

The Effect of COVID-19 on Oil Prices and Economic Cycles in Peru: A Transformation in Macroeconomic Variables (2018-2021)

Frank M. Huamaní¹; Saúl J. Rodríguez¹; Joseph Sinchitullo¹

¹Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, fhuamanir@fip.uni.edu.pe, srodriguez@fip.uni.edu.pe, jsinchitullog@uni.pe

Abstract— This project analyzes the effect of the pandemic in Peru through an analysis of macroeconomic variables in the period 2018-2021. Initially, variables such as IPC, PBI, interest rate, imports, exports, exchange rate and oil price were studied. A correlation study was carried out between the variables as a function of the oil price. Then, the Shapiro-Wilk test was applied to determine if they followed a normal distribution, and those that did not were transformed by Box-Cox and Johnson. The Dickey-Fuller and Phillips-Perron tests were performed to verify their stationarity, find the number of lags and the order of integration. Subsequently, the VAR model was performed to analyze the relationship of the variables, then we performed a Granger's chance test and an SVAR model was implemented. In addition, a Hodrick-Prescott filter was applied to the variables for the long run. Finally, impulse-response plots were plotted to see how the variables were affected in the long run.

keywords—Oil Price, Stationarity, VAR model, COVID-19.

El Efecto de la COVID-19 en el Precio del Petróleo y los Ciclos Económicos en el Perú: Una Transformación en las Variables Macroeconómicas (2018-2021)

Frank M. Huamaní¹ ; Saúl J. Rodríguez¹ ; Joseph Sinchitullo¹ 

¹Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, fhuamanir@fip.uni.edu.pe, srodriguez@fip.uni.edu.pe, jsinchitullo@uni.pe

Resumen— Este proyecto analiza el efecto de la pandemia en el Perú por medio de un análisis de variables macroeconómicas en el periodo 2018-2021. En un comienzo se estudiaron variables como el IPC, PBI, tasa de interés, importaciones, exportaciones, tipo de cambio y el precio del petróleo. Se realizó un estudio de correlación entre las variables en función del precio del petróleo. Luego, se aplicó el test de Shapiro-Wilk para determinar si seguían una distribución normal, la cuales que no cumplían fueron transformadas por Box-Cox y Johnson. Se realizaron los test de Dickey-Fuller y Phillips-Perron para verificar su estacionariedad, hallar el número de rezagos y el orden de integración. Posteriormente, se realizó el modelo VAR para analizar la relación de las variables, después hicimos un test de causalidad de Granger y se implementó un modelo SVAR. Además, se aplicó un filtro de Hodrick-Prescott a las variables para un largo plazo. Finalmente, se graficaron el impulso-respuesta para saber cómo fueron afectadas las variables a largo plazo.

Palabras clave—Precio del Petróleo, Estacionariedad, modelo VAR, COVID-19.

I. Introducción

En el año 2020, la crisis financiera global provocada por la COVID-19, originó una caída abrupta en el precio del petróleo, el cual paso de \$60 por barril en el año 2019 a \$36 por barril en el año 2020. Durante el periodo 2018-2021. El precio del petróleo mostró un comportamiento inestable con valores que fluctuó entre los 36 y 78 USD/bbl, afectando a las áreas industriales, al generar incertidumbre y disminuir la inversión [1].

Para entender los impactos de esta crisis financiera sobre la economía peruana, es importante realizar un análisis de los ciclos económicos, comparando el precio del petróleo con variables macroeconómicas como PBI, IPC, tasa de interés, tipo de cambio, importaciones y exportaciones. Burns y Mitchell (1946) [2], indican que los ciclos económicos son fluctuaciones en la actividad económica, caracterizada por periodos de expansión y contracción, que reflejan la estabilidad estructural de la economía.

Asimismo, Chow (1960) [3], introdujo pruebas para evaluar diferencias entre modelos de regresión antes y después de eventos que podrían modificar su estructura. Andrews (1993) [4] amplió esta investigación realizando pruebas para identificar puntos de quiebre estructurales en series de tiempo. Estos enfoques permiten identificar como eventos imprevistos como una pandemia alteran el comportamiento económico.

En este contexto, los modelos de Vectores Autorregresivos (VAR) propuestos por Hamilton (1994) [5], permiten analizar las relaciones de comportamiento entre las variables a través del tiempo. Asimismo, los modelos estructurales (SVAR) Sims [6], permiten detectar los

choques estructurales que afectan a la economía. Para descomponer estos efectos en largo y corto plazo es necesario aplicar el filtro de Hodrick-Prescott. El objetivo de esta investigación es estudiar la relación entre el precio del petróleo y los ciclos económicos del Perú, identificando los cambios estructurales, la evolución de sus estructuras y el comportamiento ante impactos externos e internos.

II. Marco Teórico

El ciclo económico

Los ciclos económicos son un tipo de fluctuaciones encontrada en la actividad económica agregada de las naciones que organizan su funcionamiento en base a la actividad empresarial: un ciclo consiste en expansiones que ocurren al mismo tiempo en las diferentes ramas de la actividad económica, seguida por recesiones, contracciones y recuperaciones que dan lugar a fases de expansión del siguiente ciclo; esta secuencia de cambios es recurrente, mas no periódica. La duración de los ciclos económicos varía de uno a diez años; estos ciclos no son divisibles en ciclos más cortos de similares características con amplitudes aproximadas [2].

Los ciclos económicos son eventos de manera periódica y cambian dependiendo el periodo de duración esto lo podemos notar en la figura 1, caracterizados por variables macroeconómicas que se mueven simultáneamente a través de cuatro fases: prosperidad, crisis, depresión y recuperación. Estas fases no son independientes, ya que cada una de ellas establece condiciones para pasar a la siguiente fase.



Fig. 1. Perfil de un ciclo económico.

Cambios estructurales

Los cambios estructurales tuvieron numerosos estudios con diferentes enfoques. Chow (1960) fue la primera persona en estudiar los efectos de los cambios estructurales en modelos de regresión [3]. Posteriormente las investigaciones se han enfocado en el desarrollo de pruebas para encontrar el punto de cambio.

En esta situación un aporte importante proviene del economista Andrews (1993), quien estudio el problema de las pruebas para

encontrar los cambios estructurales [4]. Su evaluación desempeño el rendimiento de diferentes series macroeconómicas durante un largo periodo, donde no pudieron descartar la hipótesis de las raíces unitarias. Este hallazgo tuvo un fuerte impacto en cómo interpretar y manejar las series económicas en el futuro.

Teoría del modelo VAR

La esencia del modelo VAR, tal como lo analiza James D. Hamilton (1994); es la siguiente: Nos dice que el modelo VAR es un estudio estadístico la cual es utilizada para modelar la relación de nuestras variables en una serie de tiempo. Es una estructura que nos permite que sea modela en una función lineal a sus valores pasados [5].

En este contexto, Hamilton nos explica que cada variable define sus propios valores anteriores. Esto nos da a entender que se obtiene ecuaciones autorregresivas (VAR). Su formulación viene ser dada por la siguiente expresión:

$$A_t \cdot X_{t-1} + A_t \cdot X_{t-2} + \dots + A_p \cdot X_{t-p} + \emptyset \cdot X_{t-1} + B \varepsilon_t$$

$X_t = [X_1, X_2, X_3, \dots, X_n]$, es un vector (Nx1) filas de variables endógenas integradas de orden uno.

