

Crecimiento, ciclo económico y brecha del PIB de Honduras 2000-2022: análisis y proyecciones

DOI: 10.5377/eya.v16i1.19210

Recibido: 25/04/2024

Aceptado: 14/08/2024

Dustin Uriel Santos Barahona¹

Resumen

El análisis realizado en este estudio tiene el objetivo de estudiar el comportamiento y pronóstico de la producción real y el crecimiento de Honduras en el periodo 2000-2022. En la primera parte se replica la realización de los datos del PIB real trimestral mediante el uso de modelos univariantes del tipo ARIMA con diferentes niveles AR y MA, así como un valor constante para la deriva y finalmente un ajuste con variables Dummy por periodos de shock relevantes. El proceso de selección del mejor modelo es descrito y explicado detalladamente. En esta etapa se realizan y analizan proyecciones de corto plazo, en lo particular de ocho trimestres hacia el futuro.

En la segunda parte, se estiman los ciclos económicos de Honduras durante el periodo, haciendo énfasis en la duración y amplitud de las etapas de recesión y expansiones, así como la duración promedio de los ciclos. Finalmente se realiza un análisis del PIB Potencial y de la brecha del producto, señalando momentos de mayor auge o brecha. Para estos análisis se utilizan dos técnicas de filtrado cuya relevancia empírica ha sido objeto de debate en los últimos años, tal es el caso de los filtros Hodrick - Prescott y Hamilton.

Palabras clave: crecimiento, ARIMA, estacionario, ciclos, PIB Potencial

JEL: E17, E32, O40

1 Profesor e investigador, Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1984-3573> Correo electrónico: dustin.santos@unah.edu.hn Tegucigalpa, Honduras.

Growth, economic cycles, and GDP gap of Honduras 2000-2022: analysis and projections

DOI: 10.5377/eya.v16i1.19210

Received: 25/04/2024

Accepted: 14/08/2024

Dustin Uriel Santos Barahona¹

Abstract

The analysis conducted in this study aims to examine the behavior and forecast of real production and growth of Honduras during the period 2000-2022. In the first part, the quarterly real GDP data is replicated using univariate ARIMA models with different AR and MA levels, as well as a constant value for the drift, and finally, an adjustment with dummy variables for relevant shock periods. The process of selecting the best model is thoroughly described and explained. In this stage, short-term projections are also made and analyzed, specifically for 8 quarters into the future.

In the second part, the economic cycles of Honduras during the period are estimated, emphasizing the duration and amplitude of the recession and expansion stages, as well as the average duration of the cycles. Finally, an analysis of potential GDP and the output gap is conducted, highlighting moments of greater boom or gap. Two filtering techniques, whose empirical relevance has been the subject of debate in recent years, are used for these analyses: the Hodrick-Prescott and Hamilton filters.

Key Words: Growth, ARIMA, Stationary, Cycles, Potential Output

JEL: E17, E32, O40

¹ Professor and researcher, Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1984-3573> Email: dustin.santos@unah.edu.hn Tegucigalpa, Honduras.

I. Introducción

El presente documento tiene por objetivo estudiar y pronosticar el comportamiento del PIB real de Honduras, su ciclo y PIB potencial en el periodo 2000-2022 mediante diferentes herramientas analíticas complementarias. En primer lugar, se realiza el análisis, estimación y proyección de la serie del PIB real trimestral para Honduras ajustado por estacionalidad, durante este periodo. El modelo econométrico aplicado fue del tipo ARIMA incluyendo ajustes por posibles shocks en periodos específicos. Como es conocido en la literatura, este tipo de modelos se consideran “ateóricos” y univariantes o de predicción paramétrica puesto que buscan únicamente replicar el proceso de realización de los datos para poder proyectarlos usando su misma variable, por ello, también son llamados modelos dinámicos.

Se realiza un análisis pasando por todas las etapas correspondientes de la modelización de este tipo de series, inspección visual, estadística descriptiva, identificación del modelo, estimación de parámetros, significado, validación y predicción de valores futuros. La data del modelo incluye información hasta el cuarto trimestre de 2022. La proyección realizada para los próximos ocho trimestres (dos años) sugiere que los valores promedio del PIB real trimestral proyectados a partir del primer trimestre de 2023 y hasta el cuarto trimestre de 2024 son de L60,860 millones, comparados con los ocho trimestres inmediatos de la serie original de L57,661 millones.

La segunda parte del análisis complementa el modelo ARIMA con el Ciclo Económico para Honduras, con el objetivo de identificar los periodos de expansiones y recesiones específicamente en el período bajo análisis, así como su duración y amplitud. Para ello, se utilizan dos técnicas econométricas de filtrado, una de ellas es la más utilizada en análisis de este tipo, como lo es el filtro de Hodrick-Prescott y la otra, una crítica empírica a la anterior, el filtro de Hamilton. Se analizan los ciclos y expone su análisis. Finalmente se concluye el análisis con la estimación y comportamiento de “la brecha del producto” primero para conocer la magnitud del PIB potencial, su nivel y relevancia para un crecimiento significativo y también para observar que tanto se ha distanciado el PIB Real de esta tendencia de largo plazo en este período o en algún momento dentro del mismo. Para este análisis se utilizan igualmente las dos técnicas econométricas de filtrado antes mencionadas.

El estudio es uno de los primeros que utilizan una serie de datos lo suficientemente larga que incluye lo ocurrido durante la pandemia en 2020 y al menos dos años posteriores luego del rebote de la economía en 2021 y el regreso a su promedio durante el 2022.

II. Revisión de literatura y marco teórico

El crecimiento económico es una condición necesaria, aunque no suficiente para alcanzar niveles de desarrollo y calidad de vida más altos, según el estudio macroeconómico. Existe consenso en que hay una relación positiva entre crecimiento económico y desarrollo, pero no son lo mismo.

A nivel empírico existen diversas formas y técnicas estadísticas y econométricas de medir el crecimiento económico y en los últimos años, aunque se reconoce que el comportamiento pasado de las economías es sorprendentemente un débil predictor del comportamiento futuro, lentamente a medida que pasa el tiempo se ha vuelto más preciso (Durlauf et al. 2005). Por ejemplo, en el largo plazo, a nivel de regiones, los países más destacados han sido los de Asia Oriental y Suroriental, con tasas de crecimiento a niveles sin precedentes. Los países más débiles en crecimiento han sido predominantemente los ubicados en África Subsahariana y en el caso de Sur y Centro América hay una mezcla de resultados. En estos países la volatilidad del crecimiento ha sido alta y caídas dramáticas en la producción no son tan raras.

En este ámbito el campo de la econometría ha hecho un esfuerzo por tratar de entender estos hechos mediante modelos simples. Sin embargo, la complejidad de la estructura de las economías ha llevado a la conclusión que las causas detrás del crecimiento no son estandarizadas. No menos importante para las políticas públicas y la academia ha sido la capacidad de desarrollar modelos que permitan estimar el comportamiento futuro de las variables macroeconómicas de una manera confiable y técnicamente sencilla. En ese sentido además de las técnicas estadísticas no paramétricas y otros modelos similares se han utilizado las técnicas econométricas de series de tiempo.

Los investigadores han propuesto varios modelos para pronosticar datos de series temporales económicas, como VAR, ARIMA, LSTM, entre otros². El modelo ARIMA propuesto por Box y Jenkins (1976) es el más popular y ha sido ampliamente utilizado en la predicción de indicadores económicos como el PIB e IPC, demostrando un buen efecto predictivo. Varios estudios han utilizado el modelo ARIMA para predecir el PIB de diferentes países, mostrando resultados con alto grado de precisión en la predicción del PIB. Por ejemplo, estudios sobre la ciudad de Shenzhen y Bangladesh utilizaron modelos ARIMA para predecir un aumento constante del PIB en años subsiguientes (Cai H, Qiu W. 2022). En Jordania, se encontró que el modelo ARIMA (3, 1, 1) es el mejor para predecir el PIB y sugería una disminución en 2020 (Ghazo A. 2021). En México, utilizando datos trimestrales de 1993 a 2010, Ruiz Ramirez Juan et.al (2013) encuentran que un modelo ARIMA (3,1,2) es el mejor para estimar a corto plazo el PIB trimestral de ese país. El estudio de Ospina R. et. al (2023) hace particular énfasis en el uso de técnicas econométricas ARIMA para proyectar en el corto plazo variables de interés de manera precisa cruciales para poder responder a la propagación del SARS CoV-2, en un caso de emergencia. Si bien no se trata de un estudio de variables económicas, resalta

2 VAR son las siglas en inglés para Vectores Autorregresivos, ARIMA son las siglas en inglés para Media Móvil Integrada Autorregresiva, y LSTM son las siglas en inglés para Memoria a Largo Plazo que es un tipo de red neuronal recurrente para procesar y predecir secuencias de datos.

la gran capacidad predictiva de este tipo de modelos, en este caso para diseño de estrategias de salud pública durante una pandemia.

A nivel centroamericano no existen muchas publicaciones formales que utilicen modelos de este tipo para predecir el comportamiento del PIB en los países, si bien, pueden encontrarse muchos ejercicios de distintos países de la región, incluyendo Honduras en Rpubs³. Por ejemplo, para Honduras se encuentra un trabajo con datos trimestrales del primer trimestre del 2000 al tercer trimestre de 2019 donde se estiman diferentes modelos del tipo ARIMA incluyendo dummies por shocks y variables explicativas de la economía de Estados Unidos. Algo similar se puede encontrar para El Salvador con datos trimestrales del 2009 al 2021 cubriendo por lo tanto el gran shock de la pandemia.

En general los modelos del tipo ARIMA tienen un interesante poder de predicción, pero únicamente a corto plazo, puesto que presentan una reversión a la media. Por lo tanto, para análisis de mediano plazo lo recomendable es usar modelos determinísticos y no ateóricos univariantes. Un valor importante de los estudios recientes que se han realizado alrededor del mundo tiene que ver con el hecho que tratan una serie temporal que incluye al menos los dos grandes shocks mundiales del presente siglo, a ser la Gran Recesión Financiera (2007-2009) y El Gran Confinamiento (2020)⁴ ocasionado este último por medidas de mitigación a la pandemia Sars CoV-2 (Covid19) del 2020. Particularmente para Honduras no se encuentra un estudio de este tipo, que incluya el periodo de la pandemia como parte de los datos analizados y realizar ejercicios de proyección hacia futuro.

Además de lo anterior, a nivel empírico y académico es importante estimar no solo el comportamiento del PIB y el crecimiento de una economía en el tiempo, sino también su ciclo, incluyendo el comportamiento del PIB potencial y la brecha. Se sabe que las contracciones y expansiones son inherentes a los sistemas económicos. Sin embargo, desde la perspectiva de la política macroeconómica es crucial encontrar formas de prolongar las expansiones y al menos intentar mitigar las recesiones. Por ejemplo, durante los últimos 20 años, tanto la Gran Recesión Financiera como el gran confinamiento sorprendieron a los analistas económicos, por lo que es cada vez más crucial identificar posibles puntos críticos en la economía. La recesión causada por el gran confinamiento tuvo características inéditas e incomparables con todas las anteriores en la historia. Fue una recesión relativamente corta, pero con un impacto profundo que fue el más fuerte en la historia moderna. Como era de esperar, los países más pobres y menos resilientes particularmente en términos fiscales fueron los más afectados. El caso hondureño no fue excepción y de hecho fue uno de los más afectados en la región con una caída del PIB Real del 9%.⁵

3 R publications, es un tipo de buscador similar a Google, pero restringido a sitios relacionados con el lenguaje estadístico R.

4 El Gran Confinamiento, también llamado Gran Encierro, como consecuencia del COVID19. Su nombre se deriva de las medidas adoptadas por los gobiernos para hacer frente a la tasa de contagios.

5 Honduras además fue afectado en noviembre de dicho año con dos huracanes que cruzaron su territorio, ETA e IOTA afectando sustancialmente la producción e infraestructura, en especial al sector agrícola

De acuerdo con Burns y Mitchell (1946), el ciclo es un tipo de fluctuación muy común en el nivel de actividad económica agregada de los países que organizan las actividades productivas principalmente a través de empresas: un ciclo está compuesto de expansiones que suceden simultáneamente en diferentes actividades, seguidas generalmente por recesiones, contracciones y recuperaciones que se funden entre la fase de expansión del siguiente ciclo; esta secuencia de cambios es recurrente pero no periódica; la duración del ciclo económico varía desde un año a diez o 12 años; los cuales no se pueden dividir en ciclos más cortos de carácter similar con amplitudes aproximadamente similares. De acuerdo con esta definición, el análisis del ciclo no necesariamente implica que las fluctuaciones con respecto a la tendencia del producto sean los componentes que definen un ciclo completo, sino que se deben tomar en cuenta ciertos criterios que se han desarrollado. Al respecto, existen diferentes métodos para la identificación de los ciclos económicos; Burns y Wesley (1946), NBER (2010), Zarnowitz (1992), King et al (1991), King y Rebelo (1998), Baxter y King (1999), y otros. Por otra parte, existen otros investigadores que tratan de explicar que es lo que causa los ciclos económicos en sí. De los desarrollos más modernos que se han dado para la identificación de los ciclos económicos están los filtros de Hodrick y Prescott (1997) y el filtro de Hamilton (2017).

El PIB potencial y la brecha del PIB son importantes para la política pública, ya que permiten comparar el comportamiento de la economía con su máximo potencial. Durante las expansiones, si la brecha es positiva, puede generarse un aumento en la inflación debido a presiones en la demanda agregada o a un sobrecalentamiento de la economía, mientras que cuando la brecha es negativa implicaría subutilización de los recursos (Barkema et al 2020). Los gobiernos utilizan estas señales para aplicar políticas económicas contra cíclicas. Durante crisis como la gran crisis financiera y el gran confinamiento, se implementaron políticas contra cíclicas para contrarrestar el impacto negativo en el PIB y el desempleo. El método más común para estimar el PIB potencial es mediante técnicas econométricas que obvian el efecto cíclico concentrándose únicamente en la tendencia, como por ejemplo el filtro Hodrick Prescott o de Hamilton.

En Honduras, se han hecho ejercicios recientemente para hacer estimaciones del PIB potencial y su brecha. Álvarez (2015) estima el PIB potencial y su brecha, usando datos anuales para el periodo 2000-2014 con métodos como el de Hodrick Prescott (HP), Baxter King (HP) así como el Filtro de Kalman. En general, a pesar de las diferentes metodologías empleadas, encuentra que el PIB potencial para el periodo, en mención, es del 3.8% y con relación a la brecha positiva se encuentra que el periodo del 2005-2009 tuvo una fase expansiva reflejando presiones inflacionarias. Por su parte, Martínez (2021) estima el PIB potencial y brecha para Honduras durante el periodo 2000-2020 con datos trimestrales desestacionalizados. Encuentra que el PIB potencial en el periodo 2000-2019 fue de 3.86% y considerando lo ocurrido en 2020 este cae a 3.53%. Por su parte, la brecha negativa más notoria además de lo ocurrido durante 2008-2009 se da en el segundo trimestre del 2020 con un -22% en promedio. Finalmente, Lobo et al (2022) estiman el PIB potencial para Honduras durante el periodo 2010 al 2019 usando datos trimestrales. Utilizando distintos filtros encuentran que el PIB potencial durante dicho periodo fluctúa entre un 3.6 a un 3.7% según el filtro que se utilice.

III. Metodología

En esta sección se describe y explica en subsecciones el proceso metodológico llevado a cabo para el desarrollo del modelo de series de tiempo tipo ARIMA que se utilizó. El proceso que se desarrolló inicia desde la recolección y tratamiento de los datos hasta las pruebas para la elección del modelo que se ajusta de mejor manera al proceso implícito de realización de los datos. El periodo longitudinal escogido del año 2000-2022 es una propuesta del autor en vista que cubre lo transcurrido del siglo e incorpora eventos relevantes de shock que afectaron las economías del mundo y en particular las menos resilientes y pequeñas como la hondureña.

En la revisión bibliográfica se encontró que no existen estudios para Honduras que traten de realizar un análisis completo desde la estimación y proyección del PIB con datos que abarquen hasta el 2022 y luego análisis de ciclos, y brecha del producto. Al igual que la mayoría de los estudios revisados para estimar el PIB Real, se utilizaron datos con frecuencia trimestral y la proyección realizada fue de corto plazo (ocho trimestres) que es lo adecuado para este tipo de modelos econométricos. Existe únicamente una variable de análisis para todo este análisis, salvo la inclusión de variables dummies para ajustes del modelo. Todo las figuras o gráficos utilizados usan de base esta única variable, el PIB Real trimestral.

