



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA**

**CARRERA DE ECONOMÍA**

**Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Economista.**

**Tema:**

---

“Los shocks de los precios del petróleo en la macroeconomía ecuatoriana, país exportador de recursos naturales.”

---

**Autor:** Castro Salinas, Edwin Fernando

**Tutora:** Eco. Cuesta Chávez, Giovanna Alejandra. Mg.

**Ambato – Ecuador**

**2020**

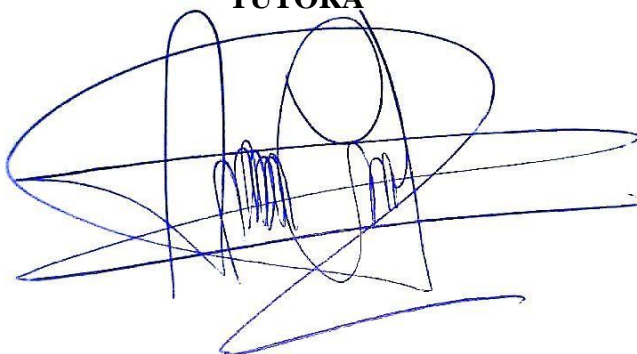
## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Eco. Giovanna Alejandra Cuesta Chávez Mg. con cédula de ciudadanía N° 180392574-6, en mi calidad de Tutora del proyecto de investigación referente al tema: **“LOS SHOCKS DE LOS PRECIOS DEL PETRÓLEO EN LA MACROECONOMÍA ECUATORIANA, PAÍS EXPORTADOR DE RECURSOS NATURALES”**, desarrollado por Edwin Fernando Castro Salinas, de la carrera de Economía, modalidad presencial, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos, tanto técnicos como científicos y que corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para la presentación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por los profesores calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, Septiembre del 2020

**TUTORA**

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned below the word 'TUTORA'.

.....  
Eco. Giovanna Alejandra Cuesta Chávez Mg.

C.C. 180392574-6

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Edwin Fernando Castro Salinas, con cédula de ciudadanía N°. 180489820-1, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el proyecto investigativo, bajo el tema: **“LOS SHOCKS DE LOS PRECIOS DEL PETRÓLEO EN LA MACROECONOMÍA ECUATORIANA, PAÍS EXPORTADOR DE RECURSOS NATURALES”**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos; conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este Proyecto de Investigación.

Ambato, Septiembre del 2020

**AUTOR**



.....  
Edwin Fernando Castro Salinas

C.C. 1804898201

## **CESIÓN DE DERECHOS**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto de investigación con fines de discusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto de investigación, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial; y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Septiembre del 2020

**AUTOR**



.....

Edwin Fernando Castro Salinas

C.C. 180489820-1

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El Tribunal de Grado, aprueba el Proyecto de Investigación con el tema: “**LOS SHOCKS DE LOS PRECIOS DEL PETRÓLEO EN LA MACROECONOMÍA ECUATORIANA, PAÍS EXPORTADOR DE RECURSOS NATURALES**”, elaborado por Edwin Fernando Castro Salinas, estudiante de la Carrera de Economía, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Septiembre del 2020



Dra. Mg. Tatiana Valle  
**PRESIDENTE**



Eco. Oswaldo Jácome  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Eco. Luis López  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **DEDICATORIA**

La siguiente investigación está dedicada en primer lugar a Dios, quien me ha dado la capacidad de aprender y asimilar los conocimientos impartidos y a mi madre Elizabeth y abuelita Lidia quienes me han brindado su apoyo a lo largo de mi vida estudiantil.

“Si el hombre no ha descubierto nada por lo que morir, no es digno de vivir”

**Martin Luther King**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme estar rodeado de las personas indicadas: A mi madre por su esfuerzo diario para brindarme la educación y una buena calidad de vida, a mi abuelita quien me da ánimos para seguir adelante y siempre me tiene un plato de comida en la mesa, a toda mi familia que se han preocupado por mí desde que era pequeño y me han sabido guiar por el buen camino, siendo un apoyo para mi madre, y a mis amigos con quienes hemos compartidos grandes momentos y han sido un apoyo a lo largo de la carrera.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA**  
**CARRERA DE ECONOMÍA**

**TEMA:** “LOS SHOCKS DE LOS PRECIOS DEL PETRÓLEO EN LA MACROECONOMÍA ECUATORIANA, PAÍS EXPORTADOR DE RECURSOS NATURALES”

**AUTOR:** Edwin Fernando Castro Salinas

**TUTORA:** Eco. Giovanna Alejandra Cuesta Chávez Mg.

**FECHA:** Septiembre del 2020

**RESUMEN EJECUTIVO**

Una economía no solo depende de los factores internos del país, como las decisiones políticas y económicas de sus gobernantes, y del comportamiento de su pueblo, sino también de los factores externos que no podemos controlar como los desastres naturales, las crisis económicas, guerras, entre otros. Los precios del petróleo no se pueden controlar. Ecuador al ser un país exportador de este bien, y que a través de la historia la gran mayoría de sus ingresos de exportación han dependido del mismo, es oportuno realizar una investigación para ver cómo afecta a la economía del país un cambio brusco de estos precios mediante el Producto Interno Bruto real, y otras variables como el índice de tipo de cambios efectivo real y la inflación, que pueden ser afectadas por los precios del crudo y a su vez afectar a la variable PIB. Se utiliza un modelo de vectores autorregresivos (VAR), el cual permite el uso de herramientas como el impulso-respuesta para ver los shocks y la descomposición de la varianza para observar en que porcentaje la una variable afecta a la otra. Como resultado se observa que un shock en el precio del petróleo afecta al PIB, y que no hay una relación causal con las otras variables de estudio.

**PALABRAS DESCRIPTORAS:** PRODUCTO INTERNO BRUTO REAL, PRECIO DEL PETRÓLEO, SHOCKS, ÍNDICE DE TIPO DE CAMBIOS EFECTIVO REAL, INFLACIÓN.



**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**  
**FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDIT**  
**ECONOMICS CAREER**

**TOPIC:** “THE SHOCKS OF OIL PRICES IN THE ECUADORIAN MACROECONOMY, EXPORTING COUNTRY OF NATURAL RESOURCES.”

**AUTHOR:** Edwin Fernando Castro Salinas

**TUTOR:** Eco. Giovanna Alejandra Cuesta Chávez Mg.

**DATE:** September, 2020

**ABSTRACT**

An economy depends not only on the internal factors of the country, such as the political and economic decisions of its rulers, and the behavior of its people, but also on external factors that we cannot control, such as natural disasters, economic crises, wars, among others. Oil prices cannot be controlled. Ecuador being an exporter of this good, and that throughout history the vast majority of its export earnings have depended on it, it is appropriate to carry out an investigation to see how a sudden change in these prices affects the economy of the country through the real Gross Domestic Product, and other variables such as the real effective exchange rate index and inflation, which can be affected by crude oil prices and in turn affect the GDP variable. An autoregressive vector model (VAR) is used, which allows the use of tools such as impulse-response to see shocks and decomposition of variance to observe in what percentage the one variable affects the other. As a result, it is observed that a shock in the price of oil affects GDP, and that there is no causal relationship with the other study variables.

**KEYWORDS:** REAL GROSS DOMESTIC PRODUCT, OIL PRICE, SHOCKS, REAL EFFECTIVE EXCHANGE RATE, INFLATION.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b>	
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
CESIÓN DE DERECHOS .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO .....	viii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xviii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Justificación.....	1

1.1.1 Justificación teórica.....	1
1.1.2 Justificación metodológica.....	4
1.1.3 Justificación práctica.....	5
1.1.4 Formulación del problema de investigación .....	6
1.2 Objetivos .....	6
1.2.1 Objetivo general .....	6
1.2.2. Objetivos específicos .....	6
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>8</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1 Revisión de literatura .....	8
2.1.1 Antecedentes investigativos .....	8
2.1.2 Fundamentos teóricos.....	12
2.2 Hipótesis.....	18
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>20</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
3.1 Recolección de la información.....	20
3.2 Tratamiento de la información .....	22
3.3 Operacionalización de las variables .....	34

CAPÍTULO IV .....	37
RESULTADOS .....	37
4.1 Resultados y discusión .....	37
4.2 Verificación de la hipótesis .....	126
4.3 Limitaciones del estudio .....	128
CAPÍTULO V .....	130
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	130
5.1 Conclusiones .....	130
5.2 Recomendaciones .....	132
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	134
ANEXOS .....	140

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Tabla 1: Muestra de la ficha de observación.....	21
Tabla 2: Tabla de fórmulas de las medidas de tendencia central.....	23
Tabla 3: Tabla de fórmulas de las medidas de dispersión.....	23
Tabla 4: Tabla de fórmulas de la asimetría y curtosis.....	24
Tabla 5: Tabla de criterios de selección de la asimetría y curtosis .....	24
Tabla 6: Fórmulas del los modelos semilogarítmicos y logarítmico .....	28
Tabla 7: Tabla Check list de variables macroeconómicas .....	32
Tabla 8: Operacionalización de la variable precio del petróleo.....	34
Tabla 9: Operacionalización de las variables.....	35
Tabla 10: Análisis estadístico del PIB .....	37
Tabla 11: Análisis estadístico del precio del petróleo.....	39
Tabla 12: Análisis estadístico del Índice de Precios al Consumidor .....	43
Tabla 13: Análisis estadístico del Índice de Tipo de cambio efectivo real .....	45
Tabla 14: Modelo MCO .....	48
Tabla 15: Supuestos Econométricos – MCO .....	49
Tabla 16: Tercer supuesto – MCO.....	51

Tabla 17: Modelo log-lin .....	52
Tabla 18: Supuestos Econométricos – Log-Lin .....	53
Tabla 19: Tercer supuesto - Log –Lin.....	55
Tabla 20: Modelo Lin-Log.....	57
Tabla 21: Supuestos Econométricos – Lin-Log.....	58
Tabla 22: Tercer supuesto – Lin – Log .....	60
Tabla 23: Modelo log-log.....	61
Tabla 24: Supuestos Econométricos Log-Log .....	62
Tabla 25: Tercer supuesto – Log - Log.....	64
Tabla 26: Resumen de los Modelos .....	65
Tabla 27: Test Dickey Fuller - VAR.....	66
Tabla 28: Test Dickey Fuller - VAR.....	67
Tabla 29: Selección de rezagos - VAR .....	68
Tabla 30: Cointegración de Engle-Granger .....	68
Tabla 31: Cointegración de Johansen .....	69
Tabla 32: Beta renormalizado .....	70
Tabla 33: Modelo VAR, ecuación estimada del $\Delta$ PIB .....	72
Tabla 34: Modelo VAR, ecuación estimada del precio del petróleo (d_Ppetr) .....	74

Tabla 35: Autocorrelación del modelo VAR .....	76
Tabla 36: Heterocedasticidad del modelo Var .....	77
Tabla 37: Normalidad en los residuos en el modelo VAR.....	78
Tabla 38: Causalidad de Granger .....	78
Tabla 39: Selección del modelo óptimo.....	80
Tabla 40: Respuesta de la $\Delta$ PIB frente a un shock del precio del petróleo.....	81
Tabla 41: Descomposición de la varianza para el modelo VAR .....	82
Tabla 42: Selección de las variables macroeconómicas .....	83
Tabla 43: Modelo MCO con 4 variables.....	87
Tabla 44: Supuestos Econométricos – MCO con 4 variables .....	88
Tabla 45: Tercer supuesto – MCO con 4 variables.....	89
Tabla 46. Modelo Log – Lin con 4 variables .....	91
Tabla 47: Supuestos Econométricos – Log – Lin con 4 variables .....	92
Tabla 48: Tercer supuesto – Log -Lin con 4 variables.....	93
Tabla 49: Modelo Lin – Log con 4 variables.....	95
Tabla 50: Supuestos Econométricos – Lin-Log con 4 variables.....	96
Tabla 51: Tercer supuesto – Lin – Log con 4 variables.....	97
Tabla 52: Modelo Log – Log con 4 variables .....	99

Tabla 53: Supuestos Econométricos – Log – Log con 4 variables .....	100
Tabla 54: Tercer supuesto – Log – Log con 4 variables .....	101
Tabla 55: Resumen de los Modelos con 4 variables .....	102
Tabla 56: Test Dickey Fuller con 4 variables .....	103
Tabla 57: Contraste de Dickey Fuller con las primeras diferencias.....	104
Tabla 58: Selección de rezagos para las cuatro variables .....	105
Tabla 59: Cointegración de Engle-Granger para las 4 variables.....	106
Tabla 60: Cointegración de Johansen para las 4 variables.....	107
Tabla 61: Beta renormalizado para las 4 variables .....	107
Tabla 62: Modelo VAR, ecuación estimada del $d_{\Delta PIB}$ .....	110
Tabla 63: Modelo VAR, ecuación estimada del $d_{Ppetr}$ .....	112
Tabla 64: Modelo VAR, ecuación estimada del $d_{ITCER}$ .....	114
Tabla 65: Modelo VAR, ecuación estimada del $d_{IPC}$ .....	116
Tabla 66: Autocorrelación para el VAR con 4 variables .....	118
Tabla 67: Autocorrelación con Durbin-Watson.....	119
Tabla 68: Heterocedasticidad para el Var con 4 variables.....	120
Tabla 69: Normalidad en los residuos para las 4 variables .....	120
Tabla 70: Causalidad de Granger para el Var con 4 variables.....	121



Tabla 71: Modelo óptimo para las cuatro variables ..... 123

Tabla 72: Descomposición de la varianza para la variable  $d_{\Delta\text{PIB}}$  ..... 125

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Gráfico 1: Asimetría y curtosis del PIB (valores reales).....	38
Gráfico 2: Asimetría y curtosis del PIB (datos del Ecotrim) .....	39
Gráfico 3: Asimetría y curtosis del precio del petróleo (valores reales).....	41
Gráfico 4: Asimetría y curtosis del precio del petróleo (datos del Ecotrim) .....	41
Gráfico 5: Serie temporal del precio del petróleo .....	42
Gráfico 6: Asimetría y curtosis del IPC (valores reales).....	44
Gráfico 7: Asimetría y curtosis del IPC (datos del Ecotrim) .....	44
Gráfico 8: Asimetría y curtosis del Índice de Tipo de cambio efectivo real (valores reales).....	46
Gráfico 9: Asimetría y curtosis del Índice de Tipo de cambio efectivo real (datos del Ecotrim).....	46
Gráfico 10: Contraste de normalidad de los errores del modelo MCO.....	50
Gráfico 11: Contraste de normalidad de los errores del modelo Log-Lin .....	55
Gráfico 12: Contraste de normalidad de los errores del modelo Lin – Log.....	59
Gráfico 13: Contraste de normalidad de los errores del modelo Log – Log.....	64
Gráfico 14: Raíces inversas del Var.....	79
Gráfico 15: Función impulso respuesta del modelo VAR .....	81

Gráfico 16: Raíces inversas del Var.....	122
Gráfico 17: Función impulso respuesta.....	124
Gráfico 18: Prueba de hipótesis para la $\Delta$ PIB y $d\_P$ petr .....	126
Gráfico 19. Prueba de hipótesis para la $d\_ \Delta$ PIB y $d\_P$ petr .....	127
Gráfico 20: Prueba de hipótesis para la $d\_ITCER$ y $d\_P$ petr.....	127
Gráfico 21: Prueba de hipótesis para la $d\_IPC$ y $d\_P$ petr.....	128

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Justificación

#### 1.1.1 Justificación teórica

Uno de los primeros estudios sobre los recursos naturales no renovables ocurrió en los años treinta, en donde Hotelling (1931) habla sobre una tasa óptima de extracción de los recursos naturales agotables, también conocida como la regla de Hotelling: una tasa de extracción de recursos naturales no renovables es óptima cuando la tasa de descuento de la sociedad se iguala con la tasa de aumento del precio bien (Aguilar, Ávila, & Pérez, 2010).

