaboración propia en base a datos del BCP

En conjunto, estos hallazgos validan el enfoque metodológico por tramos adoptado en este estudio y refuerzan la importancia de segmentar as temporalidades, respaldando la hipótesis de que la relación entre exportaciones e importaciones no es estática sino que varía en función del contexto económico, político y estructural del Paraguay. Esto resulta de suma utilidad para una entidad como el BCP cuyas funciones requieren un monitoreo constante de la entrada y salida de divisas del país, a fin de actuar con suficiente antelación e impacto sobre variables tales como el tipo de cambio, la inflación y el nivel de RMI.

Si bien el uso de un análisis segmentado permite captar a *prima facie* estos cambios en la dinámica comercial a lo largo del tiempo, se recomienda sin embargo que para investigaciones futuras sean analizados por separado sectores estructuralmente dominantes, como el eléctrico, y explorar modelos ARDL o VECM en tramos donde se confirme dicha cointegración.

Referencias

- Akdogan, I. U. (2020). Understanding the dynamics of foreign reserve management: The central bank intervention policy and the exchange rate fundamentals. *International Economics*, 161, 41-55.
- Banco Central del Paraguay (2025). *Portal institucional del BCP*. Accedido el 1 de julio de 2025. <https://www.bcp.gov.py/>
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 5ta ed.
- Cabeza, M. R., & Caicedo, L. N. (2020). Política de comercio exterior en Ecuador: Un análisis comparativo. *Centro Sur*, 4(2), 266-284.
- Chamon, M. M., Hofman, M. D., Magud, M. N., & Werner, A. M. (2019). *Foreign exchange intervention in inflation targeters in Latin America*. International Monetary Fund, Washington D.C.



Corrás-Arias, M. A (2021). Análisis de estabilidad de la banca extranjera en España: Correlación con el ciclo económico y con el comercio exterior. *Revista Galega de Economía*, 30(4), 1-20.

Dickey, D. A. & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366): 427–431.

Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, 50(4): 987–1007.

Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37(3): 424–438.

Greene, W. H. (2018). *Econometric Analysis*. Pearson, 8th edition.

Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press, Princeton, NJ. Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2–3): 231–254.

Moreno, R. (2011). Foreign exchange market intervention in EMEs: Implications for central banks. *BIS Papers*, 57.

Tsay, R. S. (2010). *Analysis of Financial Time Series*. Wiley Series in Probability and Statistics. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 3ra ed.

White, H. (1980). A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica*, 48(4): 817–838.

Wooldridge, J. M. (2013). *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. Cengage Learning, 5th edition.