Cabe recalcar, que los datos que se utilizarán para los modelos fueron previamente ajustados por estacionalidad, es decir eliminando el componente recurrente que se repite año con año que tiene que ver con la actividad económica de corto plazo y que se presenta en distintas etapas del año, en eventos como semana santa, mitad de año, o navidad, por ejemplo. Estos movimientos estacionales pueden llegar a ser lo suficientemente considerables que pueden esconder/sesgar otras características que el analista desea capturar sobre el proceso económico como tendencias de corto plazo, entre otros. Por otro lado, la razón para usar datos trimestrales tiene que ver con el hecho que los primeros datos del PIB que se calculan siempre son trimestrales, más allá de que tengan ajustes posteriormente, y sirven para que los agentes económicos incluyendo las autoridades de gobierno tomen decisiones oportunas con base a las expectativas que se van generando, de igual manera para efectos de pronóstico generan información más precisa de las fluctuaciones de corto plazo que no se pueden visualizar en las series con datos anuales.

El primer ejercicio del análisis realizado consistió en elegir el mejor modelo que estime de manera más precisa el PIB trimestral en el periodo estudiado y que sea más confiable para proyectar hacia el futuro, para lo cual se utilizan distintos criterios de selección. Posteriormente se realizan los análisis del ciclo y la brecha del producto en cuyas secciones se describe brevemente la metodología en particular utilizada de manera respectiva

III.I Descripción de las series de tiempo (data)

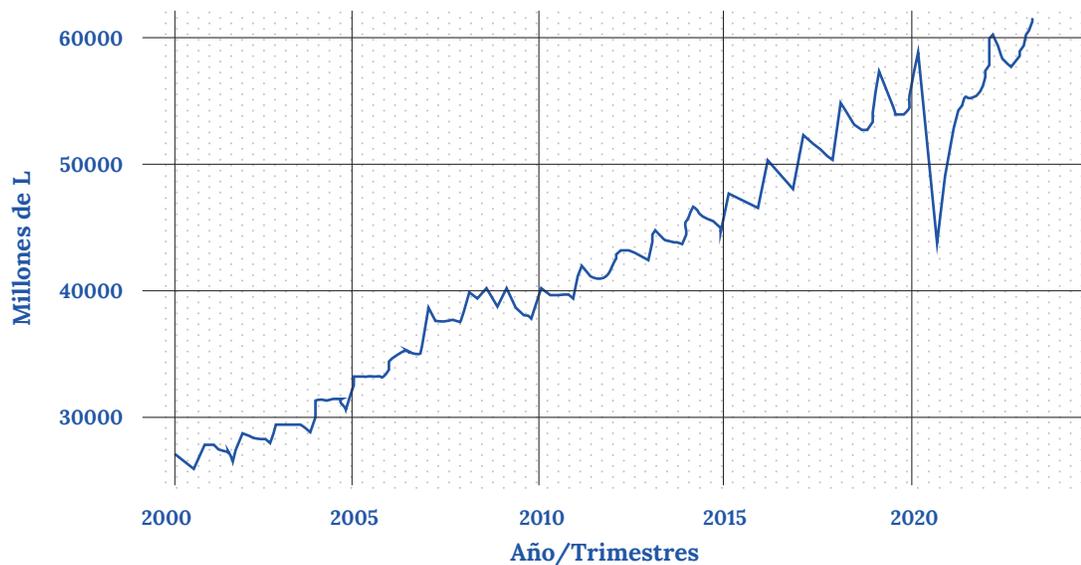
Los datos de la serie trimestral del PIB Real a utilizar fueron obtenidos de fuentes oficiales y/o fidedignas y son el insumo base del estudio aquí realizado (Tabla 1).

Tabla 1	Descripción de la data			
Variable	Descripción	Periodicidad	Periodo	Fuente (s)
PIB real de Honduras ajustado por estacionalidad	Producción o valor agregado a la economía en millones de L.	Trimestral	Q1-2000/Q4-2022 (92 datos)	Banco Central de Honduras (BCH) y Consejo Monetario Centroamericano (SECMCADATOS)

Fuente: elaboración propia

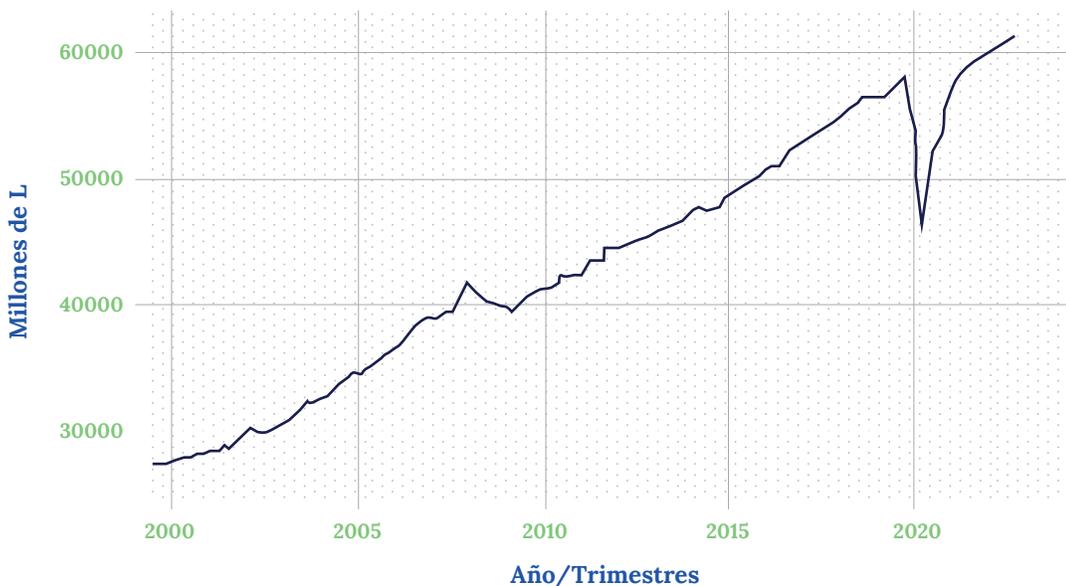
III.II Inspección visual de los datos: PIB Real

Figura 1 PIB Real de Honduras (serie trimestral 2000 – 2022)



Fuente: elaboración propia

Figura 2 PIB Real de Honduras (serie trimestral 2000 – 2022)



Serie Desestacionalizada

Fuente: elaboración propia

De la figura 1 de la izquierda, se pueden observar dos periodos que causaron posibles quiebres estructurales en la serie que fueron los dos últimos trimestres de 2009 (crisis financiera mundial y crisis política interna) y los últimos tres trimestres de 2020 (crisis de pandemia, y dos huracanes en noviembre de ese año: Eta e Iota). En la figura 2 se muestra la misma serie, pero desestacionalizada para evitar la influencia particular que tienen los trimestres del año, por ello la línea formada por los datos está más suavizada⁶. Por otro lado, independiente de cuál de las figuras se observe, claramente los datos exhiben una tendencia creciente por lo cual se puede inferir que no son estacionarios

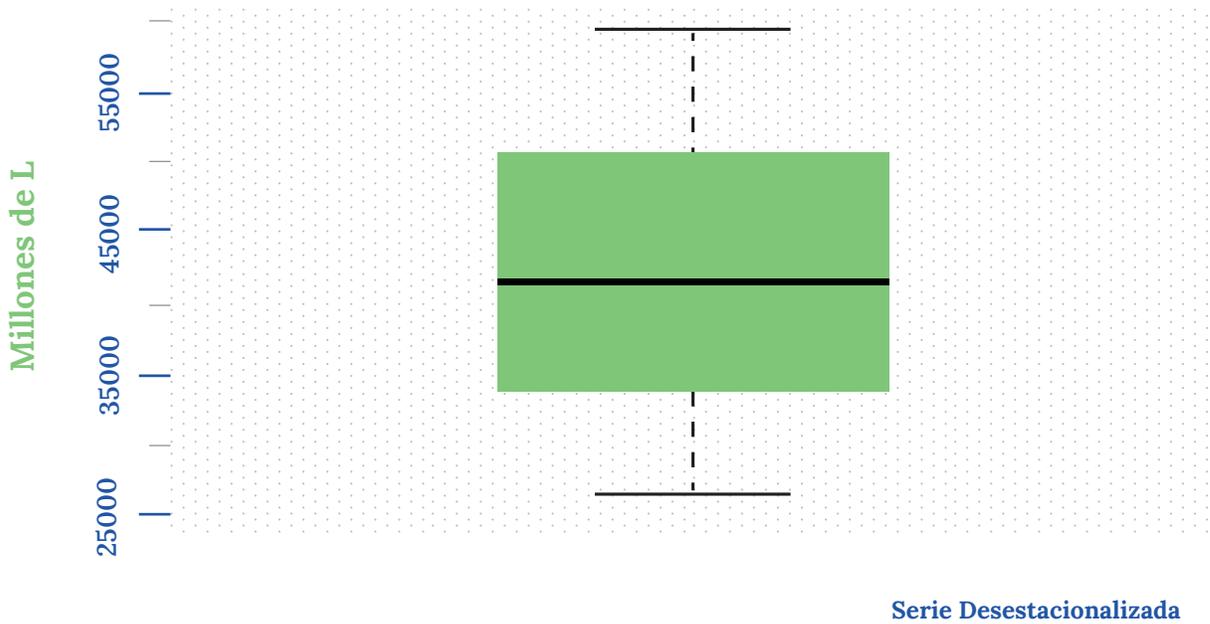
III.III Estadística descriptiva de la serie PIB Real

Se observa en la tabla 2 unos valores mínimos y máximos que son bastante distantes, sin embargo, el valor mínimo es justamente el dato inicial de la serie, mientras que el máximo se refiere al cuarto trimestre de 2022. El PIB Real ha crecido durante el período analizado. Tanto para la serie con ajuste estacional como para la original, la media y la mediana tienen igual valor. Por su parte, en cuanto a los momentos estadísticos de la serie no ajustada, la mediana del PIB es de L41,513 millones mientras que la desviación estándar es de L9,784.3 millones tomando en cuenta que los valores trimestrales del PIB son en promedio un poco más de cuatro veces más altos, se considera una variabilidad baja de los datos.

⁶ La estacionalidad se encuentra especialmente en series de tiempo de alta frecuencia y se manifiesta a través de un patrón de fluctuaciones. En el caso de la serie bajo análisis, de manera trimestral.

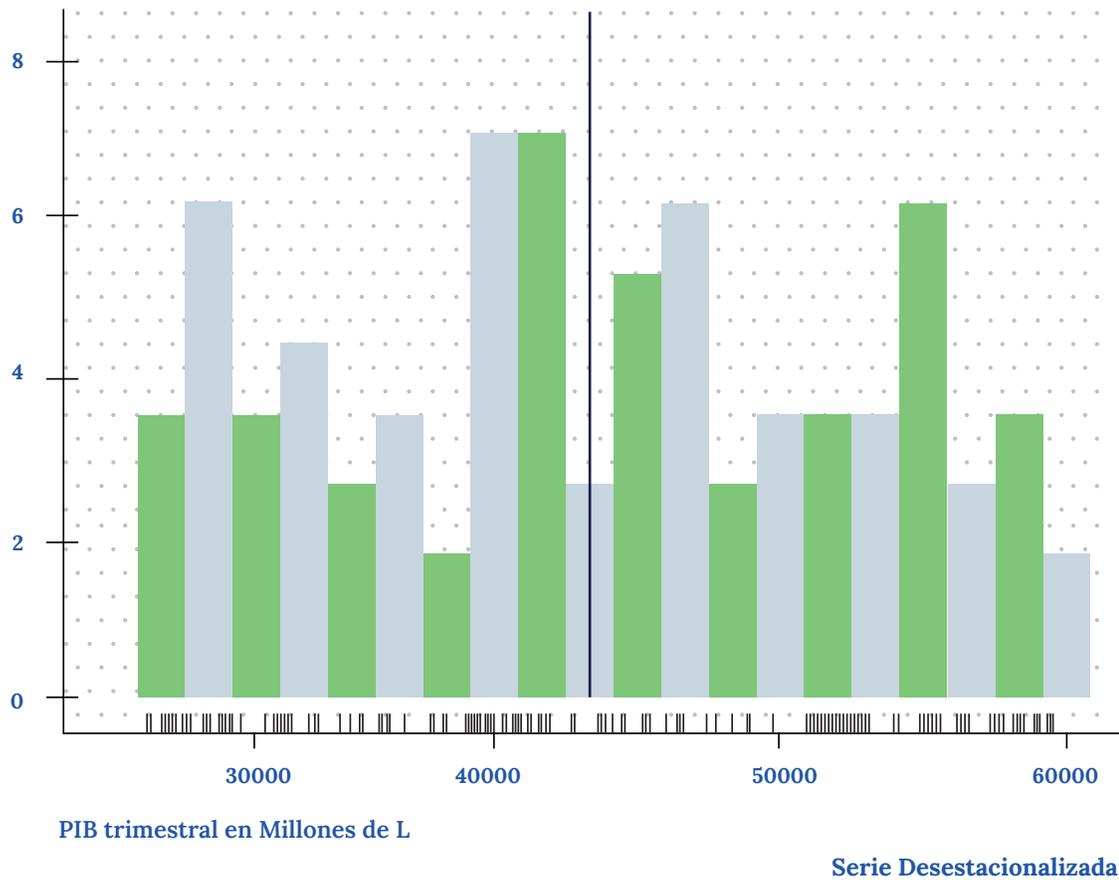
Tabla 2		Estadística descriptiva de la serie del PIB trimestral real				
Serie no Desestacionalizada						
Min	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max	Desv.
25,581.0	34,389.0	41,513.0	42,032.0	50,275.0	25,581.0	9,784.3
Serie Desestacionalizada						
Min	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max	Desv.
26,303.0	34,076.0	41,513.0	41,513.0	50,575.0	59,496.0	9,694.1
Fuente: elaboración propia						

Figura 3 Cuartiles y mediana del PIB HN 2000 - 2022



..... Serie Desestacionalizada
 Fuente: elaboración propia

Figura 4 Histograma del PIB trimestral de HN 2000 - 2022



.....
Fuente: elaboración propia

Al observar la figura 3 muestra el rango intercuartílico, así como la mediana, se deduce que el 25% de los datos están por debajo de L33,962 millones mientras que la mediana es de L41,513 millones que representa al 50% de los datos. Por su parte, el 75% de los datos se encuentran por debajo de L50,631 millones. La figura de caja no denota datos atípicos, en la serie, lo cual es curioso especialmente por la abrupta caída del PIB en 2020.