Otro punto que consideró Hotelling es el régimen de propiedad, puesto que al momento de extraer los recursos naturales en condiciones de acceso abierto ocasiona externalidades, porque nadie controla la extracción, no van a cuidar el recurso natural y todos querrán aprovechar al máximo extrayendo unos más que otros (Aguilar et al., 2010). En el caso de Ecuador los yacimientos de hidrocarburos y las sustancias que en él se encuentren, y que estén situados dentro del territorio nacional, pertenece al patrimonio inalienable e imprescriptible del Estado, el cual se encargará de explotarlo respetando el medio ambiente y de una manera sustentable. (Secretaría de Hidrocarburos y Ministerio de Recursos Naturales No Renovables, 2011).

Según Solow (1974) la producción depende de la mano de obra, maquinaria y los recursos naturales, y que a su vez estos son sustituibles entre sí (Figueroa, 2013). Solow demostró con matemáticas que la acumulación de capital y el progreso tecnológico es importante en la producción per cápita a largo plazo (Rodríguez J. d., 2005).

Para Solow (1974) los recursos naturales no renovables se podían sustituir por el capital físico (Rodríguez & Sandoval, 2001). La sostenibilidad por lo tanto era con

nosotros mismos y no con las futuras generaciones por lo que el mundo podía vivir sin recursos naturales, pero a cambio según Solow (1992) se debía dejar un montaje de inversión productiva, porque no era un pecado explotar un recurso natural lo que estaba mal era consumir las rentas obtenidas de este (Naredo, 1996).

El petróleo al ser un recurso no renovable conlleva a una distribución finita a largo plazo. Desde un punto de vista el petróleo es un bien no esencial porque existen sustitutos, por lo tanto, no es necesario controlar su uso y el otro punto de vista es más consiente con el medio ambiental, porque sugiere un uso mesurado y de esta manera poder tener un crecimiento económico estable (Mochón & Beker, 2008).

El aumento en el precio del petróleo que se sostiene en el tiempo es producto de la demanda del crudo, especialmente cuando la posibilidad de incrementar la producción en un futuro cercano es reducida. Esto es importante porque los principales shocks del precio del petróleo han coincidido con limitaciones en la producción de crudo y una gran demanda del mismo (Kilian, 2008). Los cambios en los precios se dan por una fuerte demanda de productos, en este caso el petróleo, y especulaciones que pueden provocar una demanda de este recurso por precaución.

Existen tres formas de relacionar la economía de un país con el petróleo: La primera según Solow (1974), Stiglitz (1974), Dasgupta y Heal (1975) (1979) y Hamilton (2005) es donde se incorpora al precio del petróleo como un factor adicional en la producción para analizar el efecto del recurso natural en el crecimiento agregado con bases en un modelo neo-clásico (Macancela & Terán, 2014).

En la segunda se relaciona el cambio en el precio del petróleo que impacta en los costos de producción de bienes industriales que necesitan los derivados del petróleo para producirse, ocasionando cambios en la de toma de decisión de invertir en bienes complementarios con el consumo de derivados (camiones) a buscar sustitutos como fuente de energía más eficientes y baratas (Macancela & Terán, 2014). Y la tercera hace relación a los estudios empíricos realizados por diversos investigadores.

Los estudios del análisis de los precios del petróleo en relación con las actividades económicas de un país, se remonta a la década de 1970. Donde los economistas sugerían que los shocks del precio del petróleo podían estar relacionados con la macroeconomía estadounidense, que provocaban resultados deficientes como podemos observar en **Barsky y Kilian** (2004). A partir de esto según **Wei y Guo** (2016) dice que varios autores han investigado la relación entre estas variables y han llegado a un criterio en común, que los shocks de los precios del petróleo pueden provocar inflación y disminuir la producción. Para el caso de China se obtuvo que la producción y la tasa de interés se relacionaban con los choques del precio del petróleo, consecuencia de la influencia de éste en las exportaciones, como se ilustra en **Wei y Guo** (2016). Pero algo a tomar en cuenta es que estos países hacen este análisis desde el punto de vista de un país importador de petróleo.

Debido a lo antes mencionado se buscó estudios similares en países que exportaran petróleo, uno de los cuales es Pakistán, en donde la variación del precio del petróleo reduce significativamente la producción agregada y aumenta el tipo de cambio real; mientras que los choques en los precios del petróleo afectan la oferta monetaria y la tasa de interés a corto plazo, como vemos en **Jamali, Shah, Soomro, Shafiq, y Shaikh** (2011). Existe una serie de efectos comunes por los shocks del precio del petróleo según **Picón** (2016) el primero es que la inflación se ve afectada en los países importadores y exportadores, en los últimos se verá un mayor aumento en la inflación, también se ve afectado la balanza fiscal, para los países exportadores el incremento en la balanza fiscal se da la expansión de la economía y una mayor recaudación proveniente de los impuestos que gravan la exportación y extracción del petróleo y finalmente habla que un país que sea netamente exportador de petróleo tiene efectos muy marcados en el producto interno bruto, el consumo, y los saldos comerciales.

Teniendo esta base teórica se va a estudiar los efectos de los shocks del precio del petróleo en la economía ecuatoriana, con el objetivo de observar cuantos nos afecta. Dentro del país existen estudios sobre el precio del petróleo con relación al producto interno bruto, ingresos fiscales y el tipo de cambio real; en donde se observa que los precios del petróleo tiene una fuerte relación en los ingresos fiscales reales, afecta positivamente al producto interno bruto y que nuestra economía se ve muy ligada a los

cambios de los precios del petróleo como menciona en **Guerrero, Triviño, y González** (2009) y refuerza ésta teoría una década después **Macancela & Terán** (2014). Por lo general, se estudia el precio del petróleo frente a la economía del país, pero como se vio en el caso de Pakistán los choques del precio del petróleo afecta de una manera diferente a los distintos tipos de variables y eso es lo que se va a estudiar en este documento.

### **1.1.2 Justificación metodológica**

La presente investigación necesita datos de series temporales para las siguientes variables: Producto Interno Bruto Real (PIB real), el índice de tipo de cambio efectivo real (ITCER), el índice de precios al consumidor (IPC) y los precios del petróleo con datos trimestrales para el periodo 1995-2018.

Las fuentes secundarias son confiables al tratarse del Banco Central del Ecuador para el PIB real y el ITCER; el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) que permitirá recolectar información sobre el IPC, ambas instituciones gubernamentales; y finalmente en BP Group se encontró los precios del barril de crudo con el referencial para el Ecuador, es decir, los precios del petróleo West Texas Intermediate (WTI), esta es una compañía de energía que opera desde hace cien años en el Reino Unido y sus datos fueron comparados con los del Banco de la Reserva Federal de St. Louis que tienen como fuente el Fondo Monetario Internacional. Se eligió BP Group por la cantidad de datos que presenta.

Para lograr los objetivos de estudio se va a utilizar métodos econométricos, según estudios anteriores, en otros países se aplicó un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR), que nos permitirá observar el efecto de los shocks del precio del petróleo sobre las variables PIB real, ITCER y el IPC, las cuales se utilizan para ver los efectos en la macroeconomía del Ecuador.

Para esto se determina la estacionariedad de las series de tiempo mediante el test de raíz unitaria de Dickey-Fuller Aumentado, porque es un prerrequisito para la especificación del modelo VAR. Como la muestra es reducida (menos de 100 datos)

mediante el criterio de Akaike se define el número de retardos óptimos para el modelo. Antes de identificar el modelo, se debe realizar un análisis de cointegración para evitar la obtención de resultados espurios mediante las pruebas de Engle-Granger y Engle-Granger aumentada.

Esta metodología está basada en los análisis de métodos empíricos, en donde, primero se analizó la teoría para poder definir y delimitar los datos, luego se realizó el modelo VAR con los datos históricos obtenidos y se realizó una función impulso-respuesta de la variable dependiente del modelo especificado anteriormente y finalmente se usa una técnica de descomposición de la varianza que permita evaluar la importancia relativa de las fluctuaciones del precio del petróleo con las otras variables en el modelo, como se observa en **Jamali, et al., (2011)**.

### **1.1.3 Justificación práctica**

Las crisis internacionales y la baja en los precios del petróleo de 1998-1999 provocó una crisis de solvencia y liquidez bancaria en el Ecuador, consecuencia de esto dolarizó en el año 2000 y la economía del país se volvió más frágil frente a los shocks del precio del petróleo, porque perdió parcialmente la política monetaria y cambiaria (Curcio & Vilker, 2014). Pese a haber perdido parte de la política monetaria y cambiaria el Banco Central del Ecuador tiene la responsabilidad de mantener la liquidez de la economía, solidez y seguridad del sistema financiero para lo cual, cuenta con algunos mecanismos e instrumentos de política monetaria, crediticia y financiera: Administración del Sistema Nacional de Pagos, reciclaje de liquidez, encaje bancario, administrar los recursos de la Reserva Internacional de Libre Disponibilidad (RILD), fondo de liquidez, operaciones internacionales del sector público, administrar las especies monetarias y sistemas de medición y propuestas de política para resguardar la liquidez de la economía (Banco Central del Ecuador).

Tomando en cuenta que nuestro país depende de las exportaciones del petróleo, es necesario tener conocimiento de cómo puede afectar un shock en los precios del petróleo a nuestras principales variables macroeconómicas, con el objetivo de poder tomar decisiones adecuadas cuando el país tenga buenos indicadores económicos, y al



momento en que estos se vean afectados. Se verá si el Ecuador sigue siendo un país netamente exportador de petróleo como hemos visto en las investigaciones anteriores de **Guerrero, et al., (2004)** y **Macancela y Terán (2014)**, o si el cambio en la matriz productiva que propuso el gobierno anterior tuvo efecto en nuestra economía.

En la tesis realizada por **Mancancela y Terán (2014)** hace una recomendación para una futura investigación, la cual incentiva a hacer un análisis con una frecuencia menor al anual. Tomando esta referencia se decide buscar datos trimestrales para el periodo de 1995 al 2018. De esta manera se refuerza el estudio antes mencionado. La presente investigación es importante, porque la mayor parte de escritos sobre los shocks del precio del petróleo para el Ecuador toman datos anuales y no en menor frecuencia, por lo que, nos permitirá ver los cambios que pueden ocasionarse en las variables macroeconómicas para cada trimestre.

#### **1.1.4 Formulación del problema de investigación**

¿Cómo afecta los shocks del precio de petróleo a la macroeconomía del Ecuador?

### **1.2 Objetivos**

#### **1.2.1 Objetivo general**

Definir el efecto que provoca los shocks del precio del petróleo en la macroeconomía del Ecuador, para observar cuales son las variables afectadas y si estas impactan al Producto Interno Bruto indirectamente en el periodo trimestral desde 1995 hasta el 2018.

#### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Analizar los precios del petróleo para ver la relación que tiene con el Producto Interno Bruto en el periodo trimestral desde 1976 hasta el 2018.

- Determinar las variables macroeconómicas a utilizarse para observar los impactos indirectos que tienen estas sobre el Producto Interno Bruto.
- Distinguir qué relación existe entre los shocks del precio del petróleo y las variables a estudiar dentro de la macroeconomía del Ecuador para el periodo trimestral desde 1995 al 2018.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Revisión de literatura

##### 2.1.1 Antecedentes investigativos

Un estudio realizado por **Barsky y Kilian** (2004) desarrolla dos ideas, la primera es que los precios del petróleo se relaciona con lo que sucede en Medio Oriente, pero este solo es un evento externo dentro de varios factores que afectan a estos precios, y la segunda trata del desempeño de la economía de Estados Unidos frente a los cambios del precio del crudo. Esta última idea tiene como conclusión que un shocks en el precio del petróleo no explica la estanflación del PIB real, ni al deflactor del PIB para el caso de EE.UU.

En República Dominicana según **Marte y Villanueva** (2007) los shocks del precio del petróleo afectan de manera negativa a la producción doméstica. Por cada punto porcentual que se aumenta al precio del petróleo disminuye en 0,04% el producto interno bruto con rezagos de un año. Por otro lado un aumento en el precio del petróleo de un dólar en el trimestre provoca que el índice de precios al consumidor aumente 0,1137 unidades, esto debido a que República Dominicana es un país importador de petróleo.

Mediante un modelo VECM **Hernández** (2009) estudió los efectos ante un shock del precio del petróleo. El IPC se adecua inmediateamente después del shock, a un nivel superior en comparación al inicio, esto es provocado por el aumento de los costes en la producción y traslado de productos que este choque implica . El tipo de interés tiene un incremento para combatir la inflación que genera el shock. El PIB tiene un comportamiento retardado, por tener una variable en terminos reales, la misma que reacciona un período después de ocurrido el shock denotando un decrecimiento que se desvance a largo plazo en esta variable macroeconómica .