$A_t, \dots, A_p, \emptyset, B$ = Son matrices las cuales debemos encontrar.

P = Numero de retardo en el VAR.

X_{t-p} = Es un vector de variables rezagados.

ε_t = Es un vector de dimensión (Nx1) de términos de residuos (perturbaciones).

Teoría del modelo SVAR

El estudio del SVAR proviene y es intrínseca al VAR, ya que es un sistema de vectores autorregresivos generados por un modelo económico. Sims establece al modelo VAR como una herramienta para entender la dinámica de diversas series temporales. El principal objetivo es capturar los choques estructurales en un periodo de tiempo, incluyendo la selección del número de rezagos (Lags) y para saber cómo estas influyen en el modelo para encontrar las interacciones de las variables.

$$Y_t = A_0 + A_1 \cdot Y_{t-1} + A_2 \cdot Y_{t-2} + \dots + A_p \cdot Y_{t-p} + U_t \quad (2)$$

$Y_t = [Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n]$ son vectores de variables endógenas.

$A_0, A_1, A_2, \dots, A_p$ = Son matrices de parámetros.

U_t = Es un vector de perturbaciones estructurales.

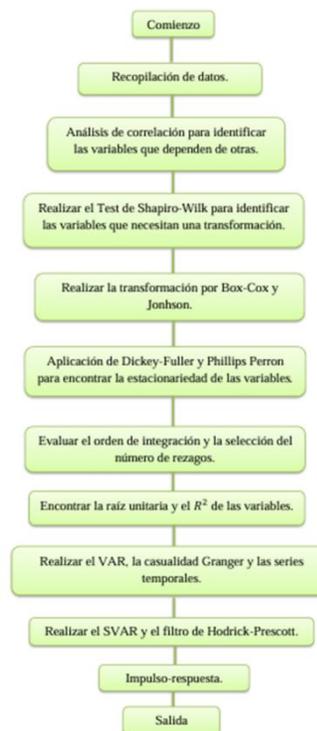


Fig. 2. Diagrama de flujo.

III. Resultados y Discusiones

Comportamiento del precio del petróleo en el Perú, 2018-2021.

En el primer semestre de este año, el precio del petróleo se incrementó debido a recortes de la producción, mientras que el precio del GLP se mantuvo constante. No obstante, el precio del petróleo en el mes de julio en adelante disminuyó debido al incremento de la producción. El aumento del precio de petróleo en los primeros cuatro meses se debió al conflicto comercial entre China y Estados Unidos (guerra comercial), además entre la tensión entre Irán y Estados Unidos. En mayo anunciaron el recorte de producción de petróleo de varios miembros de la OPEP, las principales razones del recorte de producción son: las preocupaciones sobre la demanda mundial y las expectativas sobre los precios. El precio del petróleo disminuyó significativamente debido al exceso de producción y la caída de la demanda de China. Además, Arabia Saudita y Rusia pusieron en práctica un acuerdo para reducir la producción petrolera desde fines de 2016 pero lo rompieron brevemente en 2020, Rusia se negó a acceder a la propuesta de Arabia Saudita para pertenecer a la OPEP. La poca demanda de petróleo y sus derivados debido a que todo el planeta se encuentra en cuarentena. El aumento del precio del petróleo se debe a la recuperación post COVID-19 en sectores como el transporte que incremento una gran demanda de petróleo también al aumento de la inflación es porque el petróleo es una materia prima para muchos productos, principalmente la gasolina y diésel. Además, el petróleo también es un insumo para la industria petroquímica donde se usa en la fabricación de plásticos y otros productos que finalmente se venden al consumidor.

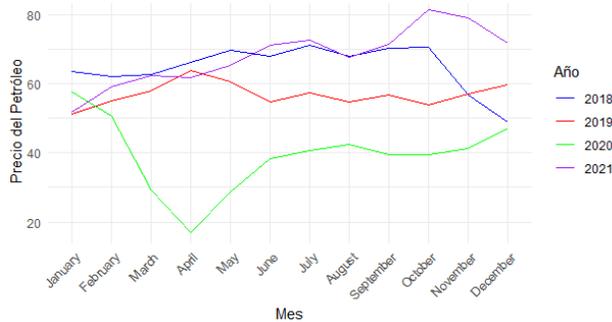


Fig. 3. Precio del petróleo por año.

Comportamiento de las importaciones en el Perú, 2018-2021.

De acuerdo a la Sunat, entre enero y noviembre, las importaciones peruanas sumaron un total de US\$ 39,974 millones. Este resultado se debió al impulso que tuvo el país en compras provenientes de China que sumaron un total de US\$ 9,273 millones. En el mes de noviembre, las importaciones sumaron US\$ 3,543 millones [7]. Según cifras de la Sunat, en el presente año la compra de bienes promedios al exterior registró un valor de US\$ 35,542 millones, lo que representó una caída del 2% con respecto al mismo periodo del año pasado. El principal país de origen de nuestras importaciones es China. Entre enero y octubre de 2019, el Perú compró del gigante asiático un 24.2% del total importado, equivalente a US\$ 8,588 millones [9]. Durante este año, las importaciones registraron un valor de US\$ 25,791 millones, durante el período enero-setiembre, un 27.6% provinieron de China, con un valor de US\$ 7,120 millones y una variación del -7.2% respecto de 2019 [Comex Perú,2020] [9]. Según la Sunat las importaciones peruanas en 2021 se incrementaron un 38.9% con respecto al año previo, con lo que ascendieron a US\$ 51,088 millones, versus los US\$ 25,791 millones correspondientes de 2020. En lo que respecta al principal proveedor fue China con un porcentaje de 28.4% [5],[9].

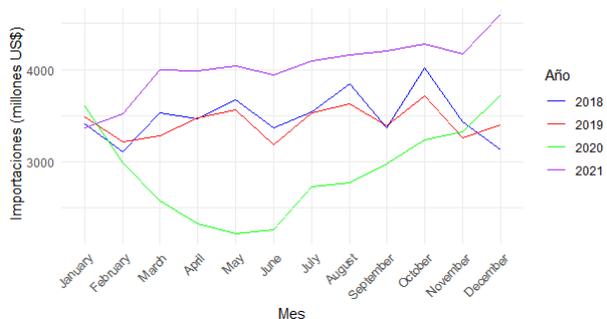


Fig. 4. Importaciones mensuales por año.

Comportamiento de las exportaciones en el Perú, 2018-2021.