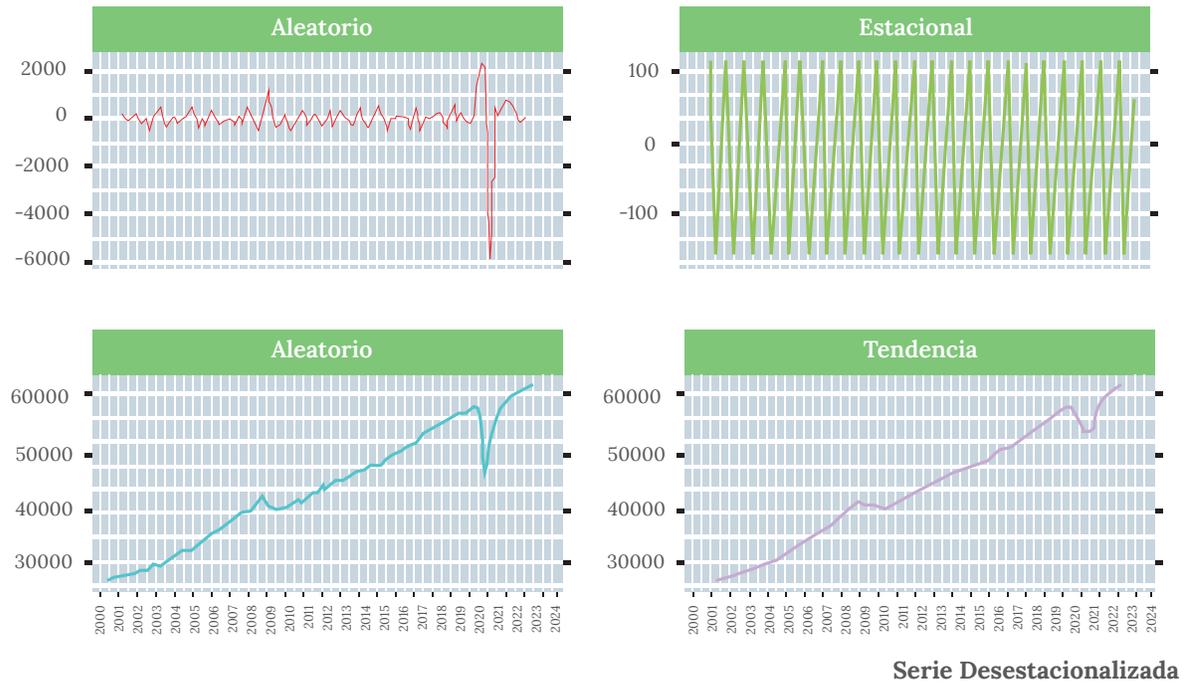
En el caso del histograma (Figura 4), indicaría que existe cierto sesgo positivo de los datos, lo que podría ser indicio que la distribución no es del todo normal. El histograma, al igual que el gráfico de caja, también es útil para detectar indicios de datos atípicos.

Como se puede observar, en esta primera sección se tomó a bien incluir datos de ambas series (con influencia estacional y sin esta) para contrastar la influencia estacional en los datos.

III.IV Estadística descriptiva de la serie PIB Real

La descomposición del PIB Real de la serie desestacionalizada permite ver una línea más suave sin picos y valles en los valores trimestrales del PIB real.

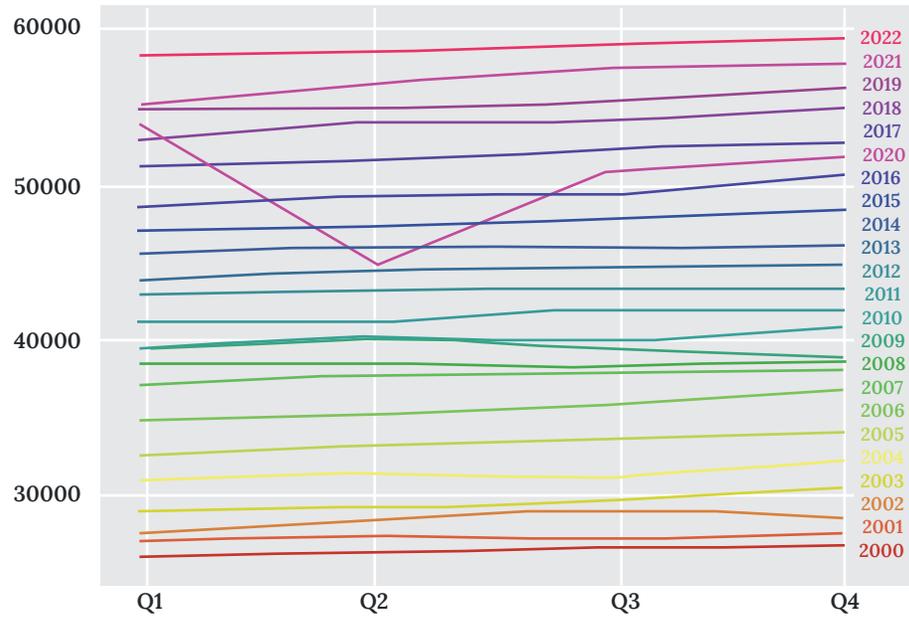
Figura 5 Descomposición de la serie de PIB de Honduras 2000 - 2022



Fuente: elaboración propia con datos de SECMA

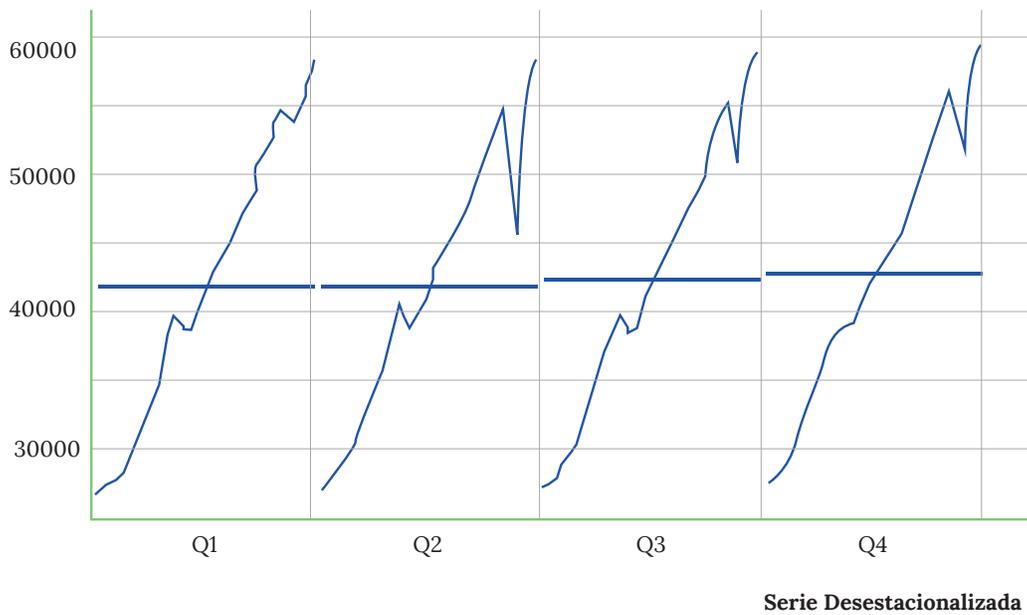
Por el comportamiento de los datos y en particular por la tendencia marcada, es claro que los datos no son estacionarios. Con relación al comportamiento estacional de la serie uno puede ver en la figura 6 que dicho elemento, en la serie desestacionalizada ha sido prácticamente eliminado puesto que las líneas son esencialmente paralelas. Sin embargo, en 2020 (dado el fuerte impacto del confinamiento a causa de la pandemia) en específico el segundo trimestre denota una caída inusual con relación al resto de los datos.

Figura 6 Análisis de estacionalidad de la serie desestacionalizada



Fuente: elaboración propia

Figura 7 PIB real por trimestre



Fuente: elaboración propia

En la figura 7 se observan las diferencias entre los valores medios de los trimestres, mismos que en el caso de la serie desestacionalizada son más homogéneos, sin embargo, denotando que los trimestres tres y cuatro, en promedio tienen los valores más altos en toda la serie.⁷

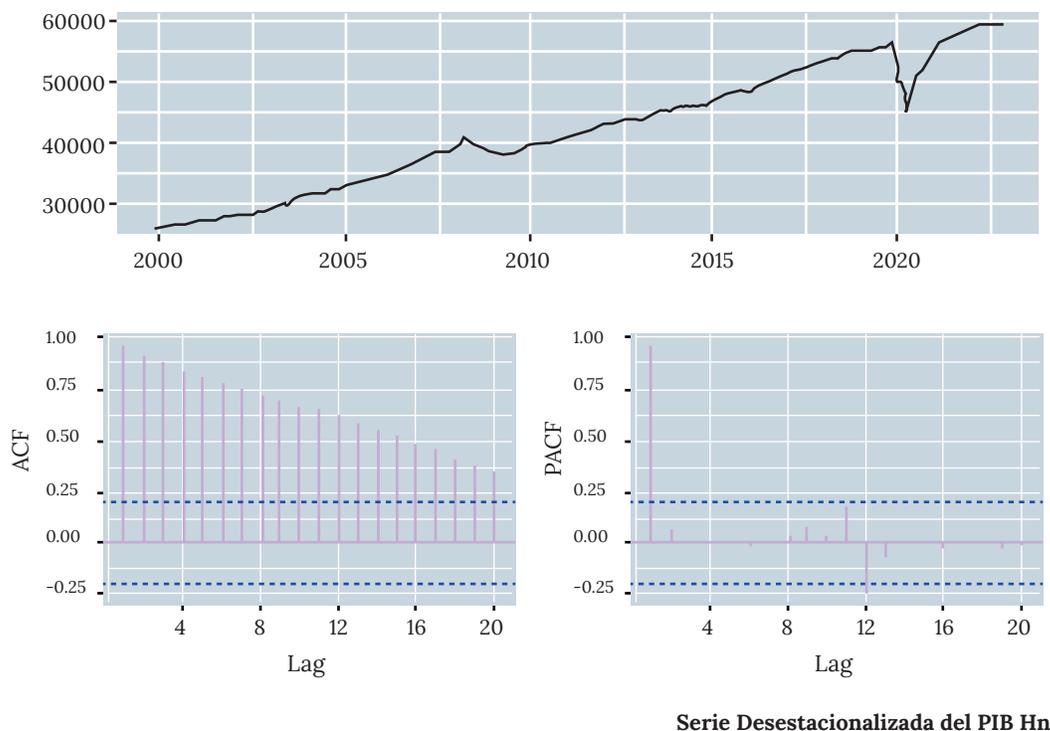
III.V Tratamiento de los datos

III.V.I Análisis de estacionariedad

Para el análisis econométrico de las series temporales se requiere utilizar técnicas específicas para volver a los estimadores, consistentes, con varianza mínima e insesgados. En ese sentido, se requiere que los datos sean estacionarios. Desde un punto de vista intuitivo “una serie de tiempo es estacionaria si no existe ningún cambio sistemático en su media (no hay tendencia) si no hay un cambio sistemático en su varianza y si las variaciones estrictamente periódicas han sido removidas”.

A. Prueba gráfica

Figura 8 Análisis gráfico de estacionariedad



Fuente: elaboración propia

8

⁷ Estas diferencias son más marcadas lógicamente en la serie no desestacionalizada

⁸ Chatfield, 2003.

En la figura 8, el gráfico PACF indica el orden de correlación (p) de los datos, denota una fuerte influencia del primer rezago ($P < 0.05$). En el caso del gráfico ACF (correlación q) tal como se observa, todas las líneas están por fuera de las bandas de tolerancia y dichos rezagos son significativos hasta el 25, al observar sus respectivos p-values en la tabla de ACF. Estos hallazgos confirman gráficamente que no existe estacionariedad en los datos.

B. Pruebas estadísticas de estacionariedad			
Tabla 3	Resultado de pruebas estadísticas de estacionariedad		
Prueba	Estadístico	P-value	Conclusión
Dickey-Fuller Aumentada	-3.592621	0.03822098	Estacionariedad
Phillips-Perron	-33.481036	0.01000000	Estacionariedad
KPSS	2.35992	0.01000000	No estacionariedad

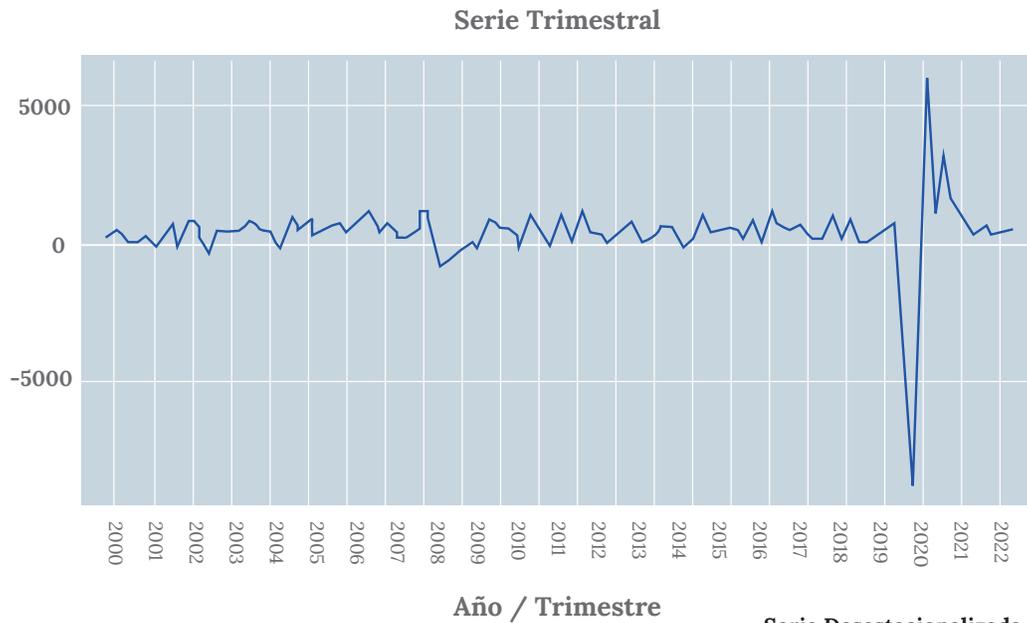
Fuente: elaboración propia

Este documento tiene un análisis cualitativo transversal, el cual permitió profundizar en aspectos La Prueba Dickey-Fuller Aumentada concluye que existe estacionariedad en los datos. La H_0 de esta prueba establece que: no hay estacionariedad. Por lo cual, de acuerdo con el análisis realizado se rechaza dicha hipótesis y se acepta la alternativa H_a : existe estacionariedad, en vista que el p valor es menor a 0.05 ($p < 0.05$). De manera similar, en el caso de la prueba de Phillips-Perron se concluye que hay estacionariedad en vista que el p valor también es menor a 0.05, y la H_0 establece que: al menos hay una raíz unitaria (que la serie es no estacionaria en media). Por lo que, se rechaza dicha hipótesis en favor de la alternativa, H_a : estacionariedad. Finalmente, la prueba KPSS que mide la estacionariedad en varianza, es la única prueba que ha concluido que no hay estacionariedad. Esta prueba tiene una H_0 que establece: estacionariedad en varianza, por lo que, en este caso al ser el p valor menor a 0.05 se rechaza dicha hipótesis en favor de la alternativa H_a : no estacionariedad. Así, se concluye que la serie es no estacionaria en varianza.

III.V.II Diferenciación de la serie PIB

Se procedió a diferenciar en una vez la serie para volverla estacionaria, ante la posibilidad de una raíz unitaria de orden $d=1$ o bien $I(1)$.

Figura 9 Primera diferencia del PIB Real de Honduras 2000 - 2022



Fuente: elaboración propia

La figura 9 de la serie, en primera diferencia denota un comportamiento promedio de ruido blanco puesto que se ha eliminado la tendencia totalmente, aunque con el shock de 2020 y luego rebote del 2021 denota un fuerte impacto en varianza en ese periodo. Con la serie en primera diferencia se encontró que los datos parecen tener media cero, aunque la varianza podría no ser constante, especialmente porque se ven oscilaciones más fuertes al final de la serie. La prueba ACF (correlación simple) muestra que todas las líneas se encuentran dentro de la banda, lo cual es evidencia de estacionariedad. Esto se confirma también por la tabla de valores ACF donde se ha comprobado hasta el rezago 25 al menos que no existen valores significativos. En el caso de la PACF igualmente, muestra que todas las líneas están por dentro de las bandas de tolerancia e igualmente se corrobora esto con la tabla de valores críticos PACF.

A. Pruebas estadísticas de la serie diferenciada

Tabla 4			
Resultado de pruebas estadísticas de estacionariedad			
Prueba	Estadístico	P-value	Conclusión
Dickey-Fuller Aumentada	-5.31090274	0.01	Estacionariedad
Phillips-Perron	-94.73502774	0.01	Estacionariedad
KPSS	0.03071858	0.01	No estacionariedad

Fuente: elaboración propia

La tabla 4 incluye todas las pruebas previamente realizadas para la serie en niveles desestacionarizada, y que ahora se aplicaron a la serie en primeras diferencias. Se concluye que la misma es estacionaria con nivel de integración, I(1).

III.V.III Identificación de los modelos ARIMA

Desde el punto de vista metodológico, en este apartado se utiliza lo desarrollado por G.E.P. Box y G. M. Jenkins en la década de los 70's quienes propusieron en el ámbito de las series de tiempo una clase de modelos y una estrategia por medio de la cual, para cualquier serie de datos un modelo particular es escogido de dicha clase de acuerdo con las propiedades de la serie de tiempo individual bajo análisis⁹. Ellos proponen una serie de pasos para lograr identificar, ajustar y verificar los modelos ARIMA adecuados (Box and Jenkins 1979). Esta metodología requiere de un mínimo de 50 datos para poder aplicarse y como se describió con anterioridad, el presente análisis toma en cuenta 92 datos.