Para **Sánchez** (2010) los cambios abruptos en el precio del petróleo afecta a las variables macroeconómicas de un país de una forma u otra, esto depende si es importador o exportador de petróleo. El país analizado es Colombia y como conclusión se tiene que mediante la causalidad de Granger no existe una relación causal entre las variables, por lo cual, el incremento en los precios del petróleo no provoca crecimiento del PIB, la inflación y ni en la inversión extranjera directa. Cuando se ha presentado shocks del precio del petróleo en este país al corto plazo se observa inflación, pero se estabiliza en el mediano plazo porque otras variables del mercado como la tasa de cambio y reducción de la demanda interna la neutralizan. Si el shock es negativo la inflación se ve poco afectada. Otro punto de vista que menciona son los efectos negativos que pueden tener los shocks positivos en países importadores, ya que conllevan a recesiones en estos afectando en el futuro a los países exportadores por dos razones: baja demanda externa y los procesos de inflación que pueden transmitir.

Según **Jamali et.al.** (2011) las variables utilizadas para Pakistán como los precios del petróleo, el Producto Interno Bruto real, la tasa de cambio efectivas reales, la tasa de interés a corto plazo, la tasa de interés a largo plazo y la oferta monetaria dieron como resultado mediante la herramienta impulso-respuesta del modelo VAR que las fluctuaciones del precio del petróleo provocan una disminución significativa de la producción agregada e incrementa el tipo de cambio real. La mayor parte de las variables presentan un aumento positivo durante los primeros tres trimestres con la excepción del PIB real y la tasa de interés a largo plazo. El otro método es la descomposición de la varianza que señala que los precios del crudo afectan significativamente las tasas de interés a largo plazo. Los shocks del precio del petróleo se relacionan con la oferta monetaria y las tasas de interés a corto plazo.

En el artículo de **Perilla** (2011) se analiza los efectos de un shock de los precios del petróleo en el crecimiento económico y sobre otras variables de la macroeconomía colombiana, también estudia como este impacto afecta a los sectores económicos. Un aumento del 1% en el precio del petróleo ocasiona un incremento del PIB en los dos primeros trimestres, éste es significativo al 95% del nivel de confianza. Al ser un país exportador de petróleo se observa una relación directa entre el precio de este bien y el crecimiento económico, pero se ve un mayor impacto cuando el precio baja. Las otras

variables que se afectan son la tasa de cambio real y las importaciones. La otra parte del estudio presenta una disminución de la ocupación en la industria, decrecimiento en las exportaciones industriales y agrícolas, y una disminución en los precios de las importaciones de insumos para el sector de la construcción.

Para el analizar la situación interna del país se tiene un estudio de **Macancela y Terán** (2014) en donde se analiza los efectos del precio del petróleo sobre el Producto Interno Bruto, el tipo de cambio real y la inflación. Mediante medidas de “no linealidad” para medir el impacto de la variación de los precios del petróleo en la economía del Ecuador se obtuvo que frente a un cambio positivo (de un punto) la economía del país aumenta en 0,8%, en el segundo periodo se afecta 1,24% y anulándose en un horizonte temporal; con un impacto negativo (de un punto) disminuye el PIB un -0,31%, en el segundo periodo baja -1,43% y con el tiempo se estabiliza. Con esto se demuestra que los efectos tras el shock se demoran un periodo para ver su influencia. El otro análisis mediante los Vectores Autorregresivos Estructurales (SVAR) se analiza los shocks del precio del petróleo frente a la oferta y demanda agregada y precios nominales, da como resultado que los shocks no tiene efectos inmediatos pero influye en el crecimiento económico.

El petróleo en la economía de Jamaica tiene un rol fundamental porque en el periodo de estudio del artículo de **Roach** (2014) se expresa que del total de importaciones el combustible representó un 33%. Este insumo lo ocupan para producir electricidad y en los procesos productivos, siendo estas las razones de lo valioso de este recurso natural. Los efectos de un shock en el precio del petróleo para esta economía no perduran en el tiempo. Cuando el shock proviene de la demanda agregada mundial el PIB real es estimulado positivamente al igual que en las variables de la inflación, el tipo de cambio, saldo en la cuenta corriente y las tasas de interés. Si el choque es generado por la oferta de este recurso la economía de este país decrece, la inflación incrementa y existe un déficit de la cuenta corriente más elevado.

Los países de Estados Unidos y España que son importadores de petróleo, reaccionan de forma negativa en el mediano y largo plazo sus variables del PIB y el empleo cuando existe un alza en los precios del petróleo. En el caso de Argentina y Noruega

como países exportadores de este recurso natural, tiene una respuesta positiva en la actividad económica y empleo frente al aumento del precio del barril de crudo. En conclusión se cumple la teoría en la cual un país exportador se beneficia de un aumento del barril de petróleo y un país importador se ve afectado (Lanteri, 2014).

Para el país de Francia **Shafi** (2015) realiza una investigación para observar la volatilidad del tipo de cambio y los choques en el precio del petróleo. Este país frente a un aumento del 1% en los precios del petróleo presenta un incremento de 0,179 unidades en el PIB. El artículo analiza más la volatilidad del tipo de cambio, porque esta se relaciona con las variables de importaciones y la inversión extranjera directa de forma positiva y con las exportaciones, la inflación, tasa de interés, y el gasto de consumo público de manera negativa, lo que no sucede con el petróleo. Como conclusión se obtiene que un impacto en los precios del barril de petróleo tiene efectos positivos a corto plazo en el Producto Interno Bruto.

En una investigación para Colombia de **Cortázar y Linares** (2015) se utilizó los precios del petróleo para ver su incidencia en el crecimiento económico y en la inversión extranjera directa de lo cual se obtuvo como conclusión que los shocks del precio del petróleo no tiene relación con el producto interno bruto, ni con la inversión extranjera directa. En un corto plazo se relacionan, pero en los periodos posteriores al segundo periodo las variables se estabilizan y tienden a cero. Pese a ser un país exportador de petróleo, un cambio positivo en los precios del bien no es garantía de crecimiento económico porque no existe una política económica bien estructurada que brinde una correcta planeación.

Mientras tanto, un estudio para el mismo país realizado por **González y Hernández** (2016) estudia la relación de los precios del petróleo con el sector externo (índice de tasa de cambio real, índice de términos de intercambio, balanza comercial), el sector interno (consumo privado, inversión extranjera directa, balanza fiscal) y el producto interno bruto para dos periodo uno prolongado y otro más actual dando como resultado que la balanza comercial transfiere un shock del precio del petróleo al PIB en el caso del sector externo. Para el sector externo la variable que transmite un shock es el consumo privado en especificaciones no lineales.

Un estudio realizado en el país en donde se involucra los precios del petróleo frente al Producto Interno Bruto, el índice de precios al consumidor y el índice de tasa de cambio por **Ayala** (2017) llegó a la conclusión que el crecimiento económico tiene relación con los precios del petróleo porque este se ve afectado al inicio, pero a largo plazo tiende a decrecer. El índice de tasa de cambio se deprecia a largo plazo y finalmente el índice de precios al consumidor tiene tendencia a anularse los valores por lo que no incide mucho. Los cambios en los precios del petróleo tienen una relación directa con la economía del Ecuador.

## **2.1.2 Fundamentos teóricos**

### **2.1.2.1 Recursos no renovables**

Son los recursos que desde la perspectiva humana se regenera lentamente y frente a su gestión se considera que su crecimiento es nulo. Estos recursos en su mayor parte son de origen geológico como el petróleo (Riera, García, Kriström, & Brännlund, 2005). Por lo tanto, si son recursos de lenta regeneración su *stock* va a ser limitado.

### **2.1.2.2 Petróleo**

Proviene de dos voces latinas petro (roca) y óleum (aceite): aceite de roca. Este recurso natural no renovable es producto de una mezcla de compuestos hidrocarbúricos situados en una roca. Nace de la descomposición orgánica de dinosaurios, plantas y árboles que con el pasar de los años fueron enterrados y producto de la presión y el calor se convirtieron en hidrocarburos (EP Petroecuador, 2013). En el Ecuador existen dos zonas donde se explotan el petróleo, en la península de Santa Elena y en la región Amazónica.

### **2.1.2.3 Clasificación del petróleo**

Según **Cortés** (2017) el petróleo se puede clasificar según el contenido de azufre, por la gravedad API y el tipo de hidrocarburo.

### **Por la gravedad American Petroleum Institute (API)**

Mientras más gravedad API, más liviano será el petróleo: súper ligero (>39 API), ligero (31.1 – 39 API), mediano (22.3 – 31.1 API), pesado (10 – 22.3 API), extra pesado (<10 API) (Cortés, 2017).

### **Por el tipo de hidrocarburo**

Se dividen en parafínicos, nafténicos, asfálticos y de base mixta, **Cortés** (2017) los define de la siguiente manera:

- **Parafínicos:** Este petróleo está compuesto de parafina, es de color claro, tiene una densidad baja (0,85 gr/cc), es fluido; es el que más nafta produce cuando se refina y de este se obtiene solventes de pintura, gasolina, productos de lavado en seco y lubricantes.
- **Nafténicos:** Petróleo compuesto por naftenos y los hidrocarburos aromáticos, la parafina que contiene está por debajo del 45%, de color oscuro, es viscoso y con gran cantidad de residuos al refinarse.
- **Asfálticos:** Su composición es de azufre y metales, de color negro, alta densidad (0,95 gr/cc), elevada viscosidad, sus residuos de refinación es asfáltico y los productos que produce es gasolina en poca cantidad y aceite combustible.
- **De base mixta:** Es la mezcla de los tres anteriores. La mayor parte de yacimientos en el mundo son de base mixta. En el Ecuador se tiene este tipo de petróleo (Oriente y Napo).

### **Por el contenido de azufre**

- **Dulce:** El azufre que contiene es menos del 0,5%, el petróleo es de buena calidad y se procesa para obtener gasolina.



- **Medio:** El azufre que contiene es igual o mayor que el 0,5%.
- **Agrio:** El azufre supera el 1% en la composición, esto provoca que el corte de refinado incremente.

En el mercado mundial estos tres tipos de petróleo son una base para determinar la calidad del petróleo y esto incidirá en el precio final del crudo. En la industria petrolera los precios se catalogan según su lugar de origen, pero los precios del WTI se ubican en la clasificación de agrios según **Cortés** (2017), dentro de los cuales está el crudo de Ecuador. Esta sería una explicación del porque el petróleo ecuatoriano tiene un castigo en el precio. En otro artículo de **Verini** (2010) se refiere al WTI como un petróleo liviano y su nivel de azufre es bajo, por lo tanto sería un crudo dulce.

#### **2.1.2.4 El petróleo en la economía mundial**

El petróleo es una de las principales fuentes de energía en el mundo, importante para el funcionamiento de una economía y la industrialización (EP Petroecuador, 2013). El crecimiento poblacional implica un aumento en el consumo de energía para satisfacer las necesidades de las personas lo que conlleva un problema por la contaminación ambiental, esto provoca desarrollar nuevas tecnologías, no solo para reducir la contaminación sino, también porque el petróleo es un recurso natural no renovable. Según la matriz energética mundial la principal fuente de energía es el petróleo aunque su participación haya bajado producto de las fuentes de energías renovables como la hidroelectricidad y de fuentes nucleares (EP Petroecuador, 2013).

Según **EP Petroecuador** (2013) son pocos los países que tienen las mayores reservas de petróleo, pero los que consumen en mayor medida este recurso son los que más carecen del mismo, consecuencia de esto el acceso a las reservas es de importancia geopolítica. En la actualidad las grandes petroleras estatales son las que incursionan en este sector del mercado energético, porque años atrás las que se hacían cargo de la distribución, petroquímica, generación eléctrica o la refinación eran las empresas privadas como Exxon, Mobil, Chevron, Texaco, Gulf, la británica BP y Royal Dutch

Shell también llamadas las siete hermanas. Estas petroleras en la actualidad se concentraron en pocas regiones o quedaron como socios minoritarios de las petroleras estatales.

En algunos países la economía depende de la venta de este recurso natural, porque comprende gran parte del ingreso económico que estos generan a lo largo del año. Los países importadores de petróleo también tienen sus economías ligadas a este insumo, ya que, su producción de bienes y la generación de energía dependen del mismo. Aquí radica la importancia que tiene este recurso tanto a los países que importan como los que exportan.

#### **2.1.2.5 Mercado del petróleo**

El mercado petrolero se ha convertido desde hace dos décadas en un mercado complejo. Los nuevos participantes y los instrumentos financieros provocaron que se transformara en un mercado volátil. Hasta el año de 1970 la lógica del mercado era oligopólica, porque los precios de venta eran fijados por algunos productores a su favor (EP Petroecuador, 2013)

Según Amic (2006) al principio los que fijaban el precio eran las siete hermanas, para esto se tomaba en cuenta los precios del petróleo del Golfo de México más el costo del transporte (EP Petroecuador, 2013). A partir de 1970 la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) cambió este sistema y los precios se cotizaban con el crudo Arabian Ligh. La siguiente década la estructura del mercado del crudo cambió. Por un lado, algunos países exportadores de petróleo fuera de la OPEP como Gran Bretaña, México, entre otros ganaron protagonismo en el mercado y la OPEP perdió fuerza como fijador de precios y proveedor. Por otro lado, en la década de 1970 la nacionalización impuso límites en los países productores en lo que se refiere a la inversión privada, lo cual provocó una restricción a las reservas de las empresas privadas y promovieron la competencia en el mercado. En la actualidad pocas empresas refinan su propio crudo y decidieron realizar acuerdos con intermediarios, pequeñas petroleras y otros productores (EP Petroecuador, 2013).

### **2.1.2.5.1 Precios referenciales para la comercialización del petróleo**

En el mercado internacional los barriles de petróleo tienen algunos referentes para calcular los precios, dentro de los cuales podemos mencionar al West Texas Intermediated (WTI), Brent, Dubai y Arabian Light. El crudo ecuatoriano se calcula con el WTI, como se expresó anteriormente, el precio es castigado por contener más azufre y ser más pesado que los petróleos de Estados Unidos que sirven de referencia para el WTI.