El sector exportador sigue creciendo. Entre enero y junio de 2018, las exportaciones peruanas aumentaron 11%, mientras que el número de exportadores creció de 6 941 a 7 010. En el sector tradicional, 251 empresas peruanas ingresaron al mercado internacional y 209 de estas salieron, por lo que la variación neta fue positiva (+42 empresas). En cuanto al sector no tradicional, se observó un ingreso de 2 289 empresas exportadoras y una salida de 2 243, siendo también la variación neta positiva (+46 empresas). El mayor número de empresas exportadoras se identificó en los sectores: metalmecánico, químico y agropecuario (gob.pe, 2018). En 2019, las exportaciones mineras (US\$ 26,372 millones), que concentran el 81.9% de los envíos tradicionales,

registraron una caída del 5.3% con respecto a 2018. Este resultado se debió a los menores envíos de cobre y sus concentrados. Por su parte, las exportaciones del sector petróleo y derivados (US\$ 3,121 millones) cayeron un 26%. Tanto el petróleo crudo como los derivados del petróleo registraron caídas del 12.2% y el 26.5%, respectivamente. Por otro lado, las exportaciones agrícolas aumentaron un 2.1% en 2019, mientras que el sector pesquero sufrió una leve caída del 0.5% [7]. Esta reducción de la exportación se explica por los menores volúmenes exportados, principalmente en el segundo trimestre del año, cuando las medidas sanitarias para controlar la pandemia tuvieron su mayor impacto en la actividad local. Las ventas al exterior de petróleo y gas natural ascendieron a US\$ 1 352 millones, lo que representa una disminución de 54,5% respecto al año anterior. Este resultado es reflejo de los menores precios y el descenso de los volúmenes de petróleo crudo y derivados. En el último caso, ello estuvo asociado al cierre temporal de la refinería de Talara durante 2020 [1]. Las exportaciones del Perú han aumentado un 34.9% durante el 2021, debido a que el país cuenta con diversos acuerdos comerciales que fomentan su expansión en el área de exportación, los que más logran destacar son: alambre de cobre, fosfato de calcio, Zinc, etc.

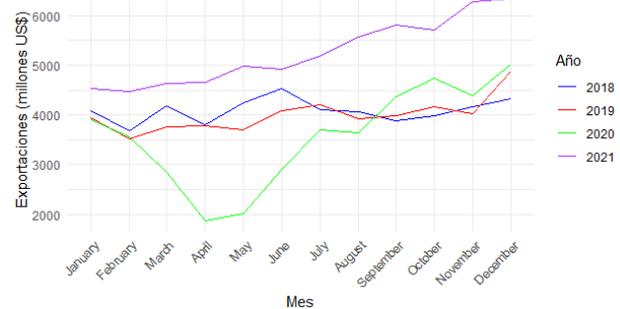


Fig. 5. Exportaciones mensuales por año.

Comportamiento del PBI en el Perú, 2018-2021.

En 2018 el Producto Bruto Interno (PBI) se expandió 4,0% luego que en 2017 la economía creciera a una tasa de 2,5% debido al impacto negativo que tuvo sobre la actividad económica la presencia del fenómeno El Niño Costero en la zona norte del país y la crisis de confianza y paralización de proyectos que generó el caso Lava Jato [1]. El crecimiento de la actividad económica en Perú, medida por el Producto Bruto Interno (PBI), fue de 2.2%. Este bajo crecimiento económico se explicó, principalmente por el bajo desempeño de los sectores primarios, en particular de la minería, actividad que se contrajo debido a factores como el agotamiento de algunas unidades auríferas y las paralizaciones transitorias [9]. Tras detectar los casos de COVID-19 en el Perú en marzo. El gobierno dictó una cuarentena estricta a nivel nacional para contener el avance de los contagios. Se paralizaron la mayoría de los sectores productivos lo que contrajo un deterioro significativo en el empleo y la producción. Por ello, el PBI se contrajo 17,3% en el primer semestre del año. La recuperación económica en la segunda mitad del año se dio a un ritmo mayor al esperado, con la gradual reanudación de las operaciones de los sectores paralizados y la flexibilización de la inmovilización obligatoria [1]. La economía peruana cerró el 2021 con un crecimiento del Producto Bruto Interno (PBI) de 13,3% respecto al año 2020. Este crecimiento se debe a las medidas sanitarias y el avance del proceso de vacunación, factores que permitieron revertir el gran parte del impacto negativo proveniente del cese de actividades 2020 [1].

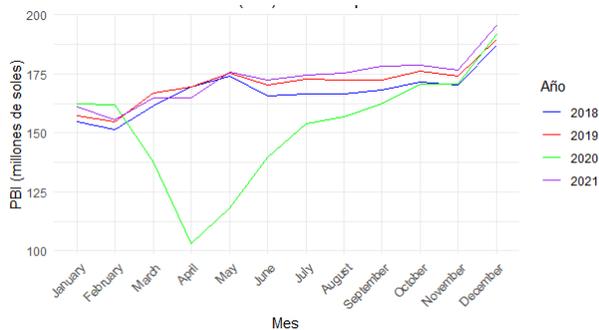


Fig. 6. Producto Bruto Interno mensual por año.

Comportamiento del tipo de cambio en el Perú, 2018-2021.

El dólar subió hasta cerca de S/ 3.30 a partir de mayo, reaccionando al fuerte descenso de los precios de los metales como consecuencia de la internalización en los mercados financieros de la guerra comercial entre Estados Unidos y China. El tipo de cambio cerró el 2018 con un alza del 4.05% (Gestión, 2018). El precio del producto bruto interno (PBI) se mantuvo en un promedio de S/3,30 [9]. El surgimiento de la pandemia del COVID-19 afectó el comportamiento de los participantes del mercado cambiario. En marzo de 2020, la demanda sobre el tipo de cambio aumentó significativamente, impulsada por la reacción de los inversionistas debido a la incertidumbre financiera global por la pandemia del COVID-19. En ese mismo año el Perú registró su mayor incremento en el cambio de dólar en más de 18 años debido a la vacancia presidencial [9]. En marzo de este año se realizaron las elecciones presidenciales en ese entonces el candidato a la presidencia era el maestro Pedro Castillo Terrones, este no brindó una confianza en temas económicos a los inversionistas por lo cual el tipo de cambio subió hasta S/ 3.80. No fue hasta julio que el tipo de cambio se cotizó a S/ 4.07 ante la profunda preocupación del mercado por la falta de juramentación del ministro de Economía y Finanzas. Durante la permanencia del congresista Guido Bellido en la PCM provocó que el tipo de cambio se cotice hasta un nivel máximo de S/ 4.138 ante la amenaza de nacionalizar el gas de Camisea.

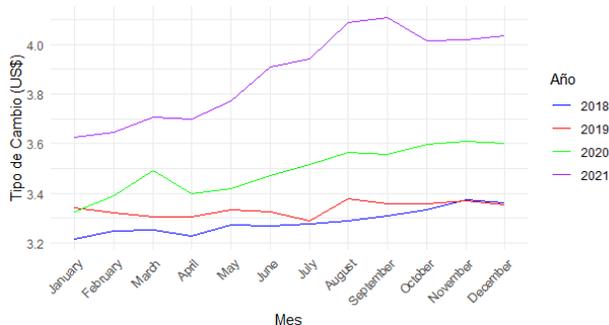


Fig. 7. Tipo de cambio mensual por año.

Comportamiento del IPC en el Perú, 2018-2021.