Al hablar de un modelo ARIMA (p,d,q) se refiere a una estructura similar al ARMA, puesto a que el modelo es una combinación de procesos autorregresivos y de medias móviles (shocks de larga y corta memoria), pero dentro de estos procesos la serie no es estacionaria, por ello se le conoce como: modelo no estacionario. Es decir, el modelo utilizará primeras diferencias para poder ser estimado de forma estacionaria, por ello lleva el nombre de integrado

$$\Delta dY_t = \Phi_1 \Delta dY_{t-1} + \Phi_2 \Delta dY_{t-2} + \dots + \Phi_p \Delta dY_{t-p} - \theta_1 a_t - \theta_2 a_{t-1} - \theta_3 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

- Donde ΔdY_t se refiere a la serie de tiempo diferenciada (*donde la variable se diferencia para volverla estacionaria*).
- El valor Φ_p se refiere al orden autoregresivo (*donde la variable se explica a través de shocks pasados*).
- El valor θ_q se refiere al orden de media móvil (*donde la variable está determinada por impulsos aleatorios anteriores*).

Debido a los órdenes AR (p) y MA (q) de la serie que fueron identificados se propuso usar un autorregresivo de orden AR (3) por el hecho de ser el rezago que más destaca. Por otro lado, en cuanto al orden q (medias móviles) tampoco se encontraron valores significativos, sin embargo, destaca el primer rezago. En este sentido, se propuso también un modelo ARMA (3,1). Se debe destacar que la serie estaba previamente diferenciada por lo cual se habla de un modelo ARIMA (3,1,1) de la serie original. Adicionalmente se utilizó la función de autocorrelación extendida (EACF) para encontrar las combinaciones de los posibles modelos a utilizar en la serie diferenciada.¹⁰

9 Newbold, P. (1975)

10 Tsay y Tiao, 1984.

Tabla 5		5 EACF de proceso AR/MA											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	X	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

La tabla 5 no es muy precisa en indicar los posibles mejores modelos, sin embargo, considerando los dos puntos que muestran una esquina formada por x, y un cero por dentro, se puede considerar un modelo ARMA (3,1) que es el mismo nivel de ordenes que se habían identificado previamente. Como ya se explicó en otros apartados de esta investigación para volver la serie estacionaria en varianza se requería de una primera diferenciación, por lo cual se considerarán modelos extendidos ARIMA en siguiente.

Dados los análisis y pruebas anteriores los modelos ARIMA que se consideraron son los siguientes:

1. ARIMA (1,1,1) “modPIB”
2. ARIMA (0,1,0) “mod1PIB”
3. ARIMA (3,1,1) “mod2PIB”

También, utilizando la función *auto.arima* combinado, se consideró el modelo sugerido ARIMA (0,1,0) que incluye una deriva, al cual se le llamó “fitPIB”.¹¹ Finalmente, debido a este último elemento se corrieron versiones con deriva de los modelos modPIB y mod2PIB; modPIB_d y mod2PIB_d respectivamente.

11 Cabe mencionar que, al momento de correr los modelos, la serie utilizada fue la del PIB en niveles, y no la diferenciada ya que, al estimar el modelo, ésta diferencia la serie según corresponda. El modelo ARIMA (0,1,0) también es llamado modelo de caminata aleatoria. La función *auto.arima* es parte de un paquete estadístico del programa R Studio.

IV. Estimación de modelos y comparación de su desempeño

IV.I Tablas de desempeño y gráficas

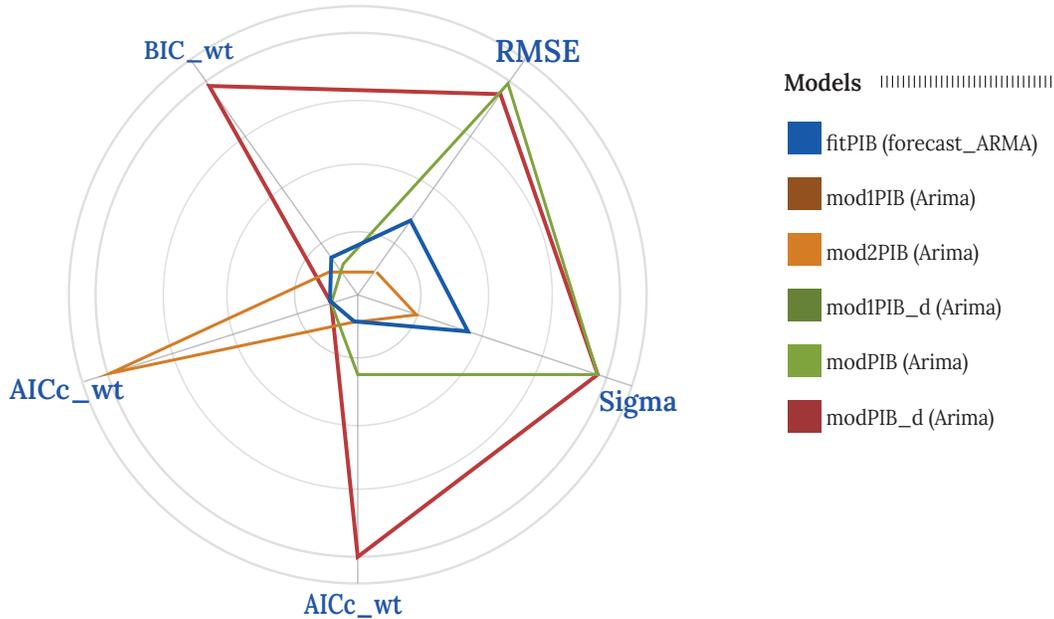
Tabla 6		Indicadores de calidad y bondad de ajuste de los modelos					
Name	Model	AIC (weights)	AICc (weights)	BIC (weights)	RMSE	Sigma	R2
modPIB	Arima	1574.0(<.001)	17766.0(<.001)	1581.5(<.001)	1327.256	1357.085	0.983
modPIB_d	Arima	1555.0(0.807)	9555.0(<.001)	1565.1(0.902)	1163.924	1196.903	0.985
mod1PIB	Arima	1570.4(<.001)	-14993.6(>.999)	1572.9(0.018)	1330.488	1345.19	0.982
mod2PIB	Arima	1577.9(<.001)	6845.9(<.001)	1590.4(<.001)	1326.232	1371.716	0.983
mod2PIB_d	Arima	1558.0(0.188)	5459.0(<.001)	1573.0(<.017)	1155.037	1201.657	0.986
fitPIB	forecast_ ARIMA	1565.4(0.005)	Inf(<.001)	1570.4(<.063)	1280.077	1301.473	0.982

Fuente: elaboración propia

Después de realizar pruebas para conocer la calidad relativa y desempeño de los modelos, se presenta la tabla 6 resumen, así como el ranking de los modelos utilizados para analizarlos de mejor manera. Como se observa, conforme a los distintos índices como ser AIC, BIC, Sigma, RMSE, se deduce que los dos mejores modelos son: i) modPIB_d que es un ARIMA (1,1,1) con deriva; ii) mod2PIB_d que es un ARIMA (3,1,1) con deriva. Cabe destacar que, el modelo sugerido por el programa R mediante la función *auto.arima*, mismo que se ha llamado fitPIB (con deriva) sirvió de referencia para encontrar si la inclusión del parámetro de la deriva no estocástica en los modelos era significativa estadísticamente.

Para confirmar gráficamente lo evaluado por la tabla anterior, se realizó un gráfico de desempeño de los modelos:

Figura 10 Comparación de los Índices de los Modelos



.....
 Fuente: elaboración propia

Como se observa la figura 10 del tipo radial, esta indica mediante el cuadro de color rojo, que el modelo modPIB_d (ARIMA 1,1,1 con deriva) es el que mejor se comporta en torno a los indicadores que allí aparecen, por encima de los demás modelos que si bien, algunos se comportan mejor que este en algún indicador, el modelo superior en general es el modPIB_d

IV.II Tablas de desempeño y gráficas

Tabla 7		Test coeficientes modelo ModPIB_d			
ModPIB_d					
Parameter	Estimate	std.Error	z value	Pr(Z z)	
arl	0.66077	0.081236	8.1339	4.156E-16	***
mal	-0.999927	0.028661	-34.8877	<2.2e-16	***
drift	359.204885	12.73029	28.2166	<2.2e-16	***

Fuente: elaboración propia

El Modelo con mejor desempeño, muestra que los coeficientes del autorregresivo (1) y media móvil (1), son significativos al 0.1%, el parámetro de la deriva tiene una significancia estadística similar. En total, se puede concluir que el modelo tiene todos sus coeficientes estadísticamente significativos.

Tabla 8		Test coeficientes modelo ModPIB_d			
Mod2PIB_d					
Parameter	Estimate	std.Error	z value	Pr(Z z)	
ar1	0.675881	0.103898	6.5052	7.759E-11	***
ar2	-0.034731	0.124716	0.2785	0.7806	
ar3	-0.103027	0.103395	-0.9964	0.319	
mal	-0.999999	0.02954	-33.8523	<2.2e-16	***
drift	358.922201	11.214969	32.0039	<2.2e-16	***

Fuente: elaboración propia

Finalmente, el siguiente mejor modelo en desempeño muestra que los coeficientes del autorregresivo (1), media móvil (1) y deriva son igualmente significativos al 0.1%, para un total de tres coeficientes significativos de cinco posibles.

IV.III Elección y evaluación del modelo

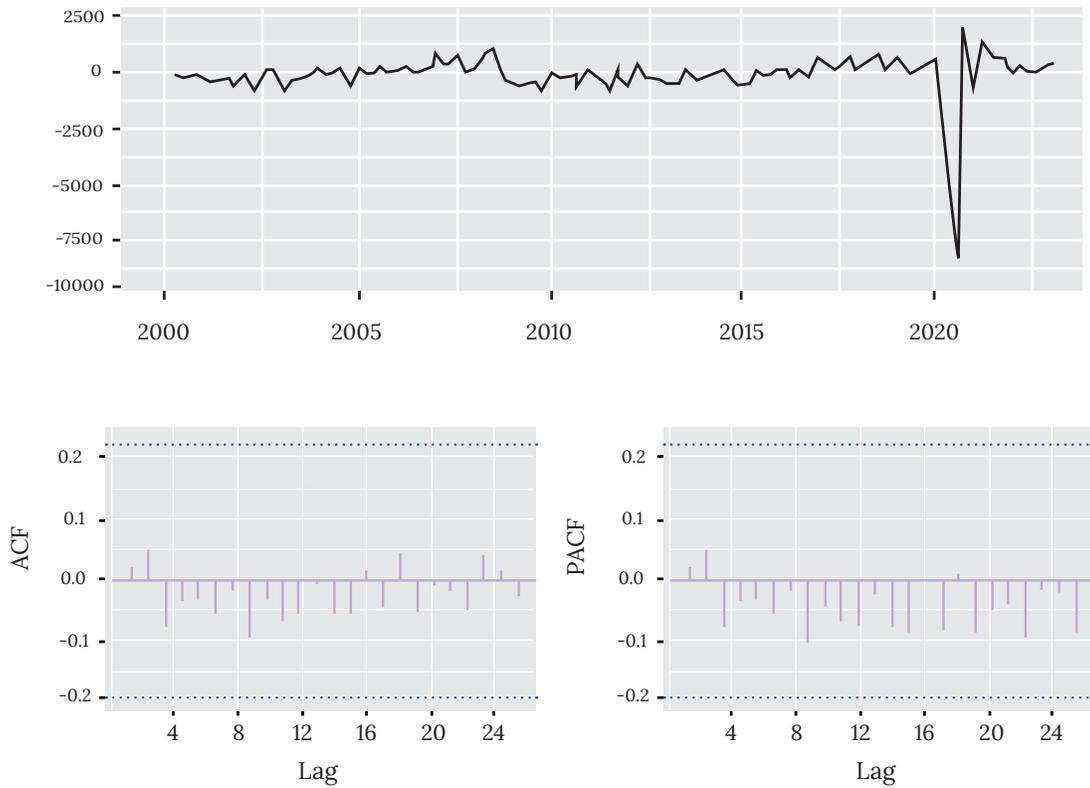
Es así como de los seis modelos estimados y analizando los diferentes criterios de información, así como las pruebas de significancia de sus coeficientes, se ha concluido que el mejor modelo es el denominado ModPIB_d que es un ARIMA (1,1,1) con deriva. Si bien no es el más parsimonioso, es el que mejor representa el comportamiento de la realización de los datos, después del análisis de las pruebas estadísticas realizadas.

De la prueba gráfica de estacionariedad (Figura #11) se observa un comportamiento de la serie con fluctuaciones de la media alrededor de 0, una varianza constante excepto por los efectos de los años 2020 y 2021. En las pruebas ACF y PACF, todas las líneas se encuentran dentro de la banda de tolerancia indicando estacionariedad¹². En general todo indica que los residuales son de ruido blanco.¹³

¹² Igualmente se realizaron las tres pruebas estadísticas de estacionariedad Dickey-Fuller, Phillips-Perron y KPSS, concluyendo para todas que existe estacionariedad en los residuales del modelo.

¹³ También se realizó análisis de las raíces tanto del proceso AR como MA encontrándose todas dentro del círculo unitario, tanto las reales como complejas, lo cual indica que los residuales son estacionarios.

Figura 11 Pruebas graficas para modelo ARIMA (1,1,1) con deriva



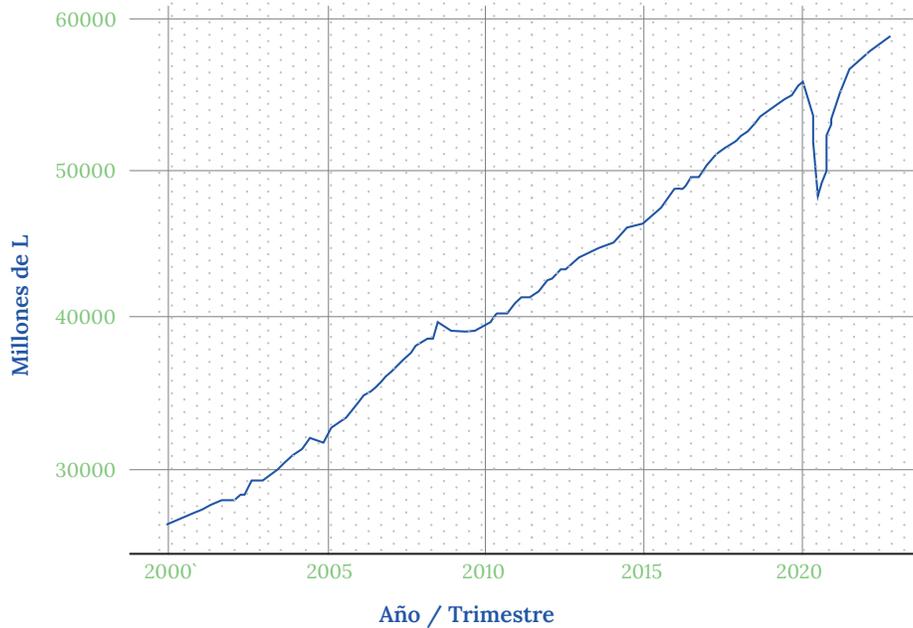
=====

Fuente: elaboración propia

V. Pronósticos del Modelo

V.I. Evaluación dentro de Muestra

Figura 12 Valores estimados del PIB trimestral de Honduras 2000-2022



Fuente: elaboración propia

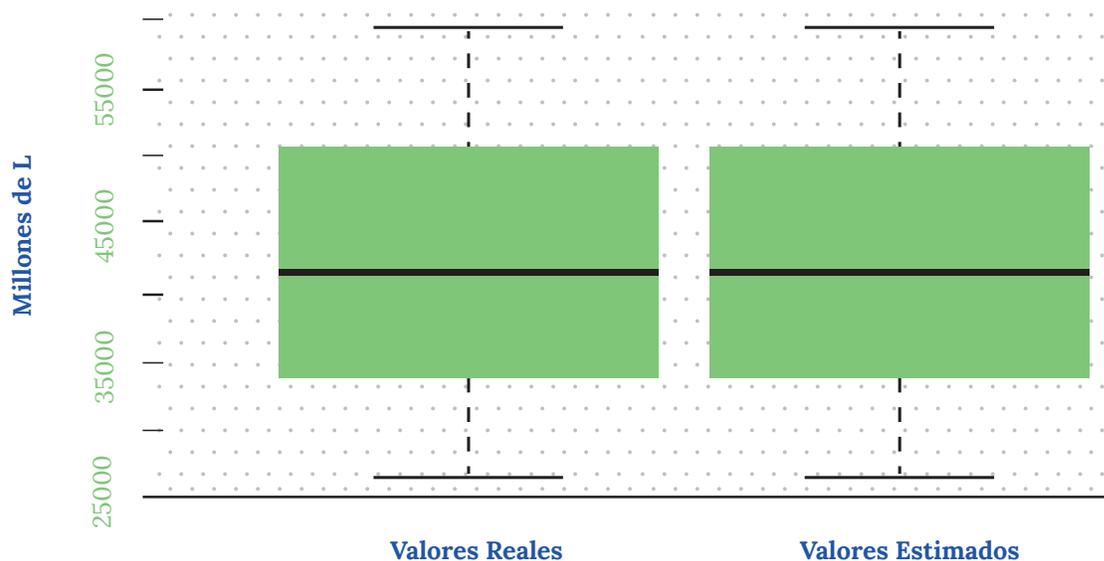
Figura 13 Datos Observados vs Estimados del PIB



Fuente: elaboración propia

De las dos figuras anteriores, se puede observar que el modelo se ajusta relativamente bien al proceso realizador de los datos. Cuando se transponen ambas gráficas, tanto datos observados (rojo) como estimados (azul claro) tienen un comportamiento similar y valores muy cercanos. Las diferencias más notables se dan en los dos posibles quiebres de la serie, tanto en 2009 como en 2020 con mayor notoriedad en este último episodio. En el caso de los valores estimados, la media sigue siendo mayor a la mediana (L42,043 y L41,630 millones respectivamente) al igual que los valores observados.