### **2.1.2.6 Historia del petróleo en el Ecuador**

Antes de los años setenta Ecuador era un país que exportaba productos agrícolas dentro de estos el banano, cacao y café. Los primeros descubrimientos de petróleo en el Ecuador fueron hechos por indígenas en la región costa, hoy provincia de Santa Elena (EP Petroecuador, 2013). En 1972 la extracción y comercialización del petróleo cambió la estructura económica del Ecuador, porque el creciente aumento del precio del petróleo de 2,5 a 37,9 USD según **Fernández & Lara** (1998) llegó a cubrir el 68% de las exportaciones en la década de los 80. Producto de esta buena racha en los ingresos el país se fortaleció económicamente y tuvo acceso a créditos respaldados por el petróleo. **Fernández & Lara** (1998) señala que desde 1976 producto de estos préstamos comienza la historia del endeudamiento extremo del Ecuador, de esta forma se sostuvo un modelo de industrialización por sustitución de importaciones, con el dinero que ingresaba del petróleo y la deuda externa.

En los años 80 con un régimen democrático y una economía que tambaleaba por malas decisiones en la década pasada, se le suma un contexto internacional desastroso. **Fernández & Lara** (1998) enumeran 4 de los hechos: Primero el cierre de financiamiento para los países de América Latina producto de la imposibilidad de pago de estos países, el segundo en el mercado internacional se vivió una elevación de las tasas de interés, el tercer hecho fue una reducción de precios, restricciones en el mercado de EE.UU. y poca demanda de productos primarios y el cuarto suceso es un débil mercado petrolero. Internamente Ecuador tenía otro problema que agravaba su

situación económica, la guerra con el vecino país de Perú e inundaciones en la región costa que provocaron daños en el sector agrícola del banano, cacao y café. En esta década la economía dentro del país sufrió hasta 1989 donde las exportaciones bananeras se normalizaron y los precios del petróleo incrementaron.

En los años noventa el Ecuador se retira de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) por problemas económicos que no le permitieron cumplir con sus obligaciones. Se descubrió yacimiento en el Oriente ecuatoriano y en la presidencia de Mahuad se firmó un decreto para evitar la explotación de los parques nacionales Yasuní y Cuyabeno, los cual comprendía un millón de hectáreas. Según la **AIHE (s.f)**, el precio más alto que se llegó a registrar fue en el año 2008 por especulaciones de la bolsa de valores y una demanda de petróleo por China.

En Ecuador existen dos tipos de crudos; el crudo oriente explotado desde 1967 y el crudo napo explotado desde el 2006. Acorde a su calidad, estos pueden distinguirse de la siguiente forma: el crudo “Oriente” con 24° API y de 1.2% de contenido de azufre, y el crudo “Napo” de 19° API y de 2,03% de contenido de azufre. Ambos crudos producidos internamente por EP Petroecuador, EP Petroamazonas – Ex occidental y Operadora rio Napo (parte de EP Petroamazonas) (EP Petroecuador, 2013).

#### **2.1.2.8 Shocks de oferta**

Los shocks de oferta son los cambios exógenos y por lo general bruscos que ocurren en la oferta y producción de las economías (Pedersen & Ricaurte, 2013).

#### **2.1.2.9 Shocks de demanda**

Se da un shock de demanda cuando una economía depende en mayor parte de las exportaciones y los países a los que exporta están pasando por una recesión, esto provoca un desplazamiento de la demanda hacia la izquierda disminuyendo la producción y la renta (Pedersen & Ricaurte, 2013).

### **2.1.2.10 Variables para el estudio de la macroeconomía del Ecuador**

Dentro del estudio se analizan tres variables para ver el crecimiento económico del país:

- Producto Interno Bruto
- Índice de tipo de cambio efectivo real
- Inflación medida por el IPC.

En la parte donde se relata la historia del petróleo en el Ecuador, se puede observar la dependencia que tiene la economía con relación a este recurso natural a partir del boom petrolero de 1972. Al PIB se lo toma como un medidor de la economía ecuatoriana. Las otras variables que se incluyen intentan medir el efecto que tienen en el PIB cuando se da un aumento o una baja brusca en los precios del PIB.

## **2.2 Hipótesis**

La hipótesis de esta investigación se basa en la pregunta de investigación y los objetivos presentados en el primer capítulo. Tomando como base lo expuesto las hipótesis serían las siguientes:

$H_0$  = Los precios del barril del petróleo no provocan cambios en el PIB del Ecuador para el periodo 1976 - 2018.

$H_1$  = Los precios del barril del petróleo provocan cambios en el PIB del Ecuador para el periodo 1976 - 2018.

$H_0$  = Los precios del barril del petróleo no provocan cambios en el PIB del Ecuador para el periodo 1976 - 2018.

$H_1$  = Los precios del barril del petróleo provocan cambios en el PIB del Ecuador para el periodo 1976 - 2018.

$H_0$  = Los precios del barril del petróleo no provocan cambios en el PIB del Ecuador para el periodo 1995 - 2018.

$H_1$  = Los precios del barril del petróleo provocan cambios en el PIB del Ecuador para el periodo 1995 - 2018.

$H_0$  = Los precios del barril del petróleo no provocan cambios en la inflación del Ecuador para el periodo 1995 - 2018.

$H_1$  = Los precios del barril del petróleo provocan cambios en la inflación del Ecuador para el periodo 1995 - 2018.

$H_0$  = Los precios del barril del petróleo no provocan cambios en el índice de tipo de cambio efectivo real del Ecuador para el periodo 1995 - 2018.

$H_1$  = Los precios del barril del petróleo provocan cambios en el índice de tipo de cambio efectivo real del Ecuador para el periodo 1995 - 2018.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Recolección de la información**

En la presente investigación las fuentes para obtener las bases de datos serán las páginas del gobierno central, como son: el Banco Central del Ecuador (BCE) y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). De las cuales se adquirirá las variables Producto Interno Bruto real (PIB real), el índice de tipo de cambio efectivo real (ITCER) y la inflación medido por el Índice de Precios al Consumidor (IPC). La fuente para los precios del petróleo con el referencial del Ecuador, que son los precios del petróleo West Texas Intermediate (WTI), es BP Group. Los datos son contrastados con los del Banco de la Reserva Federal de St. Louis que toma como fuente al Fondo Monetario Internacional. Se escoge a BP Group por tener una base de datos más amplia.

La población en esta investigación son los datos obtenidos para las variables antes mencionadas, su periodo es de 1995 hasta el 2018. Las variables PIB real y los precios del petróleo se eligen desde 1976 hasta el 2018. Se toman datos anuales que posteriormente se transformarán a datos trimestrales obteniendo una cantidad de 92 datos para el primer periodo y de 172 para el segundo.

#### **Fuentes Primarias y Secundarias**

No se utilizará fuentes primarias. Las fuentes secundarias son confiables al tratarse de bases de datos fidedignas publicadas por fuentes gubernamentales como es el caso del Banco Central del Ecuador y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. El BP Group es una compañía de energía británica y los datos encontrados sobre los precios del petróleo WTI en la misma, se verifica con los del FMI encontrados en el Banco de la Reserva Federal de St. Louis para dar un respaldo de validez. Los datos son abiertos al público por lo que cualquier persona puede corroborar la fiabilidad de los datos.

Otras fuentes secundarias son publicaciones en revistas indexadas, libros, páginas web, repositorios e investigaciones anteriores que tratan sobre los shocks de los precios del petróleo relacionado con algunas variables de la macroeconomía, las mismas que fueron base de la presente investigación.

### **Instrumentos y métodos para recolectar información**

Las fuentes de datos secundarias fueron el medio para recolectar la base de datos necesaria para la investigación. El instrumento que se utilizó para recabar la información es la ficha de observación. Primero se recolecta la información anual de las páginas del BCE, INEC y el BP Group, luego se selecciona los datos que ayuden a cumplir con los objetivos de la investigación, el Excel será el software que permitirá organizarlos. La ficha de observación se encuentra en el anexo N° 1.

**Tabla 1: Muestra de la ficha de observación**

	<b>PIB (Millones de dólares de 2007)</b>	<b>Índice de tipo de cambio efectivo real (base 2014)</b>	<b>Índice de Precios al Consumidor (base 2014)</b>	<b>Precio del Petróleo WTI</b>
<b>1976</b>	20.670,32	...	...	12,23
<b>1977</b>	21.002,046	...	...	14,22
...	...	...	...	...
<b>1995</b>	35743,721	105,41	22,98	18,42
<b>n...</b>	n...	n...	n...	n...

**Fuentes:** BCE, INEC y BP Group

**Elaborado por:** Fernando Castro

### **Confiabilidad y validez de los instrumentos de investigación utilizados**

La ficha de observación como un instrumento de investigación es confiable por ser una herramienta utilizada en diversas investigaciones macroeconómicas y tiene el respaldo de una base de datos fiables, porque las fuentes de información son páginas



manejadas por el gobierno central del Ecuador y para el precio del petróleo se ha comparado los datos con organizaciones financieras internacionales.

La validez del instrumento se realiza a través de análisis estadísticos como son los estudios correlacionales, mismos que aprobarán los resultados obtenidos con esta herramienta. Se utilizará el software Excel y Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library (Gretl), los cuales tienen procesos estadísticos y econométricos automatizados que permiten obtener resultados precisos y confiables. Para esto los datos se tienen que manipular de una manera correcta, el modelo planteado debe ser el adecuado y evitar cometer errores humanos.

### **3.2 Tratamiento de la información**

Por la naturaleza de la información recolectada se realizará un estudio cuantitativo, el mismo que necesita tener análisis descriptivos, correlacionales y explicativos. El estudio descriptivo permite detallar propiedades y características de las variables (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014), dentro del cual se ocupará las medidas de tendencia central, de dispersión y los gráficos.

#### **Medidas de tendencia central**

Las medidas de posición más usadas son la media aritmética, moda y mediana. Para el presente estudio se utilizará la media aritmética al ser el estadístico más conocido y por su facilidad de uso. Según **Martínez (2006)** se debe tener en cuenta que es sensible a variaciones por cambios en los valores, en el muestreo tiene estabilidad y no es recomendable en variables en formas de tasas o porcentajes. La mediana es considerada como el valor central al estar situado en la mitad de la distribución y la moda muestra el valor que se presenta con mayor frecuencia en la serie de datos, estas medidas de posición se aplica cuando la distribución tiene intervalos no definidos al principio y al final en datos agrupados (Martínez, 2006).

**Tabla 2: Tabla de fórmulas de las medidas de tendencia central**

<b>Media</b>	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$
<b>Mediana</b>	$M_e = \frac{n + 1}{2}$
<b>Moda</b>	$M_d = y'_{j-1} + C \left[ \frac{n_{j+1}}{n_{j+1} + n_{j-1}} \right]$

**Fuentes:** Martínez (2006)

**Elaborado por:** Fernando Castro

### Medidas de dispersión

Las medidas de dispersión se utilizan para medir el grado de variabilidad que los datos tienen en relación con su media aritmética. Los más reconocidos son el rango, la varianza y la desviación típica. En su libro “Estadística básica aplicada” **Martínez** (2006) menciona que el rango se utiliza cuando se desea saber de una forma rápida cual es la variación en una serie de datos; la varianza da paso a la desviación estandar, coteja dos o más distribuciones en una misma unidad de medida y es definida como el promedio de los cuadrado de la diferencia de las desviaciones y la media aritmetica; y la desviación estandar es la raíz cuadrada de la varianza y permite ver el grado de variabilidad absoluta.

**Tabla 3: Tabla de fórmulas de las medidas de dispersión**

<b>Rango</b>	$= X_{max} - X_{min}$
<b>Varianza</b>	$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$
<b>Desviación estándar</b>	$S = \sqrt{S^2}$

**Fuentes:** Martínez (2006)

**Elaborado por:** Fernando Castro

Otros análisis estadísticos que se utiliza son la asimetría y el apuntalamiento o curtosis. La asimetría mide cuan simétrico son los datos, para que esto suceda debe ser cero y la curtosis muestra el grado de agudeza en la curva, en otras palabras, mide si es alta o baja la distribución normal (Gujarati & Porter, 2010). Según **Martínez** (2006) existen tres tipos de asimetrías: asimetría positiva, negativa y la simetría; y tres clases de curtosis: distribución normal o mesocúrtica, distribución apuntada o leptocúrtica y la distribución achatada o platicúrtica.

**Tabla 4: Tabla de fórmulas de la asimetría y curtosis**

<b>Asimetría</b>	$S = \frac{E(X - \mu)^3}{\sigma^3}$	= $\frac{\text{tercer momento respecto de la media}}{\text{desviación estándar elevada al cubo}}$
<b>Apuntalamiento o curtosis</b>	$K = \frac{E(X - \mu)^4}{[E(X - \mu^2)]^2}$	= $\frac{\text{cuarto momento respecto de la media}}{\text{segundo momento elevada al cuadrado}}$

**Fuentes:** Gujarati y Porter (2010)

**Elaborado por:** Fernando Castro

**Tabla 5: Tabla de criterios de selección de la asimetría y curtosis**

	<b>Clasificación</b>	<b>Criterio</b>
<b>Asimetría</b>	Simetría	$S = 0$
	Asimetría positiva	$S > 0$
	Asimetría negativa	$S < 0$
<b>Apuntalamiento o curtosis</b>	Distribución normal o mesocúrtica	$K = 3$
	Distribución apuntada o leptocúrtica	$K > 3$
	Distribución achatada o platicúrtica	$K < 3$

**Fuentes:** Gujarati y Porter (2010)

**Elaborado por:** Fernando Castro

Para observar gráficamente estos cálculos se utiliza un gráfico de distribución normal, en el cual las variables aleatorias normales se distribuyen en forma de campana, por tal motivo se le llama campana de Gauss. Para **Gujarati & Porter** (2010) los parámetros de distribución son  $\mu$  y  $\sigma^2$ , la media y la varianza respectivamente. Para

que exista normalidad se debe tener una asimetría = 0 y curtosis = 3, en otros términos la curva tiene que ser simétrica y mesocúrtica, la misma que se la realizará en el software GRETTL para su interpretación.

Los datos analizados estadísticamente serán transformados de una serie anual a una trimestral mediante el software Ecotrim, para el caso del PIB real y los precios del petróleo, de esta forma se contará con más observaciones para el modelo VAR que se realizará en el primer objetivo con un periodo desde 1976 hasta el 2018. Y para las variables del índice de precios al consumidor y el índice de tipo de cambio efectivo real se realiza el mismo paso para trimestralizar con el software antes mencionado, pero con un periodo diferente de 1995 al 2018. A la variable PIB real trimestralizada se le calcula su tasa de crecimiento.