El aumento de precios en los últimos meses del año, esto elevó el IPC del país, los precios de la energía, aunque estos no fueron muy volátiles como en otros años, la fluctuación de los precios de los combustibles y la electricidad tuvo un impacto en el IPC [10]. El Índice de Precios al Consumidor mostró alzas en los ocho grandes grupos de consumo, siendo influenciado principalmente por la variación que observaron cuatro de ellos, como Transporte y Comunicaciones con

1,12%, seguido de Alimentos y Bebidas con 0,10% y, con menor variación, Alquiler de Vivienda, Combustibles y Electricidad con 0,06% y Otros Bienes y Servicios con 0,05%, los cuales en conjunto aportaron el 98% del resultado del mes (0,21%) [10]. El Índice de Precios al Consumidor de Lima Metropolitana mostró alza en seis grandes grupos de consumo, siendo influenciado principalmente por la variación que observaron cuatro de ellos: Transporte y Comunicaciones con 1,02%, Alquiler de Vivienda, Combustibles y Electricidad con 0,72%, Cuidados y Conservación de la Salud 0,22% y, con menor variación, Otros Bienes y Servicios con 0,09% [10]. El resultado del Índice de Precios al Consumidor, estuvo influenciado principalmente por la variación de precios que presentaron cinco grandes grupos de consumo, mostrándose al alza Alimentos y Bebidas con 0,82%, seguido de Muebles, Enseres y Mantenimiento de la Vivienda 0,33%, Esparcimiento, Servicios Culturales y de Enseñanza 0,30% y Transportes y Comunicaciones 0,25%; siendo atenuados por el comportamiento a la baja del gran grupo Alquiler de Vivienda, Combustibles y Electricidad en -0,49% [10].

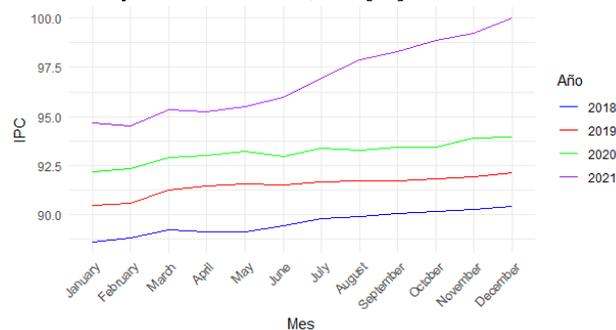


Fig. 8. Comportamiento del IPC por año.

Comportamiento de la Tasa de Interés en el Perú, 2018-2021.

El Directorio del Banco Central de Reserva del Perú acordó reducir la tasa de interés de referencia de 3,0 a 2,75 por ciento, esto debido a la inflación global y que afecta al país [1]. Durante los seis últimos meses del 2019, la tasa de interés presentó una disminución de 2,25 por ciento. El BCRP optó por tomar medidas monetarias y financieras para apoyar la recuperación de la actividad económica, esto debido al estado de emergencia que decreto el estado estas medidas fueron la reducción del costo financiero, la provisión de liquidez al sistema y la disminución del tipo de cambio que lo llevó a reducir la tasa de interés a su mínimo histórico de 0,25 por ciento [1].

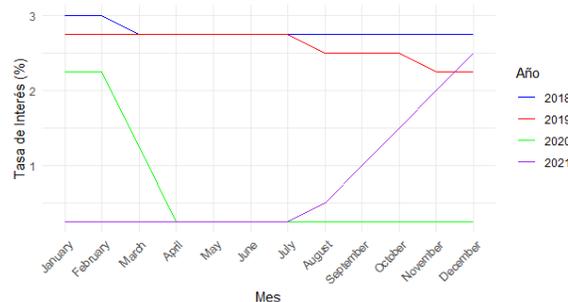


Fig. 9. Comportamiento de la Tasa de interés por año.

Análisis de Correlación

Este análisis nos permitirá establecer la relación de las variables analizadas en el presente proyecto donde si su valor de correlación es

1 nos indica que es positiva perfecta, lo que significa que las variables son directamente proporcionales, si el valor es -1 nos indica que la correlación es negativa perfecta, lo que significa que las variables son inversamente proporcionales y si su valor es 0 nos indica que no hay una correlación lineal entre las variables.

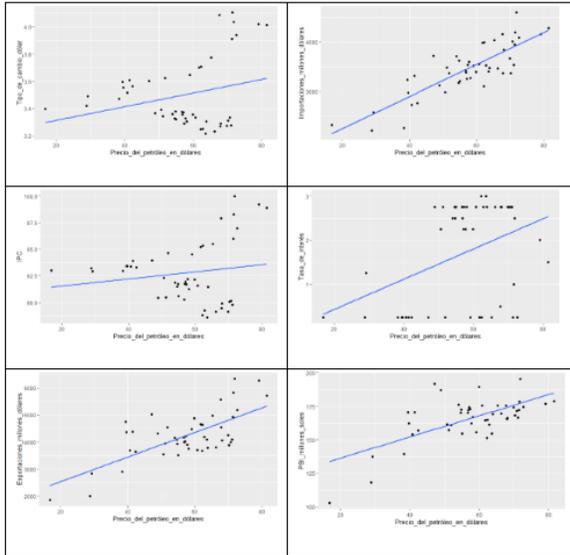


Fig. 10. Correlaciones entre las variables

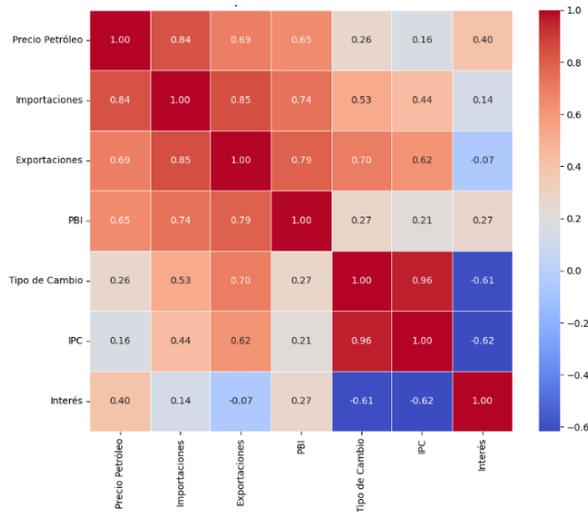


Fig. 11. Mapa de calor de correlación entre las variables.

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Esta prueba estadística es utilizada para determinar si un conjunto de variables sigue una distribución normal. Si el valor calculado por Shapiro-Wilk es menor a su nivel de significancia (0.05), la hipótesis es rechazada y se concluye que la variable no sigue una distribución normal [4].