Figura 14 Comparación de Estadística Descriptiva de los valores observados vs los estimados del PIB real trimestral de Honduras

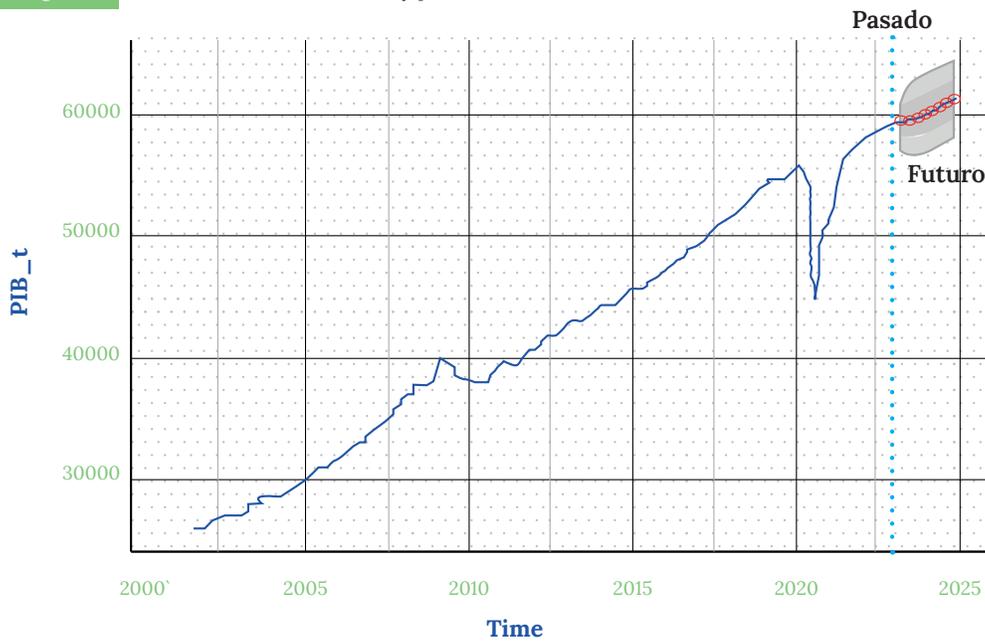


Fuente: elaboración propia

El gráfico 14 de la izquierda muestra el rango intercuartílico y la mediana del PIB con valores reales y la estimación realizada con el modelo. Se puede observar claramente lo similar que son los datos, por ejemplo, en el caso de la mediana, para los datos reales esta es de L41,513 y para los estimados es de L41,630 (millones).

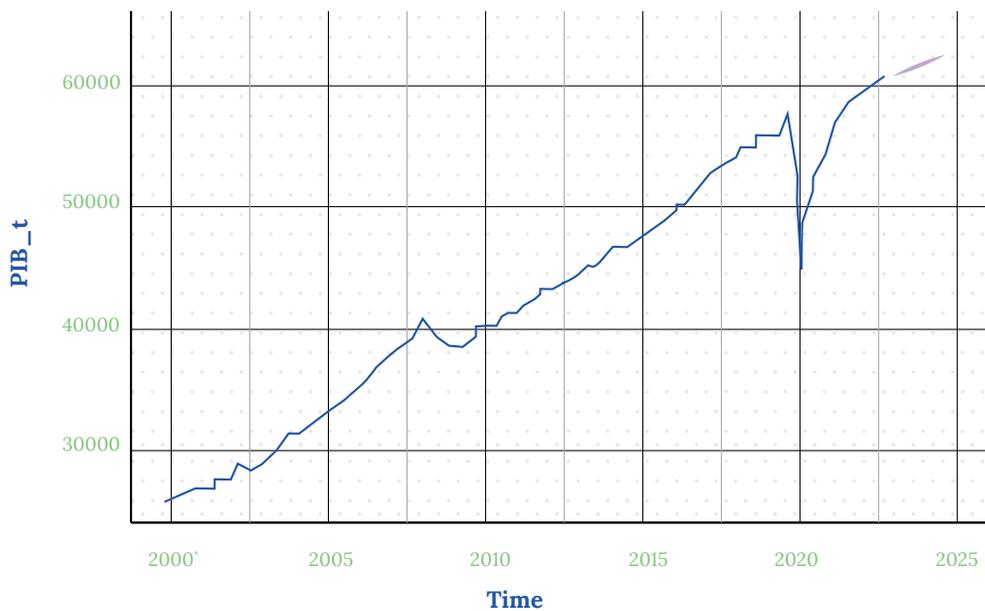
V.II Evaluación hacia futuro (afuera de muestra)

Figura 15 PIB real trimestral estimado y pronóstico de 8 trimestres



Fuente: elaboración propia

Figura 16 PIB real trimestral observado y pronóstico de 8 trimestres



Fuente: elaboración propia

La figura 15 muestra los valores estimados y el pronóstico del modelo para ocho trimestres hacia el futuro, incluyendo las bandas de confianza al 95%. En la figura 16 se grafican los valores de la serie original y el pronóstico a futuro de ocho trimestres. Los valores promedio del PIB trimestral proyectados a partir de enero 2023 son de L60,282 millones, comparados con los ocho trimestres inmediatos de la serie original de L57,661 millones.

VI. Ajuste del modelo con variables Dummy

Luego de intentar agregar posibles quiebres en los trimestres I 2009, II 2009, II 2020, III 2020 y I 2021; se logró constatar que, para esta serie, los posibles quiebres de 2009 no eran significativos pero los otros tres sí. Por lo tanto, se incluyeron estas Dummies en el mejor modelo previamente seleccionado y se procedió a su evaluación.¹⁴

VI.I Test de coeficientes de modelo con Dummies (Modelo Ajustado)

Tabla 9		Test coeficientes del modelo Modfinaldummy			
Parameter	Estimate	std.Error	z value	Pr(> z)	
ar1	0.19161	0.38367	0.4994	0.617477	
mal	0.026147	0.387	0.0676	0.946134	
drift	364.61	78.34	4.6542	0.000003253	
D20a	-7869.5	516.81	-15.227	<2.2e-16	
D20b	-1151.9	524.23	-2.1974	0.027992	
D21a	1005	373.83	2.6884	0.007179	

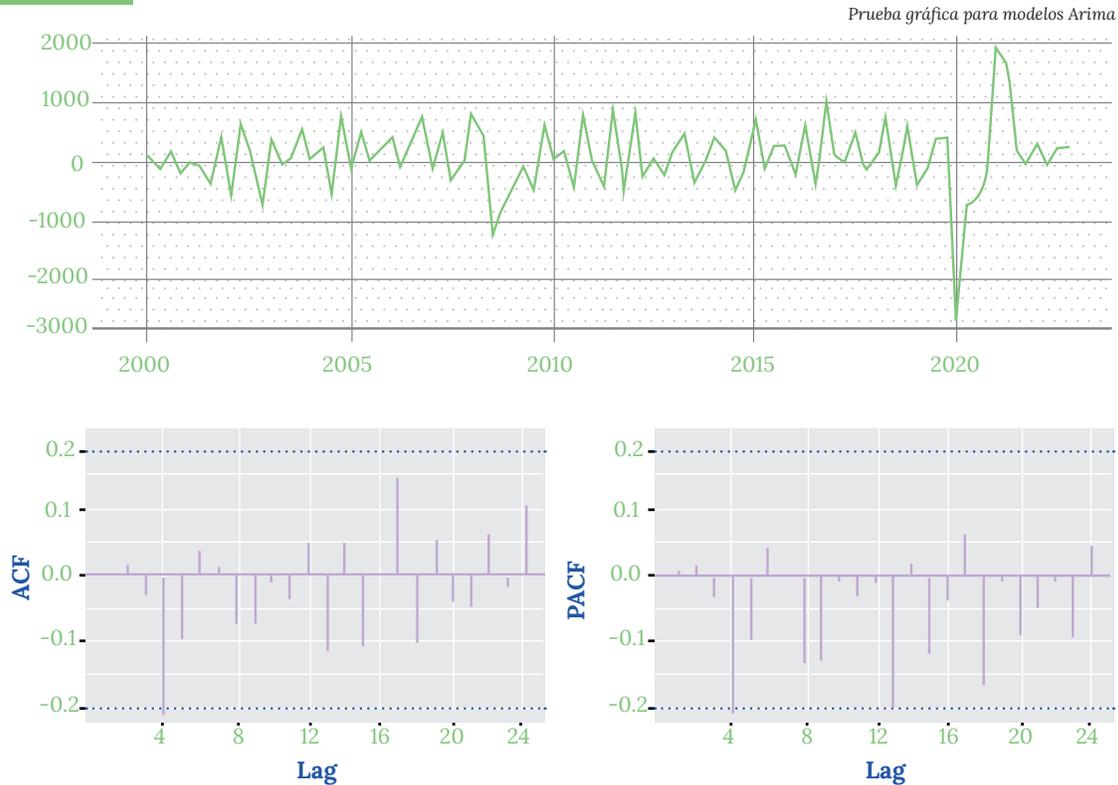
Fuente: elaboración propia

Se puede interpretar de la tabla anterior que los Dummies y la deriva incluidos en el modelo son todos estadísticamente significativos, aunque el parámetro autorregresivo (AR1) y de media móvil (MA1) que previamente resultaban significativos ya no lo son. Bajo este escenario el modelo se convierte en uno (0,1,0) con variables Dummies y deriva.

14 A este modelo ajustado con Dummies se le llamó "modfinaldummy".

VI.II Evaluación de modelo ajustado

Figura 17 Pruebas gráficas de estacionariedad

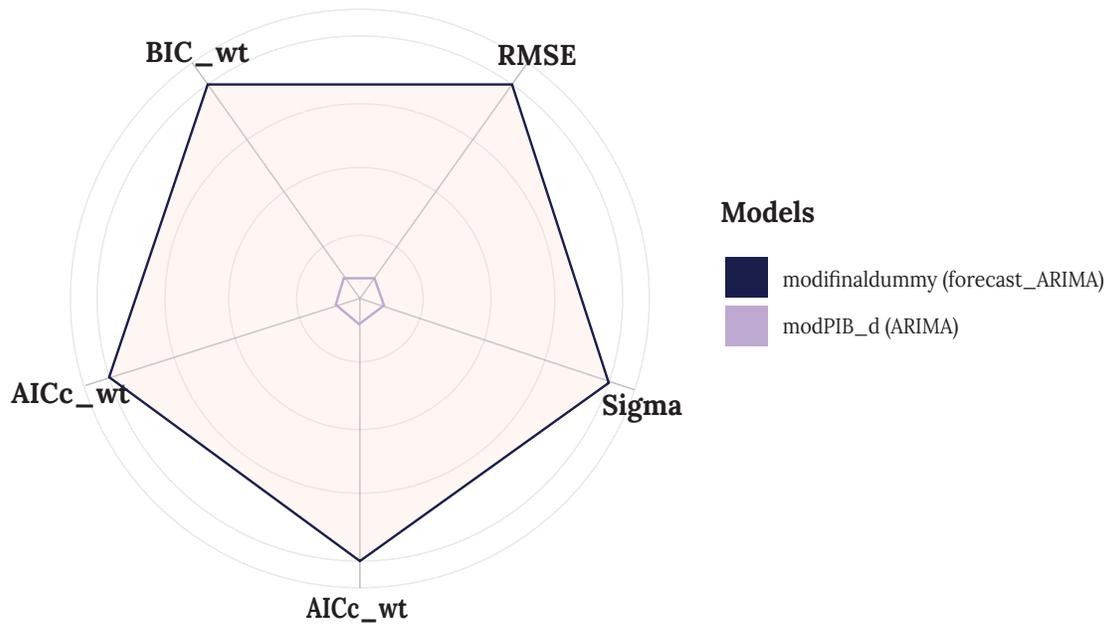


Fuente: elaboración propia

Se realizaron las tres pruebas estadísticas para corroborar estacionariedad (DF aumentada, PP y KPSS) concluyendo que existe estacionariedad en cada una. De las pruebas gráficas de estacionariedad se observa un comportamiento de la serie con fluctuaciones de la media alrededor de 0, una varianza constante excepto por los efectos de los años 2020 y 2021. Las pruebas ACF y PACF todas las líneas se encuentran dentro de la banda de tolerancia indicando estacionariedad. Aunque el comportamiento de los residuales no es tan aceptable como en el modelo original su poder de predicción puede ser más alto debido a la internalización de los quiebres antes mencionados. En este caso se comprobó, por ejemplo, además de los criterios de información que las medidas de error de la estimación de los valores verdaderos de la muestra (MAE, RMSE y MAPE) son menores para el modelo ajustado que para el previamente escogido¹⁵

15 MAE siglas en ingles de Mean Absolute Error, RMSE siglas en ingles de Root Mean Squared Error y MAPE que son las siglas en ingles de Mean Absolute Percentage Error. Todos son KPIs (Key Performance Indicators) de la precisión y el sesgo de una estimación econométrica.

Figura 18 Nueva comparación de los índices de los modelos



.....
Fuente: elaboración propia

La figura radial 18 compara los índices de información entre el modelo anterior y el modelo ajustado por Dummies. Claramente el modelo final muestra mejor desempeño con relación a cada uno de estos criterios (gráfico azul).¹⁶

¹⁶ Con relación a las demás pruebas en los residuales, el modelo se desempeña similar al modelo anterior, aunque un tanto menos aceptable con el estadístico de autocorrelación especialmente (prueba Ljung-Box) se nota del gráfico que para algunos rezagos iniciales existe autocorrelación no así para los demás evaluados (hasta el 36).