En un análisis econométrico se debe verificar que los 10 supuestos de la econometría propuestos por Gauss-Markov se realicen, esto permitirá tener un modelo especificado de una manera correcta. **Gujarati & Porter (2010)** menciona que los siete primeros están relacionados con modelos de regresión simple y los tres últimos como modelos de regresión múltiple, es decir, que tienen más de 2 variables independientes y los supuestos antes mencionados son:

- El primer supuesto expresa que el modelo de regresión debe ser lineal en los parámetros, en otras palabras, los  $\beta$  están elevados a la primera potencia, aunque las variables explicativas no lo estén. El contraste a utilizar es el de no linealidad (cuadrados), la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula es mediante el p valor del Chi-cuadrado.
- El segundo supuesto habla del muestreo aleatorio, donde la variable independiente es fija y el término de error es estocástico, por lo tanto, no existe covarianza  $(X_i, \mu_1) = 0$ . El contraste que se utiliza es el Reset Ramsey, la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula es mediante el p valor del F de Fisher.

- El tercer supuesto establece que la media del término de perturbación aleatoria  $\mu_i$ , que depende de la variable independiente es igual a cero. Es un indicativo que no se tomó en cuenta a una variable importante o incluir una irrelevante.
- El cuarto supuesto se refiere a la homoscedasticidad, en donde la varianza de las perturbaciones es la misma para todos los valores dados de la variable independiente, si la varianza varia se tendría heterocedasticidad. Se aplica el contraste de heterocedasticidad de White, la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula es mediante el p valor del Chi-cuadrado.
- El quinto supuesto es la no autocorrelación de los términos de error dados los valores de la variable independiente no debería existir correlación entre  $\mu_i$  y  $\mu_j$ . Se aplica el contraste de Breusch-Godfrey de autocorrelación, la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula es mediante el p valor.
- El sexto supuesto es que las observaciones n tienen que ser mayores al número de variables independientes por estimar. Para los dos casos se tienen 96 y 172 datos, cumpliéndose el supuesto.
- El séptimo supuesto trata sobre la naturaleza de las variables, en donde los valores de una muestra no deben ser iguales, porque esto no permitiría hacer las estimaciones de los betas. Tampoco tiene que existir valores atípicos, que son los que guardan una relación muy grande con el resto de observaciones, siendo estos los dominantes en la regresión. Para corregir este problema se transforma a las observaciones iniciales en tasas de crecimiento.
- El octavo supuesto es la no multicolinealidad entre las variables independientes en el Modelo Clásico de Regresión Lineal (MCRL). Esto se puede dar por la colinealidad entre las variables que van a explicar el modelo y deberán ser suprimidas del mismo. Gretl no permite un cálculo directo por este motivo se elige el Factor Inflacionario de la Varianza (FIV), **Gujarati & Porter (2010)** explica que el FIV es un indicador de multicolinealidad, cuando el R cuadrado

se acerca más a 1, el FIV se aproxima al infinito y es muestra de colinealidad. La fórmula es la siguiente:

$$FIV = \frac{1}{(1 - r^2)}$$

**Fuentes:** Gujarati y Porter (2010)

- El noveno supuesto son los errores de especificación del modelo que surgen a partir del incumplimiento de los supuestos antes mencionados y esto es lo que se debe evitar. Para el modelo de Vectores Autorregresivos se utilizará la prueba de cointegración de Engle-Granger para la correcta especificación del modelo.
- El décimo supuesto es la normalidad de los errores o perturbaciones, donde su media es cero y la varianza es constante. El software Gretl brinda el contraste de Jarque-Bera para la normalidad en los residuos. Cuando se trabaja con un número de datos mayor a 100 se puede ser flexible con la decisión de si existe o no la normalidad **Gujarati y Porter (2010)**.

Para realizar los contrastes antes mencionados y ver si se cumple con los supuestos se plantea un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), porque es el análisis de regresión más utilizado por sus propiedades estadísticas. La fórmula según **Gujarati y Porter (2010)** se representa de la siguiente manera:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + \mu_i$$

Donde,

$Y_i$  = Variable dependiente

$X_i$  = Variable independiente

$\beta_1$  = Intercepto

$\beta_2 =$  Pendiente

$\mu_i =$  Término de error

La variable dependiente es la tasa de crecimiento del PIB y la independiente en el primer objetivo es el precio del petróleo y para el tercero se añade al índice de tipo de cambio efectivo real y el índice de precios del petróleo. Aclarado este punto, al modelo anterior se le hacen unos cambios con el fin de elegir el mejor modelo. Las fórmulas de la siguiente tabla representan a los modelos semilogarítmicos de Log-Lin y Lin-Log, y el logarítmico Log-Log.

**Tabla 6: Fórmulas del los modelos semilogarítmicos y logarítmico**

<b>Modelo</b>	<b>Fórmula</b>
Lin-Log	$Y_i = \beta_1 + \beta_2 \ln X_i + \mu_i$
Log-Lin	$\ln Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + \mu_i$
Log-Log	$\ln Y_i = \beta_1 + \beta_2 \ln X_i + \mu_i$

**Fuentes:** Gujarati y Porter (2010)

**Elaborado por:** Fernando Castro

Una vez aplicados los modelos anteriores y haber elegido cual es el adecuado, se desarrollara un modelo econométrico de Vectores Autorregresivos (VAR) con las variables precio del barril de petróleo y la tasa de crecimiento del PIB, con el fin de observar la relación de crecimiento económico que ha tenido el Ecuador usando los valores rezagados de las variables antes mencionadas para el periodo 1976 al 2018. Para realizar este modelo se plantea de la siguiente forma:

$$Y_{1t} = \beta_{10} + \sum_{j=1}^k \beta_{11} Y_{t-1} + \sum_{j=1}^k \beta_{11} X_{t-1} + \mu_{1t}$$

$$X_t = \beta_{20} + \sum_{j=1}^k \beta_{21} X_{t-1} + \sum_{j=1}^k \beta_{21} Y_{t-1} + \mu_{1t}$$

**Fuente:** Gujarati y Porter (2010)

**Elaborado por:** Fernando Castro

Partiendo de estas ecuaciones se generan otras con las variables a utilizarse. Para el primer objetivo quedaría de la siguiente manera:

$$\Delta PIB_{1t} = \beta_{10} + \sum_{j=1}^k \beta_{11} \Delta PIB_{t-1} + \sum_{j=1}^k \beta_{11} Ppetr_{t-1} + \mu_{1t}$$

$$Ppetr_t = \beta_{20} + \sum_{j=1}^k \beta_{21} Ppetr_{t-1} + \sum_{j=1}^k \beta_{21} \Delta PIB_{t-1} + \mu_t$$

**Elaborado por:** Fernando Castro

Y el tercer objetivo con las variables incluidas se expresa de la siguiente forma:

$$\Delta PIB_{1t} = \beta_{10} + \sum_{j=1}^k \beta_{11} \Delta PIB_{t-1} + \sum_{j=1}^k \beta_{11} Ppetr_{t-1} + \sum_{j=1}^k \beta_{11} ITCER_{t-1} + \sum_{j=1}^k \beta_{11} IPC_{t-1} + \mu_{1t}$$

$$Ppetr_t = \beta_{20} + \sum_{j=1}^k \beta_{21} Ppetr_{t-1} + \sum_{j=1}^k \beta_{21} \Delta PIB_{t-1} + \sum_{j=1}^k \beta_{21} ITCER_{t-1} + \sum_{j=1}^k \beta_{21} IPC_{t-1} + \mu_t$$



$$\begin{aligned}
ITCER_t = & \beta_3 + \sum_{j=1}^k \beta_{31} \Delta PIB_{t-1} + \sum_{j=1}^k \beta_{31} Ppetr_{t-1} + \sum_{j=1}^k \beta_{31} ITCER_{t-1} \\
& + \sum_{j=1}^k \beta_{31} IPC_{t-1} + \mu_t
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
IPC_t = & \beta_4 + \sum_{j=1}^k \beta_{41} Ppetr_{t-1} + \sum_{j=1}^k \beta_{41} \Delta PIB_{t-1} + \sum_{j=1}^k \beta_{41} ITCER_{t-1} \\
& + \sum_{j=1}^k \beta_{41} IPC_{t-1} + \mu_t
\end{aligned}$$

**Elaborado por:** Fernando Castro

Un modelo VAR debe estar bien especificado para evitar errores o resultados espurios, por lo cual, se procede a realizar los siguientes contrastes:

### **Estacionariedad**

Al trabajar con una serie de datos temporales se debe comprobar que los datos sean estacionarios. Con estacionariedad nos referimos a que la media y la varianza de los datos sean constantes a través del tiempo y que la covarianza entre dos periodos depende del rezago entre los mismos, si el caso no es este, la serie de tiempo es no estacionaria (Gujarati & Porter, 2010).

La prueba para determinar la existencia de estacionariedad es la raíz unitaria de Dickey-Fuller (DF) y Dickey-Fuller Aumentada (DFA), en donde, si  $|p| < 1$  podemos decir que la serie de tiempo es estacionaria, caso contrario si  $p$  es igual a 1 existe raíz unitaria y es no estacionaria (Gujarati & Porter, 2010). Si se presenta este problema se debe añadir las primeras diferencias para solucionarlo.

## **Selección de rezagos**

Según **Gujarati & Porter** (2010) esto es algo empírico. Una forma de poder calcular esto es mediante la Función de Autocorrelación (FAC), se toma un tercio o una cuarta parte de la serie de tiempo. En este caso se tiene 172 observaciones trimestrales, así que se debería coger 57 o 43 rezagos y 96 datos que son 32 o 24 rezagos. La mejor forma de empezar es seleccionar rezagos grandes e ir aminorando mediante los criterios de Akaike o de Schwarz. Estos criterios son de penalización por incluir variables regresoras al modelo. Su método de selección es, mientras más pequeño sea el valor Akaike o de Schwarz mejor será el modelo.

## **Cointegración**

Un modelo de regresión lineal o múltiple puede ocasionar resultados espurios o erróneos, con el fin de evitar esto se debe realizar pruebas de cointegración. La cointegración es, que a pesar de que no existir estacionariedad a un nivel individual, al unirse dos o más series de tiempo puede ser estacionarias, lo que se traduce a una relación de largo plazo. Los estadísticos para este caso son las pruebas de Engle-Granger (EG) o Engle-Granger Aumentado (EGA) y la de Johansen.

## **Causalidad**

En un modelo econométrico se puede deducir que una variable provoca causalidad o un efecto causal en otra variable (Wooldridge, 2010). La relación entre las variables no es prueba de causalidad y la dirección no es de influencia. Los hechos que sucedieron en el pasado (X) pueden influir en sucesos del futuro (Y), esto se da porque X contiene datos que permite predecir Y (Gujarati & Porter, 2010). La prueba de Granger permite determinar la causalidad de las variables en el modelo.

## **La Función impulso-respuesta**

La interpretación de los coeficientes individuales en un modelo VAR es difícil, por eso la función impulso respuesta (FIR) es una herramienta que permite estudiar a la

variable dependiente frente a los choques que se produce en los términos de error. El impacto que ocasionan los choques se pueden examinar algunos periodos a futuro con la FIR (Gujarati & Porter, 2010). Esta función se la ilustrara para un horizonte de 12 trimestres con un intervalo de confianza del 95%.

### **Descomposición de la Varianza**

La descomposición de la varianza complementa a la función impulso-respuesta, presenta a través del horizonte de tiempo la volatilidad de una variable frente a las innovaciones de otras variables. Esta herramienta posibilita distinguir el nivel de exogeneidad de las variables objeto de estudio (Macancela & Terán, 2014).

Par el cumplimiento del segundo objetivo se realizará un check list en donde se detalla las variables utilizadas en otras investigaciones relacionadas a los shocks de los precios del petróleo, con el fin de definir las variables a utilizar para el Ecuador. El cuadro deberá tener el formato siguiente:

**Tabla 7: Tabla Check list de variables macroeconómicas**

<b>Variable</b>	<b>Teoría Económica</b>	<b>Acceso a los datos</b>	<b>Periodo disponible</b>	<b>Observaciones</b>
PIB	El PIB sirve como un medidor del nivel de actividad que un país tiene, este representa la producción final de bienes y servicios en un cierto periodo. <b>(De Gregorio)</b>	Si	1927-2018	Par el objetivo 1 se toma datos desde 1976 hasta el 2018.  Para el objetivo 3 se toma datos desde 1995 hasta el 2018.
n...	n...	n...	n...	n...

**Elaborado por:** Fernando Castro

Las variables seleccionadas ayudaran al estudio de los impactos indirectos del precio del petróleo con la tasa de crecimiento PIB. En otras palabras se va a analizar si un cambio en los precios del barril de crudo va a afectar a las otras variables seleccionadas y estas a su vez influirán en el crecimiento económico. De esta manera se cumplirá el objetivo tres.

Se utiliza las ecuaciones presentadas anteriormente para el modelo VAR con las pruebas y contrastes que se detalló para el objetivo uno, consiguiendo que los resultados sean los óptimos. Esto permitirá observar cómo afectan los impactos de los precios del petróleo a las variables antes descritas y su influencia en la  $\Delta$ PIB, la razón por la cual se incrementó las otras variables al primer modelo.

### 3.3 Operacionalización de las variables

**Tabla 8: Operacionalización de la variable precio del petróleo**

<b>Variable</b>	<b>Concepto</b>	<b>Dimensiones o Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Instrumentos</b>
Precio del petróleo	Es el valor monetario por la compra o venta en el mercado internacional del barril de petróleo.	West Texas Intermediate (WTI)	Petróleo a precio referencial WTI	¿Cuáles han sido las variaciones en el precio del petróleo en el periodo 1995 al 2018??	Ficha de observación, Anexo 1

**Elaborado por:** Fernando Castro

**Tabla 9: Operacionalización de las variables**

<b>Variable</b>	<b>Concepto</b>	<b>Dimensiones o Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Instrumentos</b>
Macroeconomía	Es una parte de la teoría económica que se encarga de estudiar los agregados económicos para ver las fluctuaciones y el crecimiento en la economía de un país.	Nivel de Producción	Tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto	¿Se ha mantenido constante la tasa de crecimiento del PIB real en las últimas décadas?	Ficha de observación, Anexo 1
		Comercio internacional	Índice de tipo de cambio efectivo real	¿Cuál ha sido el comportamiento del tipo de cambio efectivo real en el periodo de estudio?	Ficha de observación, Anexo 1

		Nivel de precios	Índice de precios al consumidor	¿Se ha mantenido constante la inflación de los precios desde 1995 hasta el 2018?	Ficha de observación, Anexo 1
--	--	------------------	---------------------------------	--	-------------------------------

**Elaborado por:** Fernando Castro

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Resultados y discusión

El análisis estadístico se realizó a través de las medidas de tendencia central, dispersión y los gráficos, los cuales permiten analizar el comportamiento de los datos para cada una de las variables. Para efecto del estudio se realiza una comparación de los valores reales con los presentados por el software Ecotrim, con el fin de observar si los valores obtenidos mediante el programa informático se alejan de los reales.