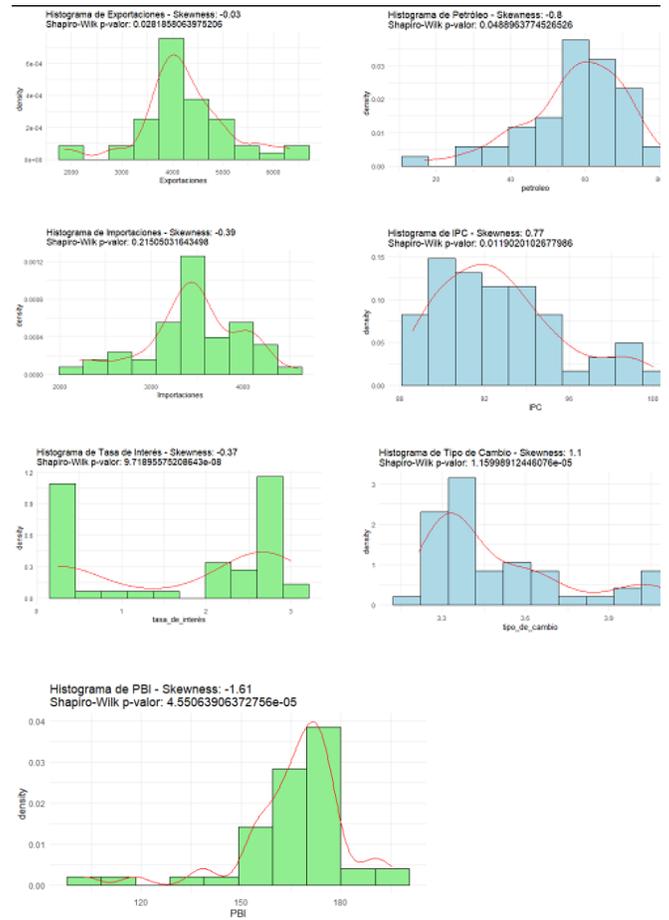


Fig. 12. Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk).

Transformación de variables

Es un proceso que busca aplicar una función matemática a las variables con el fin de cambiar su distribución esto se aplica mayormente a las variables que no cumplen con la prueba de normalidad ósea su valor es menor al valor de significancia (0.05) [11].

Transformación de Box-Cox

Es una técnica estadística que nos ayuda a transformar variables que no siguen una distribución normal. La transformación de Box-Cox se define como:

$$y(\lambda) = \begin{cases} \frac{X^\lambda - 1}{\lambda} & \text{si } \lambda \neq 0 \\ \ln(y) & \text{si } \lambda = 0 \end{cases}$$

$y(\lambda)$ = Es la variable transformada.

y = Es la variable original.

λ = Es el parámetro de transformación.

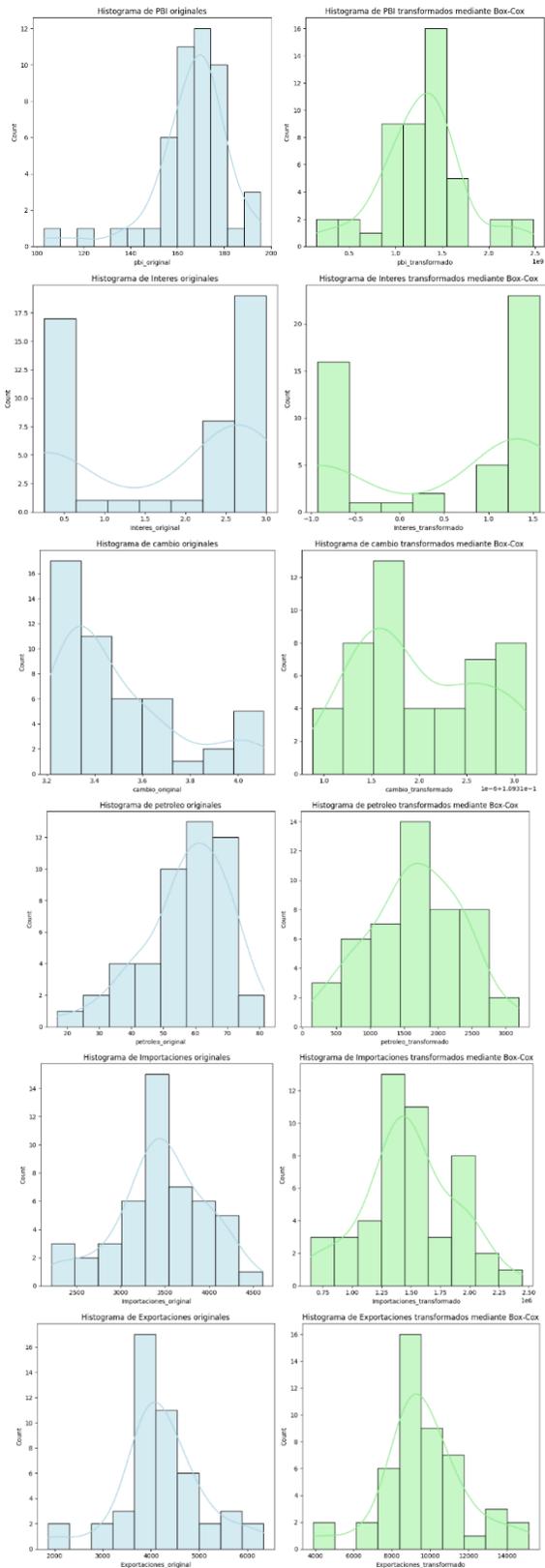


Fig. 13. Transformación de variables

Transformación de Johnson

Es una técnica utilizada para la transformación de variables que no siguen una distribución normal. Además, nos ayuda a seleccionar una óptima función entre las variables analizadas, su fórmula general de Johnson está dada por:

$$y = \gamma + \delta \operatorname{senh}^{-1} \left(\frac{x - \xi}{\lambda} \right)$$

y = Es el valor transformado de la variable x .

$\xi, \lambda, \delta, \gamma$ = Son parámetros de la distribución de Johnson.

Senh^{-1} = Es la función inversa del seno parabólico.

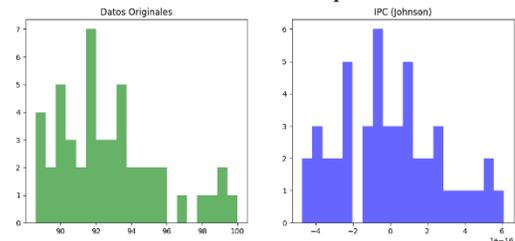


Fig. 14. Transformación del IPC por Johnson.

Test de Dickey-Fuller

Una vez transformada todas las variables por el método más conveniente, podemos rechazar algunas de estas variables ya que sus valores son menores al valor de la significancia (0.05), entre las variables rechazadas están: Exportaciones, PBI, Tipo de cambio y Tasa de interés.

Se optó por reducir el análisis a solo tres variables el precio del petróleo, las importaciones y el IPC, pero aun nos falta saber si son series estacionarias o no estacionarias para poder saber esto es necesario hacer un test de Dickey-Fuller para saber si cada variable cambia con el tiempo o se mantiene constante [11].