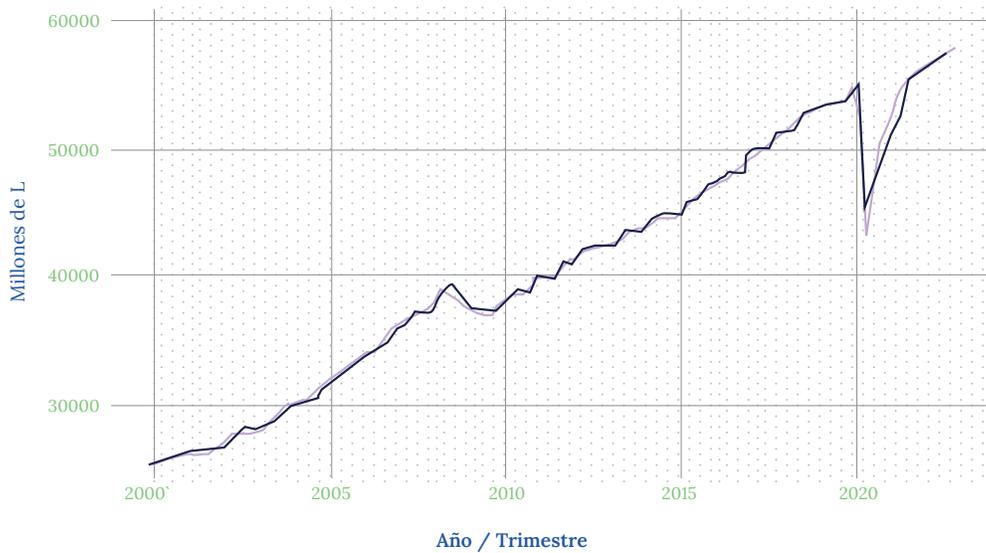
VI.III Comparación de modelos dentro de muestra

Figura 19 Comparación de ambos modelos estimados (dentro de muestra)



Fuente: elaboración propia

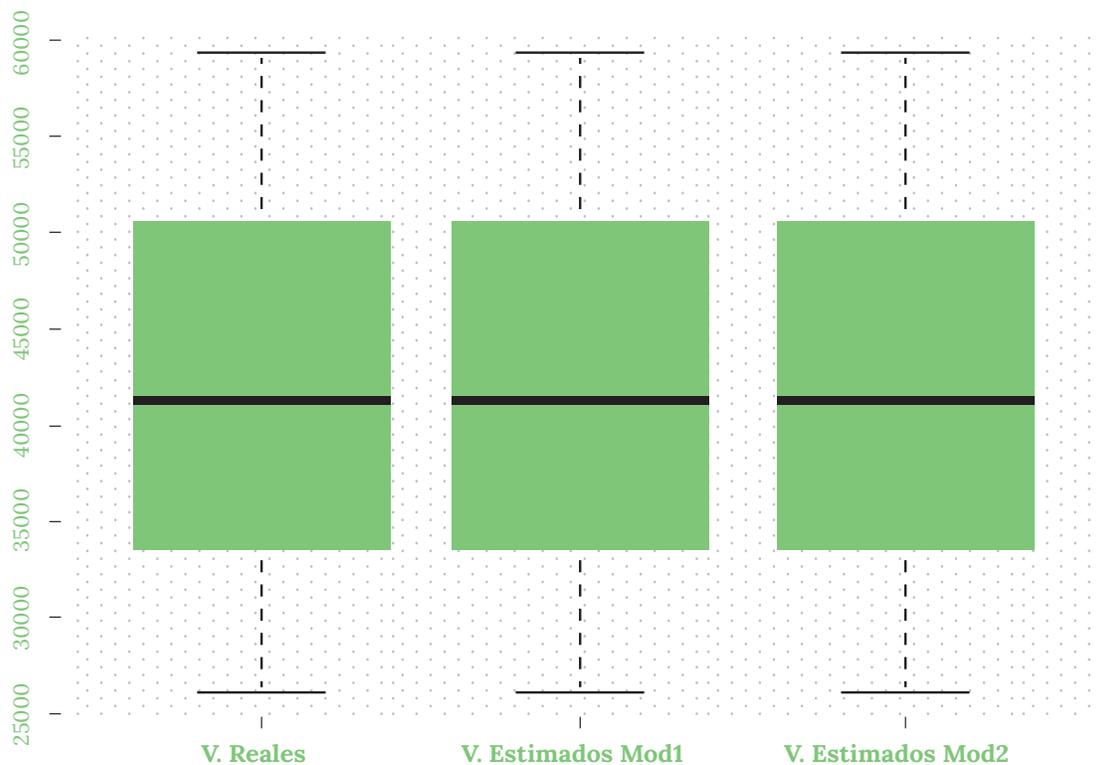
Figura 20 Comparación de valores observados y modelo con variables dummy



Fuente: elaboración propia

Se observa de la figura 19 que el modelo que incluye Dummies captura con mayor profundidad el impacto del 2020 y luego el rebote en 2021. El gráfico 20 toma en cuenta la muestra original de los datos denota que el modelo con Dummies captura con bastante precisión la realización de los datos especialmente lo ocurrido durante 2020 y 2021.

Figura 21 Comparación de estadística descriptiva de valores observados y de ambos modelos utilizados



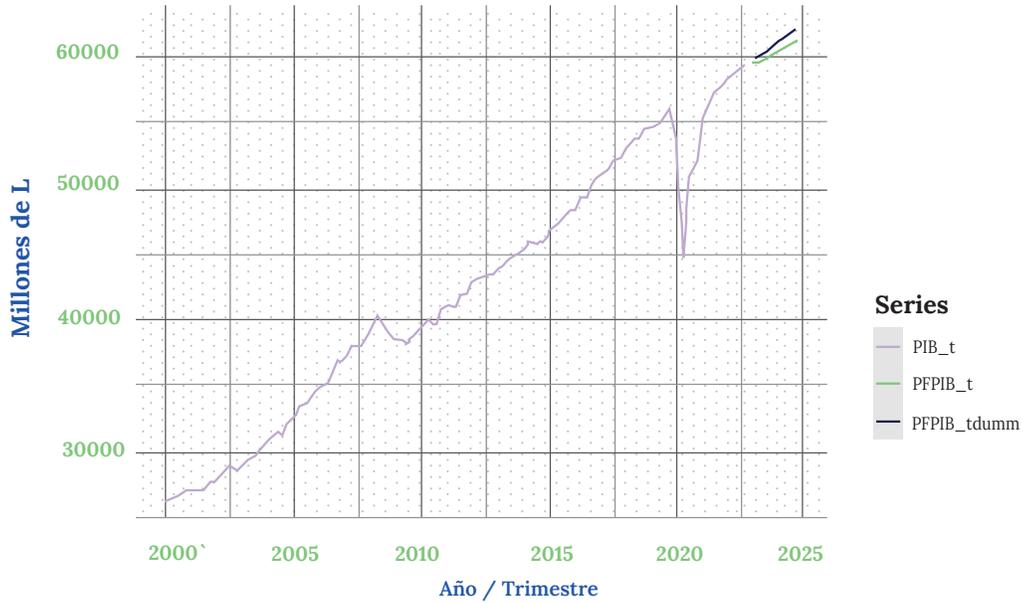
Fuente: elaboración propia

Con relación a la estadística descriptiva (en este caso el rango intercuartílico) se observa que la diferencia es casi imperceptible entre los modelos y los valores verdaderos. El modelo con Dummies de hecho tiene exactamente la misma media que la serie original

Finalmente se realiza un pronóstico fuera de muestra para los dos modelos:|

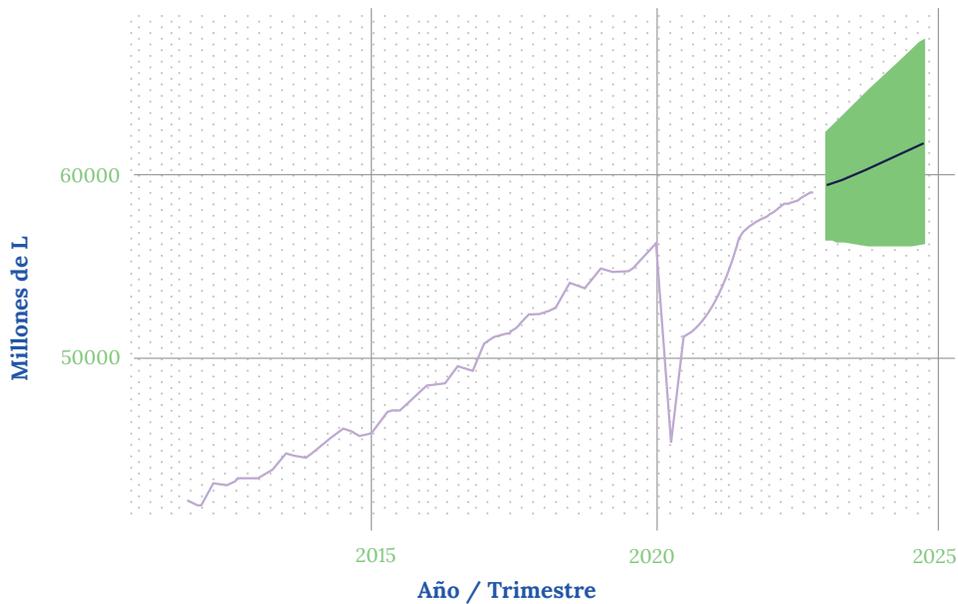
VI.IV Pronostico a futuro (Ocho trimestres)

Figura 22 Pronostico del PIB. Comparación de ambos modelos



Fuente: elaboración propia

Figura 23 Valores estimados y pronóstico del PIB con intervalo de confianza



Fuente: elaboración propia

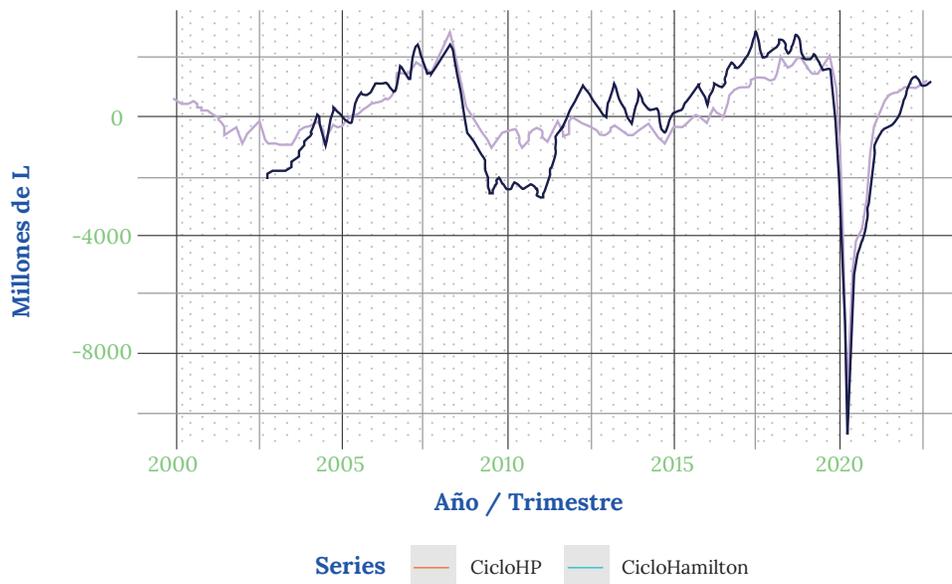
El modelo con Dummies proyecta valores para los próximos ocho trimestres a partir de enero 2023 hasta diciembre de 2024 con una media de L60,859.98 millones con un intervalo de confianza de valores mínimos en promedio de L56,366.56 y máximos en promedio de L65,353.41.¹⁷

VII. Ciclo económico y brecha del PIB

Para encontrar el ciclo económico y la tendencia del PIB se utilizó el filtro Hodrick – Prescott (HP filter 1997) el cual es utilizado en series de tiempo para separar los componentes cíclicos de los componentes de tendencia. Siguiendo la metodología estándar al respecto sobre ciclos económicos (business cycles) se utiliza un parámetro de suavizado (lambda) de 1600, en vista de ser series trimestrales. Debido a las críticas que se han hecho al filtro HP (Hamilton 2017) también se realizó el mismo ejercicio usando el filtro de Hamilton para la serie y luego se compararon los resultados. Para el análisis de los ciclos económicos se partió de la conocida conceptualización de ciclos económicos de Burns & Mitchell (1946) descrita en la revisión de literatura.

VII.I Ciclo del PIB

Figura 24 Ciclo económico de Honduras con filtro HP y Hamilton



Fuente: elaboración propia

17 Los valores promedio del modelo original eran de L60,282.00 millones con un IC de (L57,289.00-L63,275.5)

Figura 25 Ciclo Económico con Recesiones y Expansiones (Filtro HP)



Fuente: elaboración propia

La figura 24 muestra el ciclo del PIB estimado para el filtro de Hodrick-Prescott (HP) como también el de Hamilton. Se puede ver que este último (línea azul) arroja recesiones y expansiones más profundas o fuertes y es más volátil, aunque con la misma duración, especialmente previo al shock de 2020 ya que en este año se observa con claridad que la profundidad de la recesión es bastante similar para ambos filtros. En la figura 25 se utilizó una técnica para extraer las fechas de las recesiones y expansiones (inicio y final de estas) y se logró sobreponer el ciclo económico sobre estas para visualizar de mejor manera lo que significaron particularmente las recesiones, mismas que se denotan con una sombra de color gris (las expansiones están representadas por las zonas de color azul turquesa). El ciclo que aparece en dicho gráfico es el HP.

De acuerdo con esta información se puede concluir que durante el periodo 2000 al 2022, en promedio las expansiones duraron ocho punto tres trimestres (8.3) y las recesiones tres punto tres (3.3) trimestres (las expansiones han sido más prolongadas). Como se puede intuir en la gráfica se detectan 7 periodos de recesiones y 7 de expansiones. Si bien, la recesión que comienza en el último trimestre de 2019 y llega hasta el segundo trimestre del 2020 es de las más breves (dos trimestres) es la que tuvo la amplitud más grande de todas (desviación inicial positiva de la tendencia hasta desviación final negativa de la tendencia). El periodo de expansión más duradero (22 trimestres) que se dio fue en el periodo que va del último trimestre del 2002 hasta el segundo trimestre del 2008.

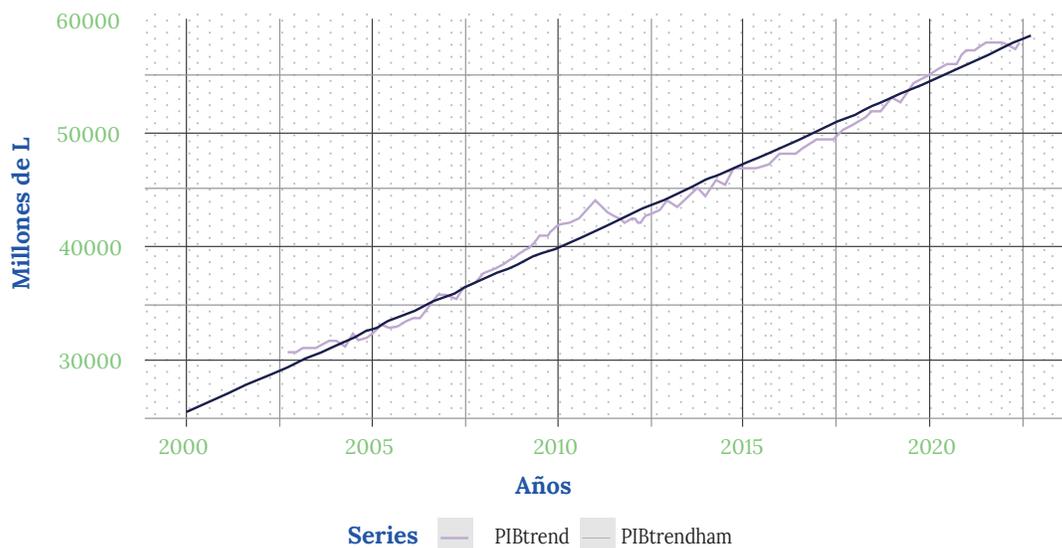
VII.II Brecha del producto

El concepto tiene que ver con la diferencia entre lo que produce una economía y lo que podría producir, es decir su potencial. Una brecha positiva indica una economía “sobrecalentada” mientras que una brecha negativa indica uso ineficiente de los recursos. El producto potencial es la cantidad

máxima de bienes y servicios que una economía puede generar operando a máxima eficiencia o a plena capacidad. A pesar de que existen diversas técnicas y/ metodologías para estimar el potencial del PIB, aquí se realiza este análisis con las técnicas de suavizado o filtrado estudiadas previamente, es decir, mediante los filtros de HP y Hamilton ¹⁸

a. PIB potencial y brecha del PIB o del producto

Figura 26 PIB Potencial (filtros HP y Hamilton)



Fuente: elaboración propia

La línea roja es la tendencia o PIB potencial usando el filtro HP y la línea azul, el PIB potencial mediante el filtrado de Hamilton. Se observan diferencias entre ambas técnicas, especialmente en el periodo entre el tercer trimestre de 2009 y el segundo trimestre de 2011.¹⁹ El crecimiento promedio a largo plazo del PIB real trimestral potencial para estos dos métodos se encuentra entre 0.80% y 0.90%. La diferencia promedio en el período total entre ambos métodos es de L17.3 millones por trimestre. De manera interanual el cambio en el PIB potencial para el período 2000 - 2022 estaría entre un 3.3% y un 3.6% según la metodología.²⁰ Este resultado es desalentador ya que el PIB potencial de Honduras en el período estudiado es insuficiente, así como su crecimiento

18 Para otros aspectos metodológicos y problemas con la estimación del PIB potencial y por ende con la brecha del PIB se puede ver Barkema Jell et al. 2020; y Giorno Claude et al. 1995.