**Tabla 10: Análisis estadístico del PIB**

	Producto Interno Bruto	
	Valor Real	Datos Ecotrim
<b>Media</b>	41164,4520	10291,1130
<b>Mediana</b>	37318,9610	9281,1650
<b>Moda</b>	Sin Valor	Sin valor
<b>Rango</b>	51200,1970	12833,6991
<b>Varianza</b>	257558662,41	15828732,18
<b>Desviación Estándar</b>	16048,6343	3978,5339
<b>Asimetría</b>	0,6694	0,6523
<b>Apuntalamiento o curtosis</b>	-0,8027	-0,8363

**Fuente:** Banco Central del Ecuador y Ecotrim

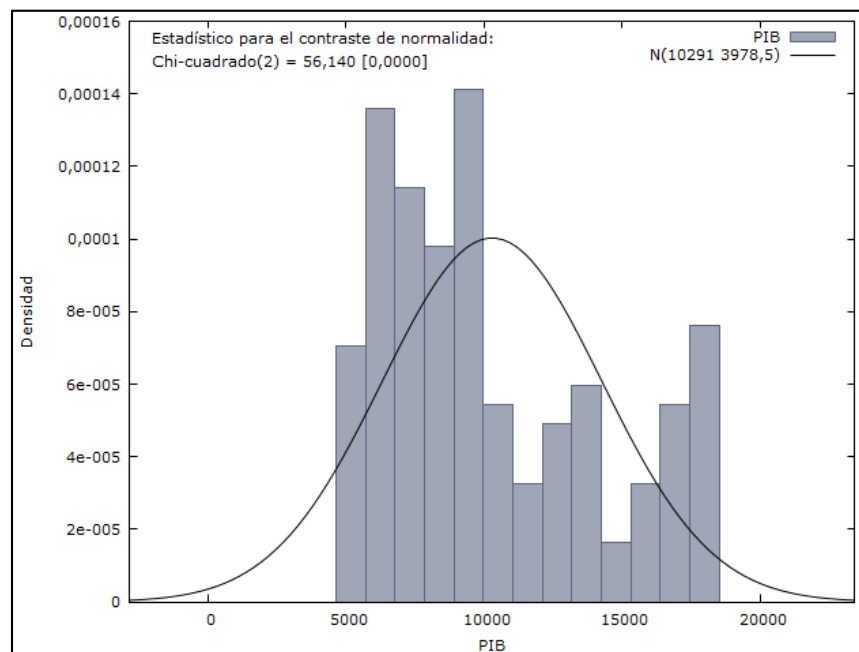
**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 10 muestra el análisis estadístico del PIB, donde el valor real promedio es \$41.164,45 y la media de los datos del ecotrim es \$10.291,11. En los valores antes del ecotrim la mediana se encuentra en \$37.318,96 y después \$9.281,16 lo que significa que el 50% de los precios son menores y el otro 50% son mayores a estos valores respectivamente. Al no existir valores que se repitan el valor modal es inexistente en los dos casos. Para el valor real su rango es de \$51.200,19 entre el valor mínimo de



\$20.670,32 y el máximo que es \$71.870,52 y en el caso de los datos después del ecotrim el rango es de \$12.833,69 entre el valor máximo de \$17.996,23 y mínimo que es \$5.162,53. La varianza indica el promedio del cuadrado de las desviaciones de una serie de datos con respecto a su media, para los datos reales es de 257'558.662,41 y de 15'828.732,18 para los valores del ecotrim. La desviación estándar son los valores que indican la dispersión que existe entre los datos y su media, donde 16.048,63 con una media de \$41.164,45 para los datos reales y de 3.978,53 con un valor promedio de \$10.291,11 para los datos del ecotrim demuestra una dispersión baja. El PIB por la naturaleza de sus valores, el contraste entre los datos antes y después del ecotrim tiene mucha diferencia, porque la suma de sus trimestres da como resultado el PIB anual.

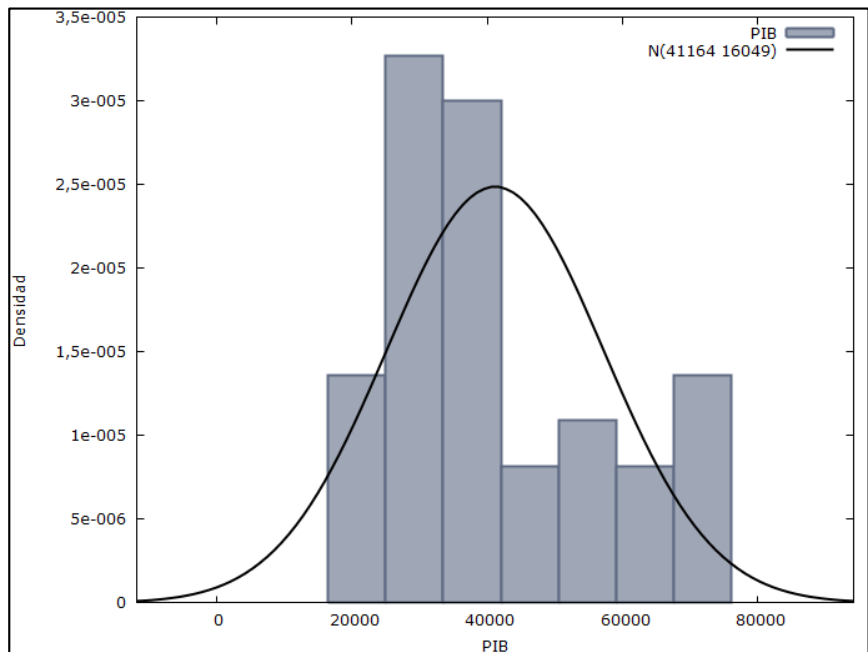
**Gráfico 1: Asimetría y curtosis del PIB (valores reales)**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

**Gráfico 2: Asimetría y curtosis del PIB (datos del Ecotrim)**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En los gráficos de distribución de frecuencias se puede observar que para ambos casos que los datos se concentran a la derecha de la curva, lo que tiene sentido con los datos obtenidos de la tabla N° 10 donde se observa una asimetría positiva. En el caso de la curtosis la distribución es achatada o platicúrtica para los dos casos y la mayor parte de los datos se observa que están entorno a la media.

**Tabla 11: Análisis estadístico del precio del petróleo**

	Precio de Petróleo	
	Valor Real	Datos Ecotrim
<b>Media</b>	39,7257	39,7257
<b>Mediana</b>	29,3907	29,3857
<b>Moda</b>	Sin Valor	Sin Valor
<b>Rango</b>	87,8324	93,8480
<b>Varianza</b>	717,7587	716,0459
<b>Desviación Estándar</b>	26,7910	26,7590

<b>Asimetría</b>	1,1094	1,0984
<b>Apuntalamiento o curtosis</b>	-0,0092	-0,0485

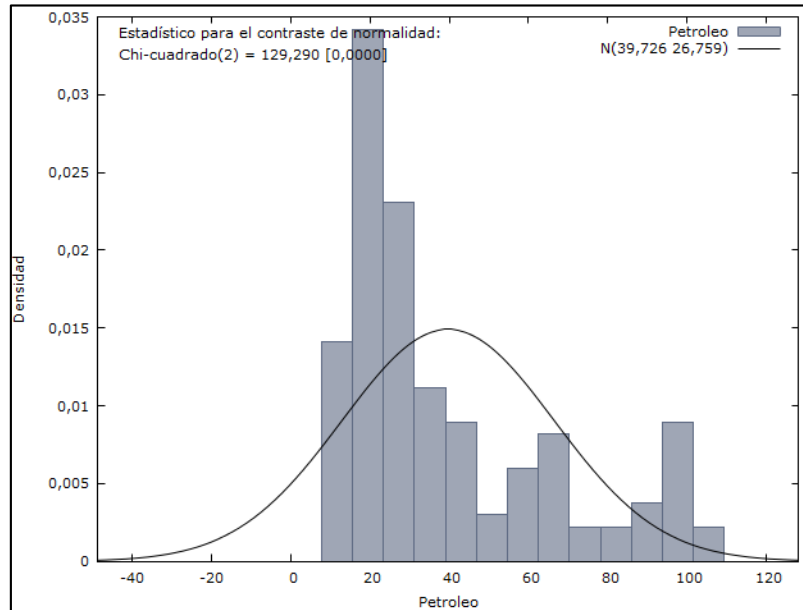
---

**Fuente:** BP y Ecotrim

**Elaborado por:** Fernando Castro

La siguiente tabla presenta el análisis estadístico del precio del petróleo, donde las medidas de tendencia central son: el promedio para el valor real y los datos del Ecotrim es \$39,73. La mediana en los valores antes del Ecotrim es \$29,39 y después \$29,38 lo que significa que el 50% de los precios son inferiores y el 50% restante son superiores a estos valores respectivamente. Al no existir valores que se repitan el valor modal es inexistente en los dos casos. En las medidas de dispersión tenemos: para el valor real su rango es de \$87,83 entre el valor mínimo de \$12,23 y el máximo que es \$100,06 y en el caso de los datos después del Ecotrim el rango es de \$93,85 entre el valor máximo de \$105,52 y mínimo que es \$11,67. La varianza para los datos reales es de 717,76 y de 716,05 para los valores del Ecotrim. La desviación estándar es de 26,79 para los datos reales y de 26,76 para los datos del Ecotrim con una media de \$39,73 en los dos casos que demuestra la no existencia de una dispersión alta. Esta variable a comparación del PIB tiene valores similares, porque los precios del petróleo anuales son similares a los trimestrales al no ser acumulativos.

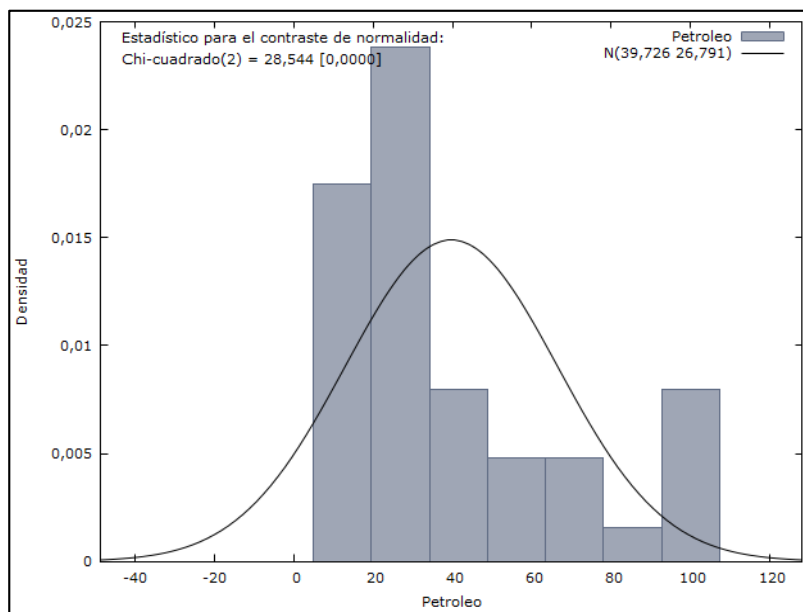
**Gráfico 3: Asimetría y curtosis del precio del petróleo (valores reales)**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

**Gráfico 4: Asimetría y curtosis del precio del petróleo (datos del Ecotrim)**

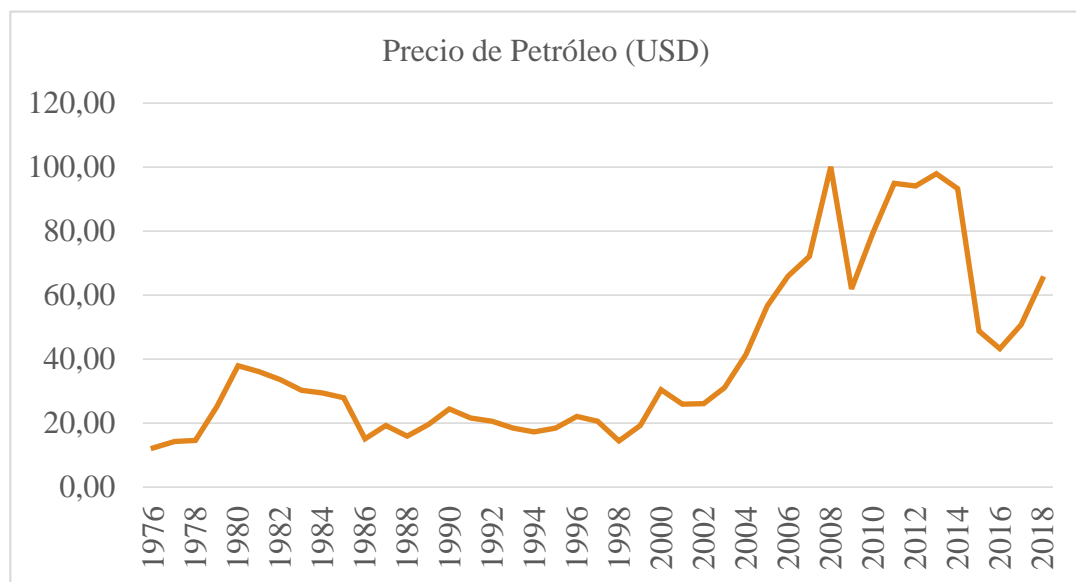


**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En los gráficos de distribución de frecuencias se puede observar que para ambos casos que los datos se concentran a la derecha de la curva, lo que tiene que ver con los datos obtenidos de la tabla N°11 donde se tiene 1,11 para los valores reales y 1,10 para los del Ecotrim, por lo tanto es una asimetría positiva. En el caso de la curtosis la distribución es achatada o platicúrtica para los dos casos porque es menor que 3 y la mayor parte de los datos se observa que están entorno a la media.