TABLA I
Prueba de Dickey-Fuller para el Precio del Petróleo

| | Estimación | Std. Error | t. Valor | Pr(> t) |
|------------|------------|------------|----------|----------|
| Z.lag.1 | -0.006 | 0.014 | -0.407 | 0.685 |
| Z.diff.Lag | 0.369 | 0.143 | 2.576 | 0.013 |

TABLA II
Prueba de Dickey-Fuller para las importaciones

| | Estimación | Std. Error | t. Valor | Pr(> t) |
|------------|------------|------------|----------|----------|
| Z.Lag.1 | 0.009 | 0.012 | 0.752 | 0.456 |
| Z.diff.lag | -0.318 | 0.145 | -2.194 | 0.033 |

TABLA III
Prueba de Dickey-Fuller para el IPC

| | Estimación | Std. Error | t. Valor | Pr(> t) |
|------------|------------|------------|----------|----------|
| Z.Lag.1 | 0.002 | 0.001 | 4.139 | 0 |
| Z.diff.lag | 0.053 | 0.156 | 0.344 | 0.732 |

TABLA IV
Resultados Ordenados

| Variable | Valor de la Prueba de Dickey-Fuller | p-Valor | Estacionariedad |
|---------------------|-------------------------------------|-----------|-----------------|
| Precio del Petróleo | -0.407 | 0.045 | Estacionaria |
| Importaciones | 0.752 | 0.089 | No Estacionaria |
| IPC | 4.139 | 4.382e-06 | Estacionaria |

Interpretación para el precio del petróleo: El valor de p es 0.04534, la cual es menor al valor de significancia (0.05). Por lo tanto, sugerimos rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad. Por lo tanto, los valores del precio del petróleo son estacionarios.

Interpretación para las importaciones: El valor de p es 0.08984, la cual es mayor al valor de significancia (0.05). Por lo tanto, sugerimos que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de la no estacionariedad. Por lo tanto, los datos podrían ser no estacionarios.

Interpretación para el IPC: El valor de p es muy pequeño 4.382e-06, la cual es mucho menor al valor de significancia (0.05). Por lo tanto, sugerimos que hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de la no estacionariedad. Por lo tanto, los datos son estacionarios.

Test de Phillips-Perron

Una vez obtenido la estacionariedad de cada variable, hacemos el test de Phillips-Perron para estar seguros de los resultados, ya que con este test podemos evaluar el número de raíces unitarias en series temporales para determinar y estar fiable si la variable es estacionaria o no estacionaria [11]. Es una extensión del test de Dickey-Fuller que aborda limitaciones de este último principalmente en la autocorrelación de los residuos y distribuciones no estándares de prueba.

TABLA V
Prueba de Phillips-Perron para el precio del petróleo

| | Estimación | Std. Error | t. Valor | Pr(> t) |
|--------------|------------|------------|----------|----------|
| Z.Lag.1 | -0.094 | 0.066 | -1.411 | 0.165 |
| Intercepción | 5.537 | 3.903 | 1.418 | 0.163 |

TABLA VI
Prueba de Phillips-Perron para las importaciones

| | Estimación | Std. Error | t. Valor | Pr(> t) |
|--------------|------------|------------|----------|----------|
| Z.Lag.1 | -0.127 | 0.088 | -1.441 | 0.157 |
| Intercepción | 464.870 | 308.178 | 1.508 | 0.138 |

TABLA VII
Prueba de Phillips-Perron para el IPC

| | Estimación | Std. Error | t. Valor | Pr(> t) |
|--------------|------------|------------|----------|----------|
| Z.Lag.1 | 0.046 | 0.014 | 3.251 | 0.002 |
| Intercepción | -4.025 | 1.313 | -3.064 | 0.003 |

TABLA VIII
Resultados Ordenados

| Variable | p-Valor | Estacionariedad |
|---------------------|---------|-----------------|
| Precio del Petróleo | 0.165 | No Estacionaria |
| Importaciones | 0.156 | No estacionaria |
| IPC | 0.002 | Estacionaria |

Interpretación para el precio del petróleo: El valor p es 0.1652, es mayor al valor significativo (0.05) por lo tanto no se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria (no estacionario). Finalmente, no hay pruebas para decir que el precio del petróleo es una variable estacionaria.

Interpretación para las importaciones: El valor p es 0.1566, es mayor al valor significativo (0.05) por lo tanto no se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria (no estacionario). Finalmente, no hay pruebas para decir que las importaciones es una variable estacionaria.

Interpretación para el IPC: El valor p es 0.002184, es muy bajo al valor significativo (0.05) por lo tanto se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria. Finalmente, esta variable es estacionaria.

TABLA IX
Resultados Ordenados

| Variable | Orden de Integración |
|---------------------|----------------------|
| Precio del Petróleo | I(1) |
| Importaciones | I(1) |
| IPC | I(0) |

Precio del Petróleo: A pesar de su discrepancia en ambos test, se puede considerar que su orden de integración es I (1) esto debido a la debilidad del test de Phillips-Perron para detectar estacionariedad comparada con el test de Dickey-Fuller.

Importaciones: En ambos test nos indicaron que esta variable es no estacionaria por lo tanto su orden de integración es I (1).

IPC: Ambos test nos indican que el IPC es una variable estacionaria I (0).

Selección del número de rezagos

La selección de rezagos es muy importante porque un número muy grande de rezagos puede aumentar el error cuadrático mientras que un valor reducido de rezagos puede producir patrones de autocorrelación.

TABLA X
Número de Rezagos

| Rezagos | AIC | HQ | SC | FPE |
|---------|---------|---------|---------|-------------|
| 1 | 14.7137 | 14.8364 | 15.0584 | 2.45897e+06 |
| 2 | 14.4476 | 14.6316 | 14.9647 | 1.89151e+06 |
| 3 | 14.5769 | 14.8223 | 15.2665 | 2.16897e+06 |
| 4 | 14.4559 | 14.7626 | 15.3178 | 1.94600e+06 |
| 5 | 14.5660 | 14.9340 | 15.6003 | 2.21493e+06 |
| 6 | 14.4176 | 14.8469 | 15.6242 | 1.96358e+06 |
| 7 | 14.4491 | 14.9397 | 15.8281 | 2.10691e+06 |
| 8 | 14.3813 | 14.9333 | 15.9327 | 2.07568e+06 |
| 9 | 14.1046 | 14.7179 | 15.8283 | 1.68865e+06 |
| 10 | 13.8787 | 14.5534 | 15.7749 | 1.47837e+06 |

En resumen, observando la tabla nos sugiere utilizar 10 rezagos.

Raíz Unitaria

Antes de calcular el VAR y el SVAR tenemos que asegurarnos tener nuestras variables y el número de rezagos para poder hallar las raíces

unitarias dentro de un círculo unitario, si en caso una de ellas estuviese fuera el resultado del modelo VAR no sería muy confiable.

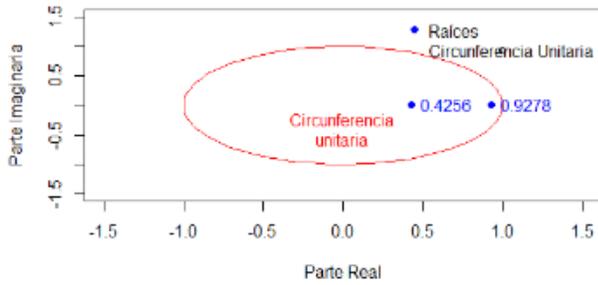


Fig. 15. Raíces del polinomio característico.

Interpretación: Podemos observar en el gráfico que las variables seleccionadas cumplen (están dentro del círculo unitario), entonces procederemos a realizar el VAR.

Valor del R²

El R² es un coeficiente estadístico que nos ayuda a predecir futuros resultados o probar las hipótesis.