19 De acuerdo con Dritsaki, M. 2022, el filtro de Hamilton presenta ciclos y tendencias más volátiles. Particularmente la tendencia tiende a moverse más durante periodos económicos más significativos. Por ello en el gráfico, se aprecia el cambio brusco de la tendencia durante el periodo 2009-2011 que significa un tiempo de caída y recuperación de la economía.

20 Cabe recordar que la data utilizada corresponde al PIB trimestral ajustado por estacionalidad

para lograr cambios estructurales en la calidad de vida de sus habitantes. En otros estudios, se han resaltado algunos de los problemas de larga data que aún no se atienden por los tomadores de políticas públicas que limitan el crecimiento del país. De estos problemas uno de los más importantes es la baja productividad de los factores de producción en donde particularmente, el de la mano de obra, ha tenido una contribución negativa.²¹

Figura 27 PIB Potencial (filtros HP y Hamilton)



Fuente: elaboración propia

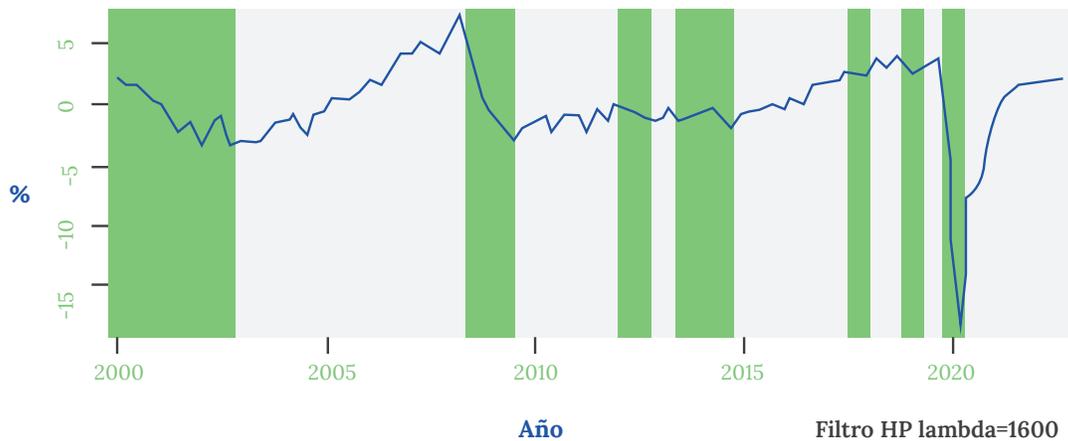
La figura 27 muestra la brecha del PIB potencial usando ambos métodos (HP y Hamilton) el gráfico es bastante similar a los ciclos con la salvedad que las diferencias en la brecha se analizan de manera porcentual.²² En promedio la brecha productiva ha sido negativa para el período bajo análisis (entre -0.011 y -0.024%). Es decir que, en esos 23 años, el PIB de Honduras en promedio se ha ubicado apenas debajo de su potencial. Por su parte, la mediana de los datos se ubica entre 0.63% (Hamilton) y -0.43% (HP). Los valores de brecha negativa más notables son en 2020 como se denota en la gráfica con un -19.3% y -18.3% si se calcula según Hamilton o según HP respectivamente. Por otro lado, entre 2007 y 2008 se notan los valores más altos de brecha positiva del PIB (es decir, el PIB estuvo por encima del potencial). Estos periodos tanto 2007-2008 y 2020 denotan las inflaciones más altas y bajas respectivamente conforme a lo señalado por la teoría en cuanto a la relación entre el PIB potencial y el real. El shock de 2020 fue tan fuerte que durante 2021 apenas y se alcanzó el PIB potencial (a pesar de un crecimiento de 12.5% real), siendo hasta 2022 que se volvió a tener una brecha ligeramente positiva (1.70% aproximadamente).

21 Para un artículo de comparación que indaga en algunas de estas causas, Ver Lobo Daniel, Kafati Alejandro, García Obed. COHEP,2022.

22 La brecha se obtiene de restar el PIB potencial al valor real del PIB y luego dividir este valor por el PIB potencial.

La brecha del producto también se puede analizar gráficamente sobre el ciclo económico para identificar el comportamiento de esta con relación a las recesiones y expansiones.

Figura 28 Comparación de la Brecha del PIB y el Ciclo Económico



Fuente: elaboración propia

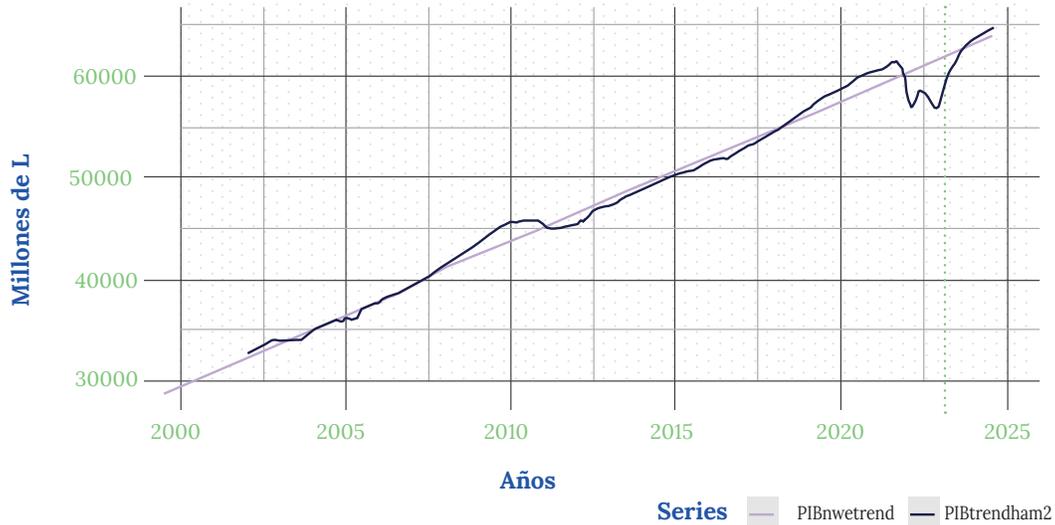
La figura permite capturar lo indicado por la teoría y la evidencia empírica en cuanto que, en los periodos de recesión, el producto efectivo suele ser inferior al potencial (por debajo de 0) mientras que, en los periodos de expansión, el producto efectivo suele ser superior al potencial (por encima de 0).

b. PIB potencial y brecha fuera de muestra (ocho trimestres)

Después de haber visto el análisis de la brecha para el período estudiado, cabe analizar conforme al modelo ARIMA (1,1,1 con deriva y variables Dummies) y su pronóstico estimado en la sección previa, la brecha para periodos posteriores al último trimestre de 2022.

De acuerdo con esta serie más larga que incluye ocho trimestres proyectados a partir de 2023, el filtro de Hamilton estima una caída del PIB potencial que comienza en el segundo trimestre de 2022 y no se recupera sino hasta el tercer trimestre del 2023. Por su lado, el filtro HP sigue un curso similar de tendencia al de toda la serie. La línea vertical y punteada en la figura representa el inicio de los datos proyectados. En ese sentido, como se verá a continuación la brecha del PIB es más grande (brecha positiva) en este período de acuerdo con el filtro de Hamilton.

Figura 29 PIB Potencial y pronóstico (filtros HP u Hamilton)



Fuente: elaboración propia

Figura 30 Brecha del PIB y pronóstico (filtros HP y Hamilton)



Fuente: elaboración propia

La brecha promedio para todo el período según ambos métodos sigue siendo similar a la calculada anteriormente ya que se encuentra muy cercana a cero, pero en el período entre 2022 y mediados del 2023, el filtro de Hamilton sobre estima la brecha de manera positiva y regresa a valores similares a la del filtro HP al tercer trimestre de 2023.

VIII. Conclusiones

1. En este documento investigativo se ha intentado replicar mediante técnicas econométricas univariantes el proceso de realización de datos trimestrales del PIB, en el período 2000-2022. Encontrando que los dos mejores modelos son del tipo ARIMA (1,1,1) con deriva y una versión ajustada de este que incluye variables Dummies para los periodos del primer y segundo trimestre de 2020 y primer trimestre del 2021.
2. El análisis estacional del PIB Real de Honduras permite inferir que los trimestres, tercero y cuarto son los que en promedio tienen un valor más alto con relación a los demás trimestres a lo largo de toda la serie. Si se analiza el PIB ajustado por estacionalidad, el segundo trimestre del 2020 resalta como el de mayor variación en toda la serie. Esto en línea con lo ocurrido en dicho año por la paralización de la economía debido a la pandemia.
3. El modelo que incluye las variables Dummies tiene mejor poder predictivo. Sin embargo, el comportamiento de los residuales del primero tiene mejor desempeño. Ambos modelos tienen residuales de ruido blanco.
4. Debido a que los modelos escogidos recogían los valores óptimos de criterios de información, el comportamiento de los residuales es de ruido blanco y además sus MAE, MAPE y RMSE fueron los valores más bajos, lo cual implica que estos capturaban los patrones subyacentes de la generación de los datos y por lo tanto, se consideró que eran aptos para poder proyectar los datos a futuro.
5. La proyección de ocho trimestres posteriores al último trimestre de 2022, indica que los valores promedio trimestrales serán de L60,859.98 millones con un intervalo de confianza del 95% de valores entre L56,366.58 a L65,353.51.
6. Debido a lo ocurrido en 2009 y especialmente en 2020 y 2021, un modelo univariante ateorico que pretenda recoger el comportamiento más preciso de los datos del PIB de Honduras debe incluir variables Dummies para estos eventos o al menos para los que resulten significativos.
7. El cálculo del ciclo económico de Honduras en el período 2000 - 2022 mediante el filtro Hodrick-Prescott y el de Hamilton arroja similares conclusiones. El filtro de Hamilton, sin embargo, denota expansiones y recesiones más profundas, aunque con similar duración que el de HP. Dichas diferencias son más marcadas previo al shock de la pandemia, en donde a partir de allí, los efectos son bastante similares.
8. De acuerdo con el análisis del ciclo económico de Honduras, se estima que en el período existieron siete etapas de expansión y siete de recesión. Las expansiones fueron de mayor duración con un promedio de ocho punto tres (8.3) trimestres, mientras que las recesiones con una duración promedio de tres punto tres (3.3) trimestres.

9. La expansión económica más extensa que se dio en el período fue de veintidós trimestres, desde el cuarto trimestre de 2002 hasta el tercer trimestre de 2008. La recesión económica más extensa que se dio duró cinco trimestres desde el segundo trimestre de 2008 hasta el tercer trimestre de 2009.
10. No obstante, la duración de las expansiones y recesiones no es lo mismo que la amplitud o impacto de estas. En dicho sentido, el análisis realizado demuestra que la recesión más fuerte fue la que finalizó el segundo trimestre del 2020 y la expansión más fuerte fue la que finalizó el tercer trimestre de 2017.
11. Los ciclos económicos se componen de cuatro fases: cima, recesión, fondo y expansión. Para medir su duración se pueden contar los periodos de cima a cima o de fondo a fondo. En dicho sentido, cada ciclo de cima a cima duró en promedio nueve punto dos (9.2) trimestres o dos punto tres (2.3) años y medido desde fondo a fondo, un promedio de ocho punto seis (8.6) trimestres o dos punto quince (2.15) años.
12. Conforme a la estimación del PIB potencial por ambas técnicas (filtro HP y Hamilton) el crecimiento económico trimestral se ubica en promedio entre 0.80% y 0.90% y el crecimiento interanual para el período se ubica entre una 3.3% y 3.6%. En otras palabras, estos porcentajes serían el máximo de crecimiento económico de Honduras si todos sus recursos hubiesen sido usados al máximo durante el período 2000 - 2022.
13. La brecha del PIB en el período estudiado en promedio ha sido negativa entre -0.011% y -0.024%. Es decir, el PIB trimestral se ha ubicado apenas por debajo de su potencial. Otra forma de interpretar esto es que el crecimiento económico de Honduras al menos en dicho período siempre estuvo muy cercano a su potencial.
14. Los periodos de brecha positiva más notables se dieron entre 2007 y 2008, luego entre 2017 y 2018 (PIB por encima del potencial). El período de brecha negativa más notable fue durante el 2020. A pesar del fuerte crecimiento económico real que se dio en 2021 (12.5%) no fue suficiente para alcanzar el PIB potencial al final de dicho año. El promedio de brecha del PIB en 2021 se ubica entre 0.27% y -1.45% según la metodología aplicada (HP y Hamilton).
15. Para los ocho trimestres proyectados posterior a 2022 el PIB potencial cae a partir del segundo trimestre de 2022 de acuerdo con la metodología de Hamilton y sigue un curso similar a la tendencia anterior de acuerdo con la metodología de HP. En este sentido, conforme al filtro de Hamilton se estaría sobre estimando una brecha del PIB positiva a partir de dicho período. Considerando las desventajas de dicho filtro en cuanto a la volatilidad de los datos y de la tendencia en periodos de fuertes shocks (tal es el caso de la pandemia y luego la recuperación en 2021) se considera que es una mejor medida el filtro HP para este análisis de brecha posterior al último trimestre de 2022. Bajo este filtro, la brecha del PIB en el período 2023-2024 será de 1.1%.

IX. Referencias

- Alvarez, Fernando (2015) Estimación del Producto Potencial para Honduras: 2000-2014. Banco Central de Honduras, Subgerencia de Estudios Económicos, Departamento de Investigación Económica.
- Barkema Jell, Gudmonsson Tryggvi, and Mrkaic Mico (2020) What Do We Talk About When We Talk About Output Gaps? IMF Working Paper. <https://doi.org/10.5089/9781513561257.001>
- Box, G. E. P and Jenkins, G.M., (1976). "Time series analysis: Forecasting and control," Holden-Day, San Francisco.
- Chen, C. and Liu, Lon-Mu (1993). 'Joint Estimation of Model Parameters and Outlier Effects in Time Series'. Journal of the American Statistical Association, 88(421), pp. 284-297.
- Dritsaki, M.; Dritsaki, C. (2022) Comparison of HP Filter and the Hamilton's Regression. Mathematics, 2022,10, 1237. <https://doi.org/10.3390/math10081237>
- Durlauf, S. N., Johnson, P. y J. Temple (2005), "Growth econometrics", en P. Aghion y S. N. Durlauf (eds.), Handbook of Economic Growth, Elsevier, vol. 1A, cap. 8, 555-677.
- Einian Majid (2019) Business Cycle Dating and Plotting Tools
- Ghazo A. (2021) Applying the ARIMA Model to the Process of Forecasting GDP and CPI in the Jordanian Economy. International Journal of Financial Research.
- Harding Don and Pagan Adrian (2002). Dissecting the Cycle: A methodological investigation. Journal of Monetary Economics, vol 4, issue 2, 365-381.
- Lobo Daniel, Kaffati Alejandro, Garcia Obed (2021). Estimación del PIB Potencial de Honduras 2010-2019. Gerencia de Política Económica COHEP.
- M. Shea, Justin (2022). An Alternative to the Hodrick-Prescot Filter <https://justinmshea.github.io/neverhpfiler/>
- Martínez, Samuel Elías (2021) Estimación del Producto Potencial y Crecimiento Tendencial para Honduras. Banco Central de Honduras, Subgerencia de Estudios Económicos.