**Gráfico 5: Serie temporal del precio del petróleo**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

El precio del barril de petróleo a lo largo de la historia ha incrementado. Para el periodo de estudio los primeros 4 años se observa un aumento abrupto del precio hasta llegar a los \$37,90 en el año 1980, los próximos años sufrieron una caída de precio, producto de un superávit en la producción del crudo, esto fue acompañado por una baja demanda consecuencia de una crisis pasada en los setenta. En 1990 el comienza a recuperar y estabilizarse el precio con \$24, durante esa década no se ve un aumento significativo en la gráfica, pero en el año 1998 el precio fue de \$14 una reducción en el precio de \$10. Del 2000 en adelante el precio incrementó de una forma continua hasta el año 2008 donde se registró el precio más alto en la historia superado los \$100 y los años posteriores los precios no bajaron de \$60 hasta el año 2015 y 2016 que

fueron de \$48 y \$43 recuperándose los próximos años. Esta crisis vino desde el 2014 por factores geopolíticos y la intervención en la producción de la OPEP.

**Tabla 12: Análisis estadístico del Índice de Precios al Consumidor**

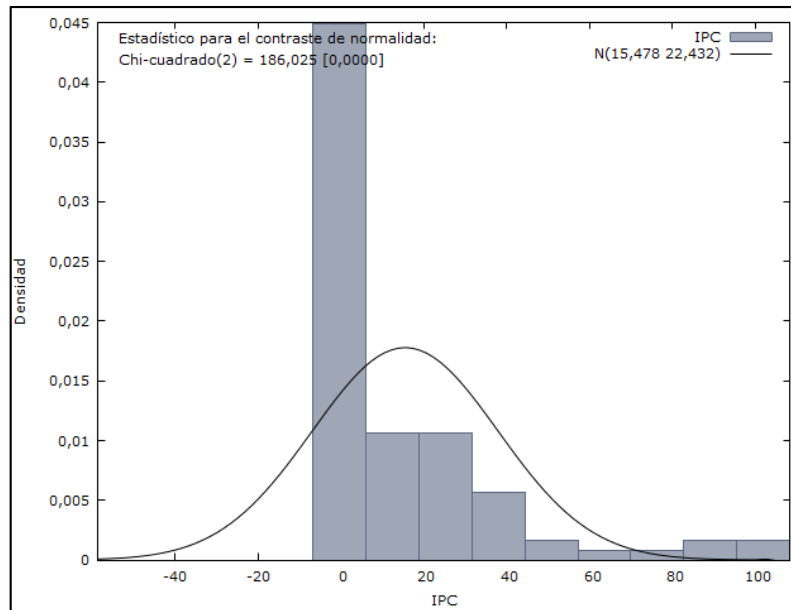
	<b>Índice de Precios al Consumidor</b>	
	<b>Valor Real</b>	<b>Datos Ecotrim</b>
<b>Media</b>	15,4780	15,4780
<b>Mediana</b>	4,7880	4,4661
<b>Moda</b>	Sin Valor	Sin Valor
<b>Rango</b>	95,7361	102,1482
<b>Varianza</b>	499,1923	503,1850
<b>Desviación Estándar</b>	22,3426	22,4318
<b>Asimetría</b>	2,3804	2,3106
<b>Apuntalamiento o curtosis</b>	6,4898	5,3597

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos y Ecotrim

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 12 muestra el análisis estadístico del índice de precios al consumidor, donde las medidas de tendencia central son: el promedio para el valor real y los datos del ecotrim es 15,48%. La mediana en los valores antes del ecotrim es 4,79% y después 4,47% lo que significa que el 50% de los valores son inferiores y el 50% restante son superiores a estos resultados respectivamente. Al no existir valores que se repitan el valor modal es inexistente en los dos casos. En las medidas de dispersión tenemos: para el valor real su rango es de 95,74% entre el valor mínimo de -0,22% y el máximo que es 95,51% y en el caso de los datos después del ecotrim el rango es de 102,15% entre el valor máximo de 101,81% y mínimo que es -0,33%. La varianza para los datos reales es de 499,34 y de 503,19 para los valores del ecotrim. La desviación estándar es de 22,34 para los datos reales y de 22,43 para los datos del ecotrim con una media de 15,48% en los dos casos que demuestra la existencia de una dispersión alta a causa de la existencia de valores atípicos en los datos. Esta variable posee valores similares según el análisis estadístico.

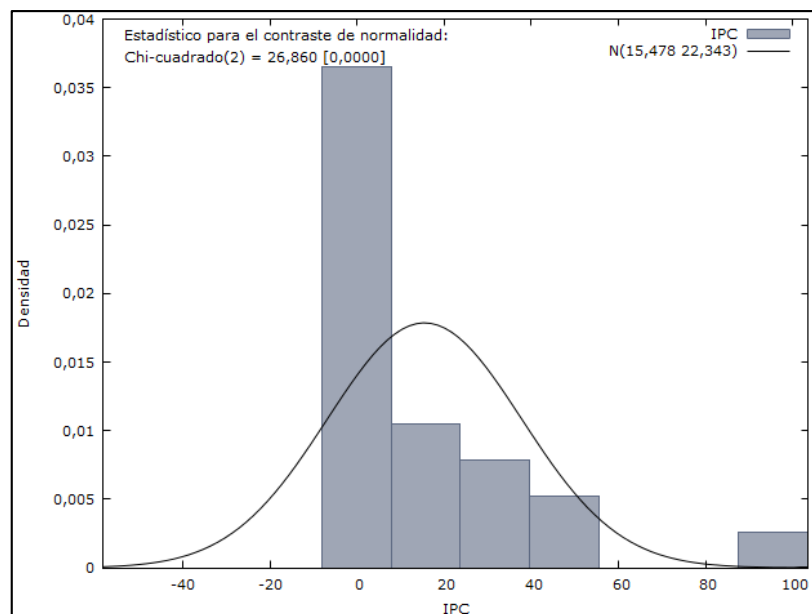
**Gráfico 6: Asimetría y curtosis del IPC (valores reales)**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

**Gráfico 7: Asimetría y curtosis del IPC (datos del Ecotrim)**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En los gráficos de distribución de frecuencias se puede observar que para ambos casos que los datos se concentran a la derecha de la curva y una pequeña parte al lado

izquierdo, lo que tiene encaja con los datos obtenidos de la tabla 12 donde se tiene 2,38 para los valores reales y 2,31 para los del Ecotrim, por lo tanto es una asimetría positiva. En el caso de la curtosis la distribución es apuntada o leptocúrtica para los dos casos porque es mayor que 3.

**Tabla 13: Análisis estadístico del Índice de Tipo de cambio efectivo real**

	<b>Índice de Tipo de cambio efectivo real</b>	
	<b>Valor Real</b>	<b>Datos Ecotrim</b>
<b>Media</b>	106,6471	106,6471
<b>Mediana</b>	105,035	104,6882
<b>Moda</b>	Sin Valor	Sin Valor
<b>Rango</b>	69,4	75,7917
<b>Varianza</b>	233,0531	239,5873
<b>Desviación Estándar</b>	15,2661	15,4786
<b>Asimetría</b>	1,9357	1,9290
<b>Apuntalamiento o curtosis</b>	4,9921	4,5315

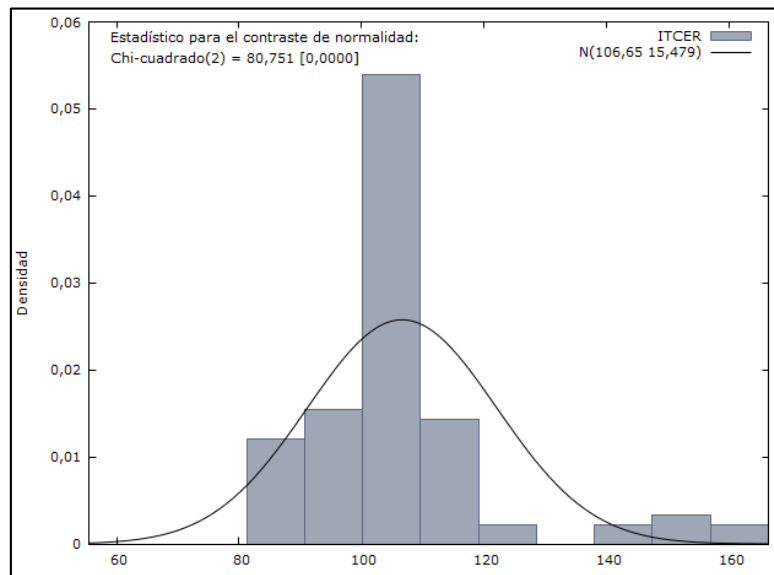
**Fuente:** Banco Central del Ecuador y Ecotrim

**Elaborado por:** Fernando Castro

La siguiente tabla contiene el análisis estadístico del Índice de Tipo de cambio efectivo real, donde el promedio para el valor real y los datos del ecotrim es 106,64%. La mediana en los valores antes del ecotrim es 105,04% y después 104,69% lo que significa que el 50% de los datos son inferiores y el 50% restante son superiores a estos valores respectivamente. Al no existir valores que se repitan el valor modal es inexistente en los dos casos. El valor real su rango es de 69,4% entre el valor mínimo de 86,4% y el máximo que es 155,8% y en el caso de los datos después del ecotrim el rango es de 75,79% entre el valor máximo de 161,75% y mínimo que es 85,96%. La varianza para los datos reales es de 233,05 y de 239,59 para los valores del ecotrim. La desviación estándar es de 15,27 para los datos reales y de 15,48 para los datos del ecotrim con una media de 106,64% en los dos casos que demuestra la no existencia de una dispersión alta. El Índice de Tipo de cambio efectivo real tiene valores semejantes en los datos anuales y trimestrales.



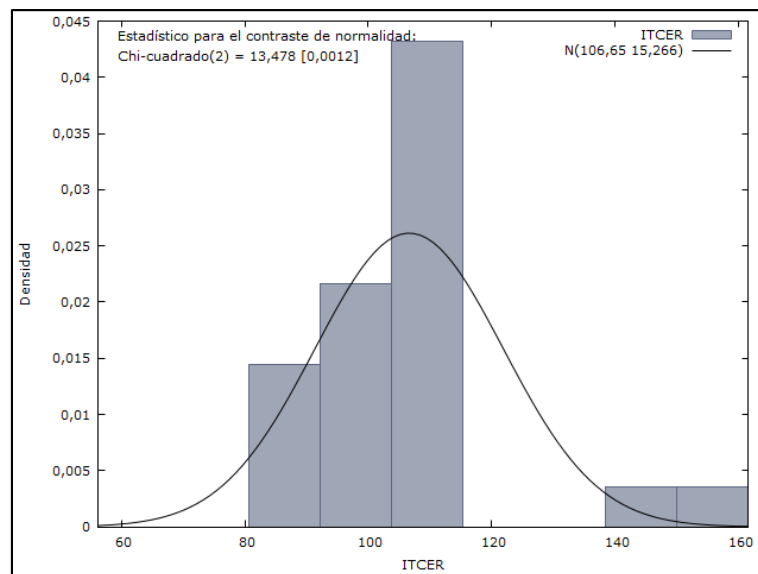
**Gráfico 8: Asimetría y curtosis del Índice de Tipo de cambio efectivo real (valores reales)**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

**Gráfico 9: Asimetría y curtosis del Índice de Tipo de cambio efectivo real (datos del Ecotrim)**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En los gráficos de distribución de frecuencias se puede observar que para ambos casos que los datos se concentran a la derecha e izquierda de la curva y los datos obtenidos de la tabla N°13 donde se tiene 1,94 para los valores reales y 1,93 para los del ecotrim, por lo tanto es una asimetría positiva. En el caso de la curtosis la distribución es apuntada o leptocúrtica para los dos casos porque es mayor que 3. Los datos se concentran alrededor de la media.

### **Modelo de Mínimos Cuadrado Ordinarios (MCO)**

Para cumplir el primer objetivo de la investigación se procede a seleccionar el mejor modelo econométrico. Primero se plantea un modelo MCO y sus respectivas comprobaciones de los supuestos econométricos. El modelo planteado sería el siguiente:

$$PIB_i = \beta_0 + \beta_1 Ppetr_i + \mu$$

Donde:

$PIB_i$  = Tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto - Variable dependiente

$Ppetr_i$  = Precio del petróleo - Variable independiente

$\beta_0$  = Intercepto

$\beta_1$  = Pendiente

$\mu$  = Término de error

A continuación se corre el modelo planteado con el programa Gretl, los datos a utilizarse son la tasa de crecimiento del PIB y el precio del petróleo (Anexo 3) cuyo periodo va desde el segundo trimestre de 1976 hasta el cuarto trimestre del 2018.

**Tabla 14: Modelo MCO**

	<b>Coefficiente</b>	<b>Desv. Típica</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>valor p</b>	
const	0,457232	0,0986596	4,634	7,12e-06	***
Ppetr	0,00697914	0,00205603	3,394	0,0009	***
R-cuadrado	0,063829				
R-cuadrado corregido	0,058289				
Valor p (de F)	0,000857				

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

### **Modelo Matemático**

$$PIB_i = 0,457232 + 0,00697914Ppetr_i + \mu$$

El modelo MCO tiene en su constante un p valor de 7,12e-06 y en su variable independiente el p valor es de 0,0009, ambos valores son menor que 0,05, por lo tanto las variables individualmente son estadísticamente significativas para el modelo. La presencia de los tres asteriscos significa que es significativo al 1%, 5% y 10%. El R cuadrado de 0,063829, se interpreta en el modelo como la variación en el precio del petróleo explica los cambios en el PIB en un 6,38% resultando ser demasiado bajo. El valor p de Fisher de 0,000857 acepta la hipótesis alternativa que menciona que los coeficientes son significativos, por lo tanto el modelo se explica en su conjunto.

La relación es directamente proporcional al tener un signo positivo en la pendiente. Cuando el precio del petróleo es cero el PIB crece en 0,457232% y como consecuencia del aumento de un dólar en el precio del petróleo va a provocar un incremento en la dependiente de 0,00697914 puntos.