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (\hat{Y}_t - \bar{Y})^2}{\sum_{t=1}^T (Y_t - \bar{Y})^2}$$

TABLA XI
Valores Estadísticos.

| | | | | |
|----------|---------|---------|----------|------------|
| <0.3 | 0.3-0.4 | 0.4-0.5 | 0.5-0.85 | >0.85 |
| Muy malo | Malo | Regular | Bueno | Sospechoso |

Calculando el R² con nuestras variables que son: el precio del petróleo e importaciones obtenemos un coeficiente de determinación R² = 0.68, la cual nos indica que es un valor bueno y podemos confiar en los resultados a obtener.

Procedimiento de estimación del modelo VAR en nuestro proyecto.
Pudimos obtener las matrices de covarianza de residuos y la matriz de correlación de residuos:

Matriz de Covarianza de Residuos

$$\text{Matriz de covarianza de residuos} = \begin{pmatrix} 73621 & 43715 \\ 43715 & 49836 \end{pmatrix}$$

Matriz de Correlación de Residuos

$$\text{Matriz de correlación de residuos} = \begin{pmatrix} 1 & 0.7217 \\ 0.7217 & 1 \end{pmatrix}$$

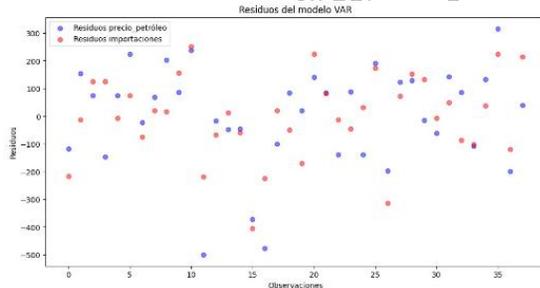


Fig. 16. Diagrama de residuos.

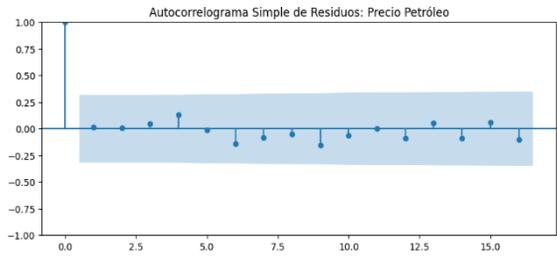


Fig. 17. Autocorrelograma simple (ACF) del precio del petróleo.

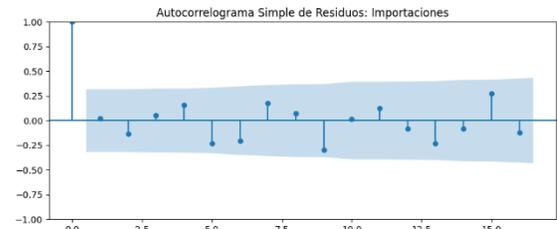


Fig. 18. Autocorrelograma simple (ACF) de las importaciones.

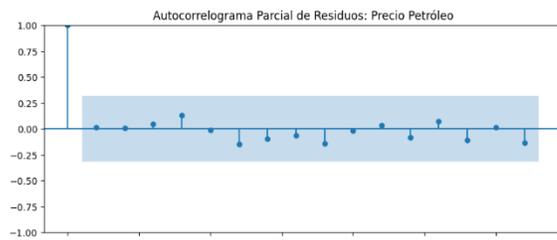


Fig. 19. Autocorrelograma parcial (PACF) del precio del petróleo.

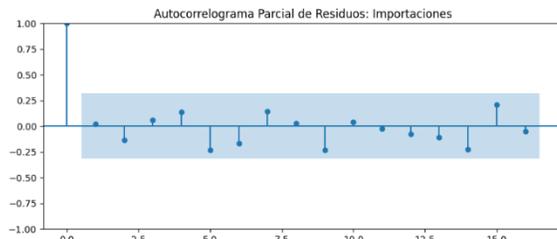


Fig. 20. Autocorrelograma parcial (PACF) de las importaciones.

Casualidad de Granger

La casualidad de Granger busca comprobar que existe una relación entre estas dos variables, lo que quiere decir es evalúa si el pasado de una variable contribuye a predecir el futuro de esta variable, para ellos es importante saber el orden de cada variable.

TABLA XII

Prueba de casualidad de Granger en el sentido de las importaciones al precio del petróleo.

| | Res.DF | DF | F | Pr(>F) |
|----------|--------|----|--------|--------|
| Modelo 1 | 17 | - | - | - |
| Modelo 2 | 27 | 10 | 1.4674 | 0.2339 |

De acuerdo con la tabla 11, las importaciones no causan en el sentido de Granger al precio del petróleo, ya que su valor es p-valor, 0.2339, es mayor que su nivel de significancia (0.05) por lo tanto no se rechaza la hipótesis.

TABLA XIII

Prueba de casualidad de Granger en el sentido del precio del petróleo a las importaciones.

| | Res.DF | DF | F | Pr(>F) |
|----------|--------|----|--------|--------|
| Modelo 1 | 17 | - | - | - |
| Modelo 2 | 27 | 10 | 1.0452 | 0.4498 |

De acuerdo con la tabla 12, el precio del petróleo no causa en el sentido de Granger a las importaciones, ya que su valor es p-valor, 0.4498, es mayor que su nivel de significancia (0.05) por lo tanto no se rechaza la hipótesis.

Series Temporales

Son una secuencia de variables observadas en un periodo de tiempo y estando en orden cronológico. Además, nos brinda el comportamiento de una o más variables a lo largo del tiempo. El pronóstico (Forecast) nos ayuda a predecir el valor futuro de nuestras variables en una serie temporal y el comportamiento que tienen ellas [11].

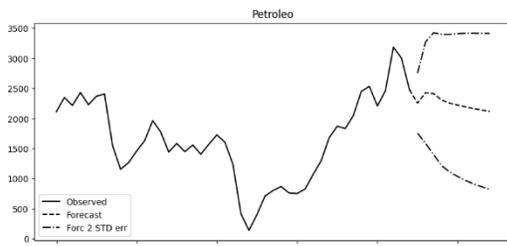


Fig. 21. Gráfica del pronóstico del precio del petróleo.

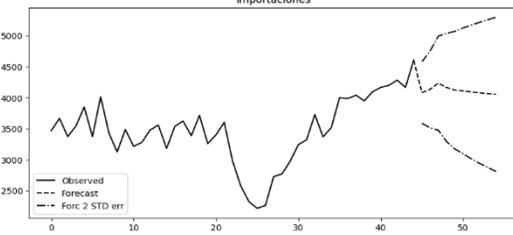


Fig. 22. Gráfica del pronóstico de las importaciones.

Procedimiento de la estimación del modelo SVAR en nuestro proyecto

Pudimos obtener las matrices de coeficientes estructurales de A y la matriz de respuesta impulso acumulada H:
Matriz de Coeficientes Estructurales A

$$A = \begin{pmatrix} 0.003685523 & -0.003842583 \\ 0.000000000 & 0.006471344 \end{pmatrix}$$

Esta matriz nos indica como cada variable responde a los impulsos (shocks) de la otra variable.

Respuesta Impulso Acumulada H

$$H = \begin{pmatrix} 1.000014 & -3.903077e - 05 \\ 0.000000 & 1.000042 \end{pmatrix}$$

Esta matriz nos indica la respuesta de cada variable a un impulso (shock) en cada una de ellas.