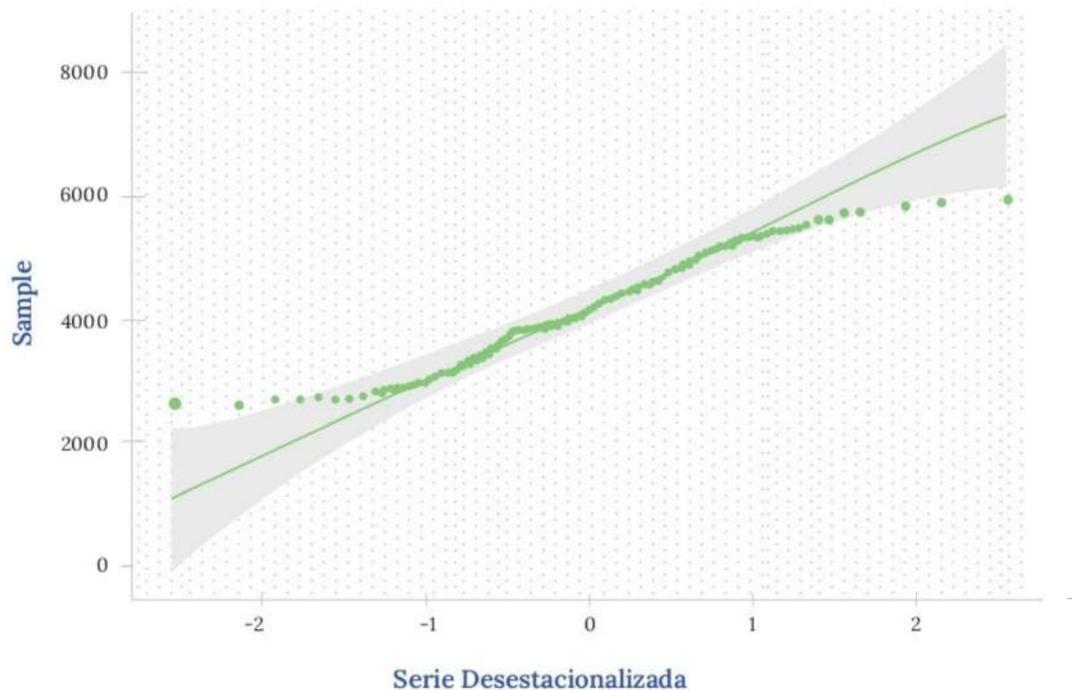
- Newbold, P. (1975) The Principles of the Box-Jenkins Approach. *Journal of the Operational Research Society*, 26, 397-412. <https://doi.org/10.1057/jors.1975.88>
- Ospina, R.; Gondim, J.A.M.; Leiva, V.; Castro, C. (2023). An Overview of Forecast Analysis with ARIMA Models during the COVID-19 Pandemic: Methodology and Case Study in Brazil. *Mathematics* 2023, 11, 3069. <https://doi.org/10.3390/math11143069>
- Ramírez Juan R., Hernández Gabriela, Díaz Miriam de los Ángeles (2013). Importancia del Modelo ARIMA en el Pronóstico del Producto Interno Bruto Trimestral de Mexico.
- Rosner, B. (1983). Percentage Points for a Generalized ESD Many-Outlier Procedure. *Technometrics* 25, 165-172.
- Shaw, E. S. (1947). Burns and Mitchell on Business Cycles. *Journal of Political Economy*, 55(4), 281-298. <http://www.jstor.org/stable/1826221>
- Shumway, Robert & Stoffer, David. (2011). *Time Series Analysis and Its Applications with R Examples*. 10.1007/978-1-4419-7865-3.
- Tsay, R. S., & Tiao, G. C. (1984). Consistent Estimates of Autoregressive Parameters and Extended Sample Autocorrelation Function for Stationary and Nonstationary ARMA Models. *Journal of the American Statistical Association*, 79(385), 84-96. <https://doi.org/10.2307/2288340>
- Woodward, A. W, et al. (2016). *Applied time series analysis with R*. CRC Press, USA.
- Yao Ma (2024). Analysis and Forecasting of GDP Using the ARIMA Model. *Information Systems and Economics* (2024) Vol. 5: 91-97. DOI: <http://dx.doi.org/10.23977/infse.2024.050112>

X. Anexos

Análisis Estadístico del PIB

Figura A1

Test de Normalidad del PIB de HN 2000-2022



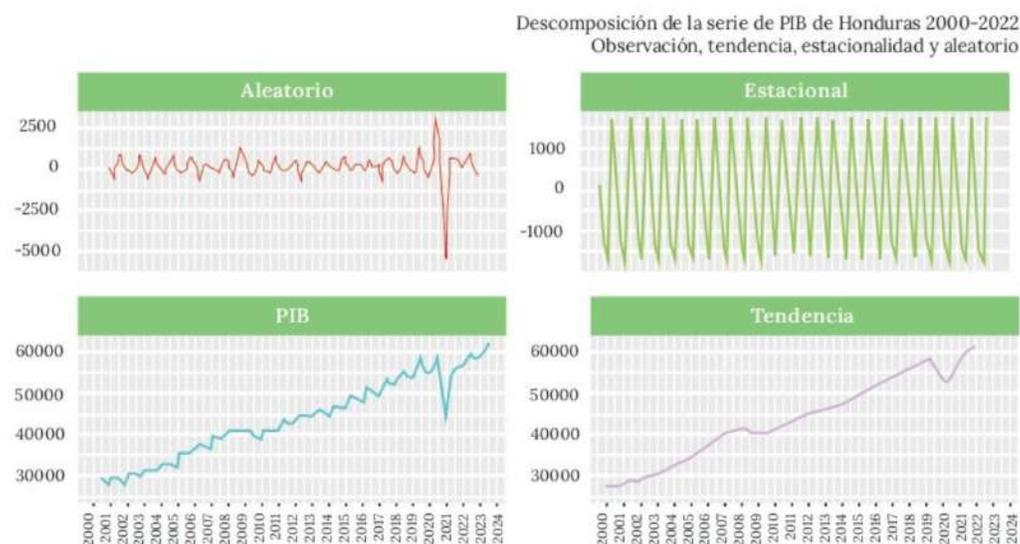
Fuente

Se realizó la prueba estadística de Rosner (Rosner,1983) para detección de datos atípicos que tiene la ventaja sobre pruebas similares en que puede detectar varios datos atípicos. A la vez, y es más apropiada cuando la cantidad de datos es mayor o igual a 20 ($n \geq 20$), tal como la data que se está analizando. La hipótesis nula de la prueba es que la cantidad de datos que se sospechan que son atípicos no pertenecen a la distribución normal de los demás datos. En este sentido y debido a que se realizaron otras pruebas complementarias gráficas se sospechaba que existían al menos seis datos atípicos en la serie, para lo cual esta prueba estadística arrojó las siguientes conclusiones:

Results of Outlier Test	
Test Method:	Rosner's Test for Outliers
Hypothesized Distribution:	Normal

Test Statistic Parameter:	k = 6							
Alternative Hypothesis:	Up to 6 observations are not from the same Distribution.							
Type I Error:	5%							
Number of Outliers Detected:	0							
i	Mean.i	SD.i	Value	Obs.Num	R.i+1	lambda.i+1	Outlier	
1	0	42032.36	9694.095	59496.1	92	1.801482	3.355387	FALSE
2	1	41840.45	9570.461	58978.4	91	1.790713	3.351588	FALSE
3	2	41650.03	9449.132	58491.4	90	1.782320	3.347738	FALSE
4	3	41460.80	9329.598	58200.4	89	1.794247	3.343836	FALSE
5	4	41270.57	9207.846	57616.1	88	1.775174	3.339880	FALSE
6	5	41082.70	9089.988	57243.2	87	1.777836	3.335869	FALSE

Figura A2 Análisis gráfico de descomposición de la serie no desestacionalizada



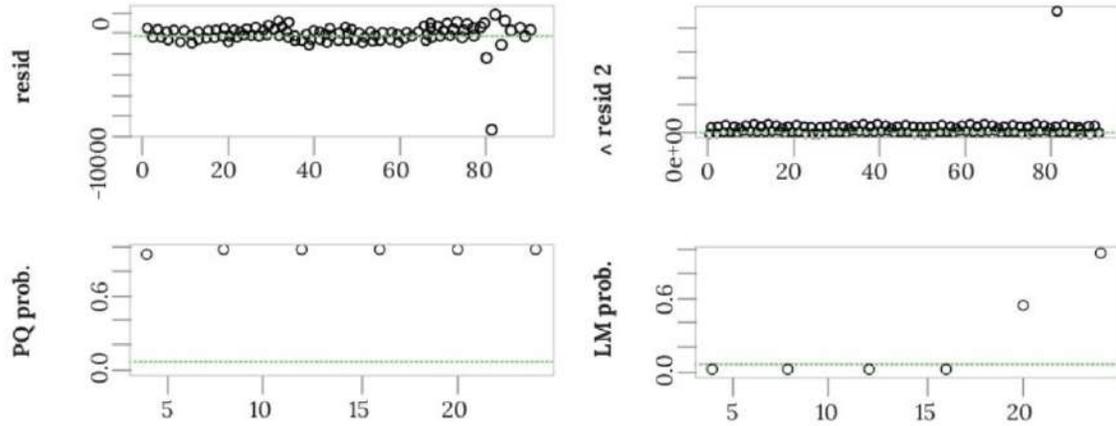
Fuente: elaboración propia

Fuente

La serie no desestacionalizada denota que, en el caso aleatorio, por ejemplo, las fluctuaciones son relativamente simétricas, salvo lógicamente en el 2020 y 2021 por el fuerte shock (pandemia, tormentas tropicales y rebote de la economía respectivamente). Por otra parte, el componente estacional denota oscilaciones periódicas bien marcadas a lo largo del tiempo, con picos en los

cuartos trimestres de cada año y fondos en los tercer trimestres. Finalmente, la tendencial es creciente y lineal.

Figura A3 Análisis gráfico de heterocedasticidad de los residuales

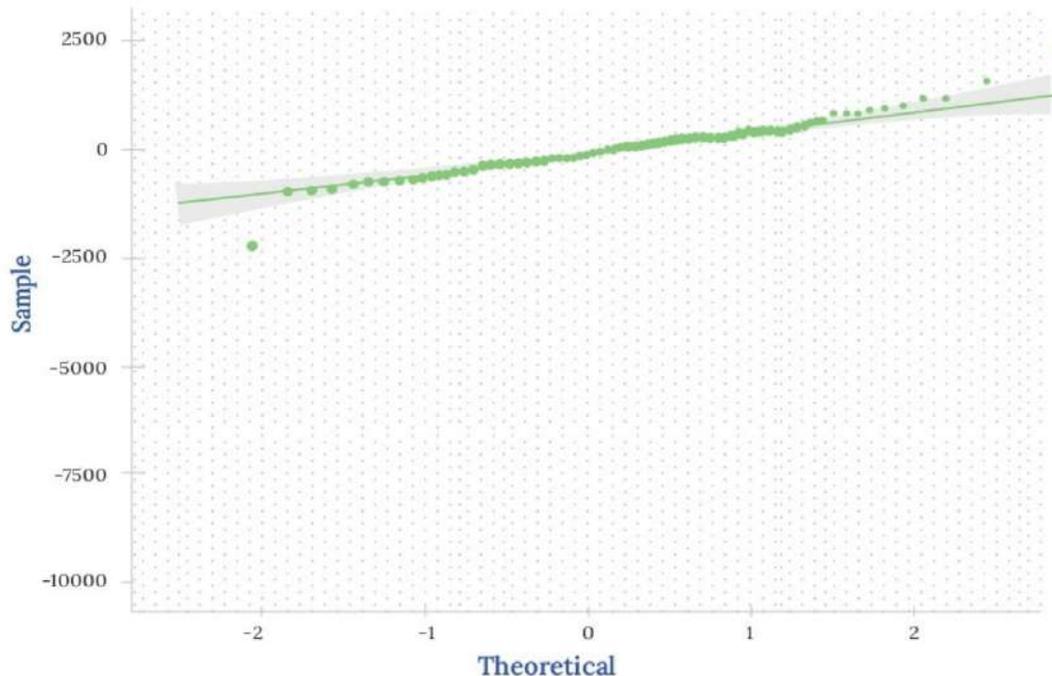


Fuente: elaboración propia

Fuente

De acuerdo con la prueba de Portmanteau no existe problemas de heterocedasticidad incluso hasta el orden 24 ($p \text{ value} > 0.05$), sin embargo, de acuerdo con la prueba del multiplicador Lagrange, es a partir del 20 rezago que existe homocedasticidad. Es decir, en los primeros 19 rezagos hay heterocedasticidad. Este resultado puede estar siendo ocasionado por el fuerte impacto del shock en 2020. No obstante, como se observa en todas las demás pruebas tanto estadísticas como gráficas el modelo genera residuos de ruido blanco, por lo cual se usó el modelo.

Figura A4 Test de Normalidad del PIB de HN 2000-2022



Fuente: elaboración propia

Fuente

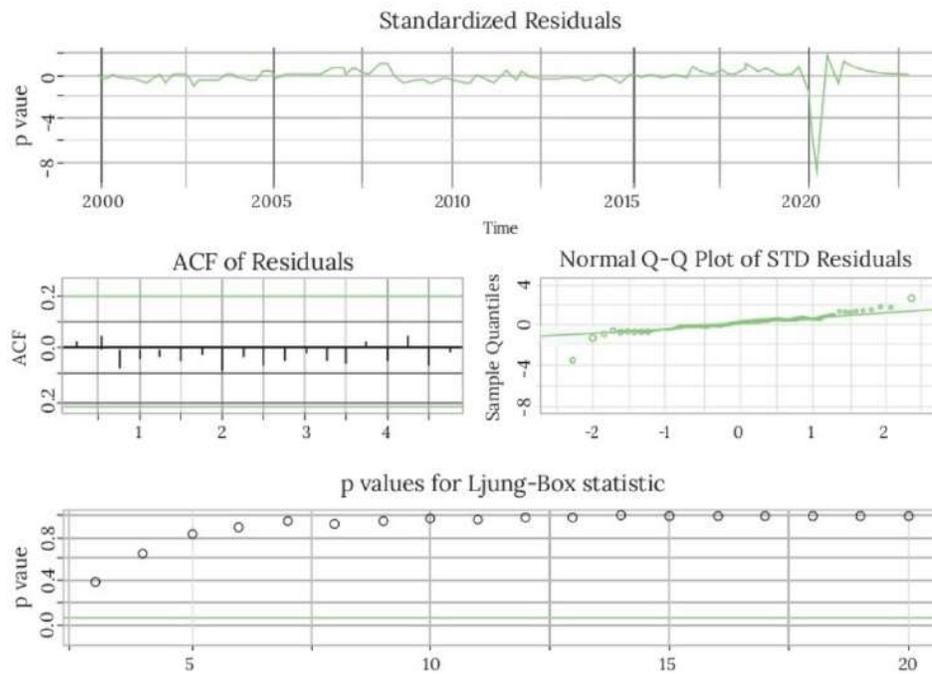
Se puede observar que la mayoría de los residuales se encuentran dentro de la recta diagonal de referencia, siendo las colas las que presentan algunos de ellos por fuera de la banda de confianza. En general, se podría argumentar que considerando la sensibilidad de las pruebas estadísticas anteriormente realizadas la inspección visual sugiere que los residuales tienen un comportamiento normal salvo por la presencia de algunos residuos en las colas.

a. Prueba Ljung-Box de los Residuales

Para esta prueba, la H_0 : no correlación serial y la H_a : correlación serial. Se realizaron pruebas con lags: 1,2,8,12, y 24, y en cada uno de estos órdenes el p valor >0.05 (un alto valor de P) por lo cual, no se rechaza la H_0 y se concluye que *no existe correlación serial* en los residuales del modelo.

Adicionalmente, se realizaron pruebas gráficas para confirmar lo anterior y además explorar la normalidad de los residuales como se ve a continuación.

Figura A5 Prueba Ljung-Box y estacionariedad del modelo. Análisis gráfico



Fuente: elaboración propia

Fuente

Del gráfico Q-Q Plot, se puede inferir que los residuos se aproximan a una distribución normal aunque después de realizar distintas pruebas (Jarque Bera, Shapiro Wilkins y Kolgomorov-Smirnov corregida por Lilliefors) se rechazó la hipótesis nula de normalidad.