Filtro de Hodrick-Prescott

Es una técnica utilizada para estudiar periodos de tiempos con una

tendencia a largo plazo y cambios a corto plazo [11]. Este filtro busca descomponer una serie temporal y y_t en dos componentes:

$$y_t = T_t + c_t$$

T_t = Es la tendencia a largo plazo de la serie.

C_t = Representa las fluctuaciones a corto plazo de la serie.

El filtro de Hodrick-Prescott se basa en minimizar las variaciones grandes y su tendencia. Este filtro se define como:

$$\min_{T_t} \sum_{t=1}^T \left[(y_t - T_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(T_{t+1} - 2T_t + T_{t-1})^2] \right]$$

λ = es el parámetro de suavizado como nosotros vamos hacerlo mensualmente este tiene que tener un valor de 100.

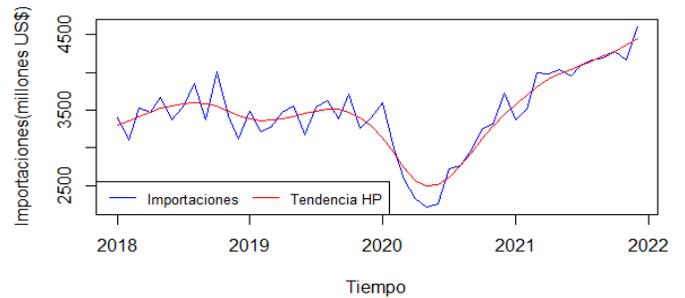


Fig. 23. Filtro de Hodrick-Prescott para las Importaciones.

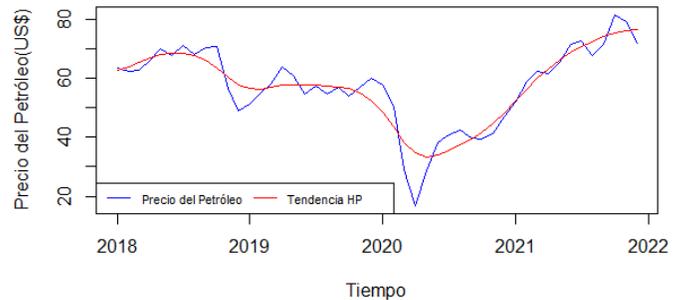


Fig. 24. Filtro de Hodrick-Prescott para el precio del petróleo.

Impulso-Respuesta

Es una respuesta de variable a un impulso con otra variable dentro del modelo econométrico este puede ser pedido tanto, mensualmente, trimestralmente, etc. Además, es la interpretación del modelo VAR y el modelo SVAR.

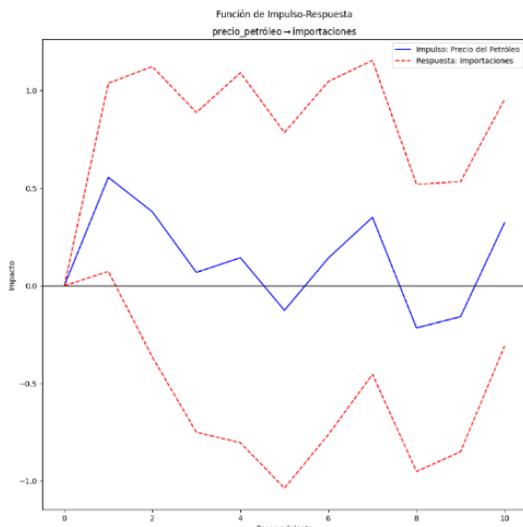


Fig. 25. Impulso- respuesta del precio del petróleo sobre las importaciones.

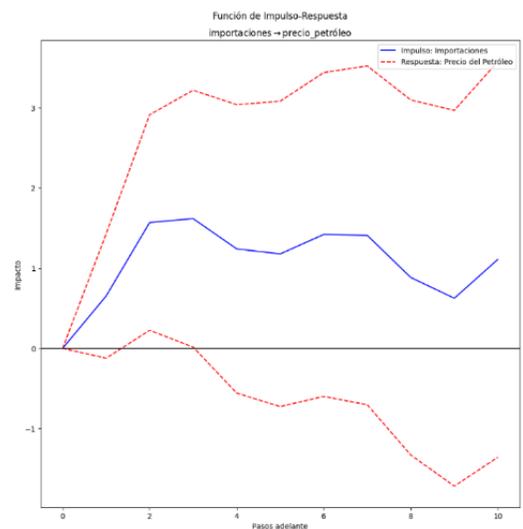


Fig. 26. Impulso- respuesta de las importaciones sobre el precio del petróleo.

VI. Conclusiones

- Los resultados obtenidos confirman que hay una correlación significativa entre la pandemia y las fluctuaciones en los precios del petróleo. A su vez, el estudio en las variables macroeconómicas, muestran que la pandemia provocó cambios estructurales en la economía del país, conduciendo a una crisis en 2020.
- El análisis demostró que la pandemia tuvo un impacto significativo en el precio del petróleo y los indicadores macroeconómicos, pero esto puede ocurrir en un corto o largo plazo dependiendo de cuánto pueda durar la crisis sanitaria del país.
- Los periodos con alta volatilidad de precios de petróleo y con drásticos cambios en las variables macroeconómicas coincidieron con crisis externas como internas, estas fueron: guerras, crisis políticas y pandemia. Los periodos más

afectados fueron 2020 y 2021.

- Las gráficas nos muestran que, antes de la pandemia, la economía se mantenía en cambios no tan drásticos. No obstante, a partir del 2020, la crisis sanitaria provocó choques en los ciclos económicos que pueden generar efectos duraderos en la economía nacional.
- El desarrollo de gráficas de impulso-respuesta, nos muestra un shock negativo y nos proporciona información sobre la duración y el impacto ocasionado por la pandemia.

REFERENCIAS

- [1] Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), 2018–2021.
- [2] A. F. Burns and W. C. Mitchell, Measuring Business Cycles. New York: National Bureau of Economic Research, 1946.
- [3] G. C. Chow, “Pruebas de igualdad entre conjuntos de coeficientes en dos regresiones lineales,” *Econometría*, 1960.
- [4] D. W. K. Andrews, “Pruebas de inestabilidad de parámetros y cambio estructural,” *Econometría*, 1993.
- [5] J. D. Hamilton, *Análisis de series temporales*. Princeton: Princeton University Press, 1994.
- [6] S. Vargas Telles, “Mecanismo de transmisión de la política monetaria: Un estudio empírico para México con vectores autorregresivos estructurales 1997–2007,” 2008.
- [7] Sociedad de Comercio Exterior del Perú (COMEXPERÚ), 2018–2021.
- [8] P. Castillo, C. Montoro, and V. Tuesta, “Hechos estilizados de la economía peruana,” *Estudios Económicos*, BCRP, pp. 33–60, 2008.
- [9] Banco Bilbao Vizcaya Argentaria S.A. (BBVA), 2018–2021.
- [10] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2021.
- [11] D. A. Dickey and W. A. Fuller, “Estimators for autoregressive time series with a unit root,” *Journal of the American Statistical Association*, 1979.