## Supuestos econométricos del modelo MCO

**Tabla 15: Supuestos Econométricos – MCO**

<b>Linealidad en los parámetros</b>	
H <sub>0</sub> = La relación es lineal	✓
H <sub>1</sub> = La relación no es lineal	
P valor	0,131962
<b>Especificación del modelo</b>	
H <sub>0</sub> = La especificación es adecuada	
H <sub>1</sub> = La especificación no es adecuada	x
P valor	0,0337281
<b>Heteroscedasticidad</b>	
H <sub>0</sub> = No hay heteroscedasticidad	✓
H <sub>1</sub> = Si hay heteroscedasticidad	
P valor	0,491695
<b>Correlación serial o Autocorrelación</b>	
H <sub>0</sub> = No hay autocorrelación	
H <sub>1</sub> = Si hay autocorrelación	x
P valor	6,19468E-72
<b>Normalidad</b>	
H <sub>0</sub> = Hay normalidad en los residuos	
H <sub>1</sub> = No hay normalidad en los residuos	x
P valor	0,000530245

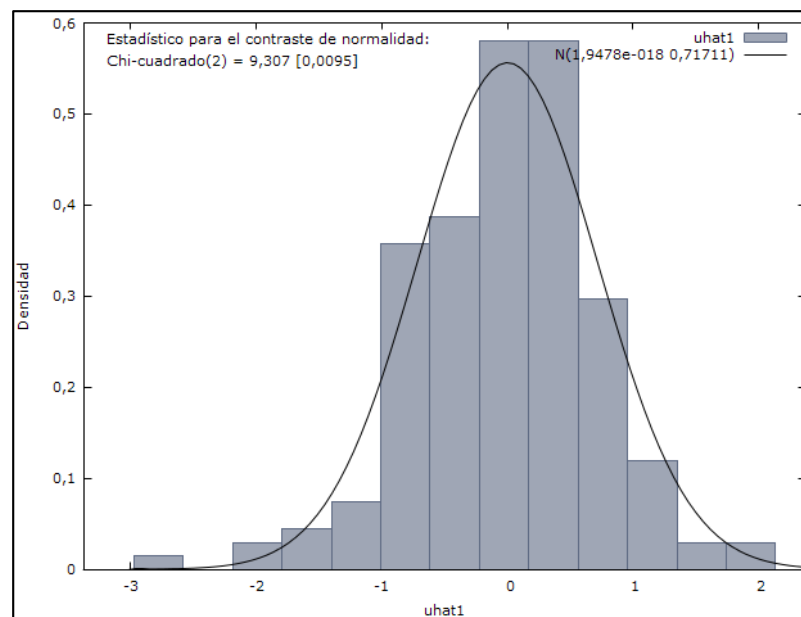
**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 15 de los supuestos econométricos para el modelo MCO muestra la existencia linealidad en los parámetros al tener un p valor de 0,131962, siendo mayor que 0,05 y aceptando la hipótesis nula de una relación lineal. Para saber si el modelo está correctamente especificado se aplicó la prueba de Reset Ramsey con un p valor de 0,0337281 con un 5% de nivel de confianza y rechazando la hipótesis nula de que la especificación es adecuada.

La heterocedasticidad con el contraste de White se acepta la hipótesis nula de que no existe heterocedasticidad con un p valor de 0,491695, por lo tanto se cumple con el cuarto supuesto. La autocorrelación da un p valor de 6,19468E-72 para el modelo, lo que significa que se rechaza la hipótesis nula de que no existe autocorrelación incumplándose el quinto supuesto. Finalmente el contraste de normalidad de Jarque Bera con un p valor de 0,000530245 que rechaza la hipótesis nula aceptando la alterna de la no existencia de normalidad en los residuos.

**Gráfico 10: Contraste de normalidad de los errores del modelo MCO**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

El gráfico de la normalidad de los residuos tiene como objetivo poder observar la distribución normal de los mismos. Según el contraste de Jarque Bera presentado en la tabla 15, los residuos no están distribuidos normalmente. En el presente gráfico las barras de distribución lo corroboran al tener valores fuera de la curva de distribución normal.

## Valor de la perturbación igual a cero

**Tabla 16: Tercer supuesto – MCO**

<b>Estadísticos de los residuos</b>	
Media	1,9478E-18
Mediana	0,10081
Desviación típica	0,715
Observaciones ausentes	0

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

Para el tercer supuesto se realizó una tabla con los estadísticos de los residuos del modelo MCO, donde su media es 1,9478E-18 un valor cercano a cero, por lo tanto se cumple el supuesto. Se observa 0 valores ausentes dentro del modelo.

## Colinealidad

$$FIV = \frac{1}{(1 - r^2)} = \frac{1}{(1 - 0,063829)} = 1,06818092$$

El sexto supuesto se lo realiza a través de la ecuación del factor inflacionario de la varianza que es un medidor de colinealidad. Los valores que sean superiores a 10 indican la existencia de este problema, en este caso al ser 1,06818092 no existe colinealidad entre las variables.

## Modelo de Logaritmo – Lineal (Log-Lin)

El modelo semilogarítmico planteado tiene la particularidad de que a la variable dependiente se le aplica un logaritmo y la variable independiente se la mantiene.

$$\text{Log}PIB_i = \beta_0 + \beta_1 Ppetr_i + \mu$$

Donde:

$LogPIB_i$  = Logaritmo de la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto - Variable dependiente

$Ppetr_i$  = Precio del petróleo - Variable independiente

$\beta_0$  = Intercepto

$\beta_1$  = Pendiente

$\mu$  = Término de error

Se extrae el logaritmo a la tasa de crecimiento del PIB con el programa Gretl y se corre el modelo.

**Tabla 17: Modelo log-lin**

	<b>Coefficiente</b>	<b>Desv. Típica</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>valor p</b>	
const	-0,484542	0,114585	-4,229	4,17e-05	***
Petróleo	0,00499299	0,00230808	2,163	0,0322	**
R-cuadrado	0,031688				
R-cuadrado corregido	0,024917				
Valor p (de F)	0,032182				

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

### **Modelo Matemático**

$$LnPIB_i = -0,484542 + 0,00499299Ppetr_i + \mu$$

El modelo log-lin tiene en su constante un p valor de 4,17e-05 y en la variable independiente es de 0,0322 menores al 5% del nivel de confianza, resultando ser significativo para el modelo. La constante presenta los tres asteriscos y el Ppetr solo dos, esto quiere decir que es significativo al 1%, 5% y 10% para la constante y del 5% y 10% para la variable explicativa. Con un R cuadrado de 0,031688, se interpreta como la variación en el precio del petróleo explica los cambios en el PIB en un 3,17% resultando ser demasiado baja. El valor p de Fisher de 0,032182 rechaza la hipótesis nula la cual expresa que coeficientes no son significativos, por lo tanto el modelo se explica en su conjunto.

La relación es directa por su signo positivo en la pendiente. Cuando el precio del petróleo tiene un valor de cero el PIB decrece un 0,484542%, pero si se incrementa una unidad en el Ppetr va a provocar un aumento en la dependiente de 0,00499299%.

**Tabla 18: Supuestos Económicos – Log-Lin**

<b>Linealidad en los parámetros</b>	
H <sub>0</sub> = La relación es lineal	✓
H <sub>1</sub> = La relación no es lineal	
P valor	0,45405
<b>Especificación del modelo</b>	
H <sub>0</sub> = La especificación es adecuada	
H <sub>1</sub> = La especificación no es adecuada	x
P valor	0,00170694
<b>Heteroscedasticidad</b>	
H <sub>0</sub> = No hay heteroscedasticidad	✓
H <sub>1</sub> = Si hay heteroscedasticidad	
P valor	0,906515
<b>Correlación serial o Autocorrelación</b>	
H <sub>0</sub> = No hay autocorrelación	✓
H <sub>1</sub> = Si hay autocorrelación	
P valor	Prueba no habilitada



---

**Normalidad**

---

$H_0$  = Hay normalidad en los residuos

$H_1$  = No hay normalidad en los residuos x

P valor 1,35E-13

---

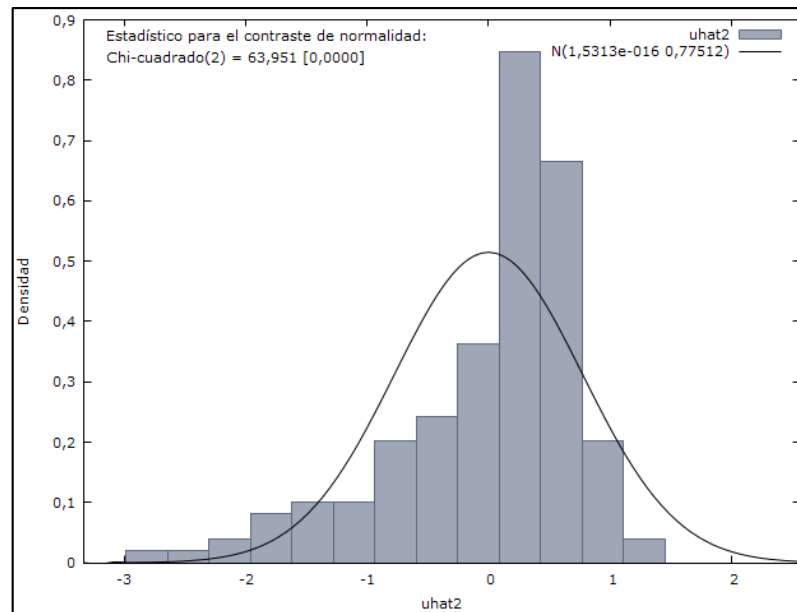
**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 18 de los supuestos econométricos del modelo log-lin demuestra la existencia de linealidad en los parámetros al tener un p valor de 0,45405, siendo mayor que 0,05 y aceptando la hipótesis nula de una relación lineal. Con la prueba de Reset Ramsey se observa si el modelo está correctamente especificado, con un valor p de 0,00170694 menor que el 5% de nivel de confianza se rechaza la hipótesis nula de que la especificación es adecuada.

La heterocedasticidad con el contraste de White se acepta la hipótesis nula de existencia de homoscedasticidad con un p valor de 0,906515, por lo tanto se cumple con el cuarto supuesto. La autocorrelación en el software Gretl se encuentra bloqueado para este modelo, por lo tanto, se dice que no existe correlación serial cumpliendo el quinto supuesto. Finalmente el contraste de normalidad de Jarque Bera con un valor p de 1,35E-13 rechaza la hipótesis nula aceptando la alterna de la no existencia de normalidad en los residuos.

**Gráfico 11: Contraste de normalidad de los errores del modelo Log-Lin**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

Según el contraste de Jarque Bera presentado en la tabla N° 18, los residuos no están distribuidos normalmente. En el presente gráfico las barras de distribución de los residuos se encuentran fuera de la curva de distribución normal lo que comprueba lo anteriormente dicho.

**Valor de la perturbación igual a cero**

**Tabla 19: Tercer supuesto - Log –Lin**

<b>Estadísticos de los residuos</b>	
Media	1,5313E-16
Mediana	0,19681
Desviación típica	0,77242
Observaciones ausentes	26

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

Para el tercer supuesto se realizó una tabla con los estadísticos de los residuos del modelo log-lin, donde su media es 1,5313E-16 un valor cercano a cero, por lo tanto se cumple el supuesto. Se observa 26 valores ausentes producto de la aplicación de logaritmos a las tasas de crecimiento de las variables PIB.

### **Colinealidad**

$$FIV = \frac{1}{(1 - r^2)} = \frac{1}{(1 - 0,031688)} = 1,03272499$$

El sexto supuesto se lo realiza a través de la ecuación del factor inflacionario de la varianza. Como se mencionó en el anterior modelo los valores que sean superiores a 10 indican la existencia de este problema, en este caso al ser 1,03272499 no existe colinealidad entre las variables.

### **Modelo de Lineal - Logaritmo (Lin-Log)**

El modelo semilogarítmico planteado tiene la particularidad de que a la variable dependiente se le mantiene y la variable independiente se le aplica un logaritmo.

$$PIB_i = \beta_0 + \beta_1 \text{LogPpetr}_i + \mu$$

Donde:

$PIB_i$  = Tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto - Variable dependiente

$\text{LogPpetr}_i$  = Logaritmo del precio del petróleo - Variable independiente

$\beta_0$  = Intercepto

$\beta_1$  = Pendiente

$\mu$  = Término de error

Se extrae el logaritmo a la variable del precio del petróleo con el programa Gretl y se corre el modelo.

**Tabla 20: Modelo Lin-Log**

	<b>Coefficiente</b>	<b>Desv. Típica</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>valor p</b>	
const	-0,230060	0,314644	-0,7312	0,4657	
Petróleo	0,277048	0,0888730	3,117	0,0021	***
R-cuadrado	0,054375				
R-cuadrado corregido	0,048780				
Valor p (de F)	0,002145				

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

### **Modelo Matemático**

$$PIB_i = -0,230060 + 0,277048 \ln P_{petr_i} + \mu$$

El modelo lin-log tiene en su constante un p valor de 0,4657 mayor que 0,05, por lo tanto no es estadísticamente significativo, y la variable independiente tiene un p valor menor al 5% del nivel de confianza de 0,0021, resultando ser significativo para el modelo. Solo la variable independiente presenta los tres asteriscos que significa que es significativo al 1%, 5% y 10%. Con un R cuadrado de 0,054375, se interpreta que el modelo explica los cambios en el PIB en un 5,44% resultando ser muy bajo. El valor p de Fisher de 0,002145 rechaza la hipótesis nula con la que los coeficientes no son significativos, por lo tanto el modelo se explica en su conjunto.

La relación es directamente proporcional por su signo positivo en la pendiente. Si el precio del petróleo tiene un valor de cero el PIB va a decrecer 0,230060%, y cuando aumenta una unidad porcentual el Ppetr va a provocar un incremento en la dependiente de 0,2770%.

**Tabla 21: Supuestos Econométricos – Lin-Log**

<b>Linealidad en los parámetros</b>	
H <sub>0</sub> = La relación es lineal	✓
H <sub>1</sub> = La relación no es lineal	
P valor	0,360038
<b>Especificación del modelo</b>	
H <sub>0</sub> = La especificación es adecuada	
H <sub>1</sub> = La especificación no es adecuada	x
P valor	0,0104739
<b>Heteroscedasticidad</b>	
H <sub>0</sub> = No hay heterocedasticidad	✓
H <sub>1</sub> = Si hay heterocedasticidad	
P valor	0,294476
<b>Correlación serial o Autocorrelación</b>	
H <sub>0</sub> = No hay autocorrelación	
H <sub>1</sub> = Si hay autocorrelación	x
P valor	4,6846E-72
<b>Normalidad</b>	
H <sub>0</sub> = Hay normalidad en los residuos	
H <sub>1</sub> = No hay normalidad en los residuos	x
P valor	0,0018099

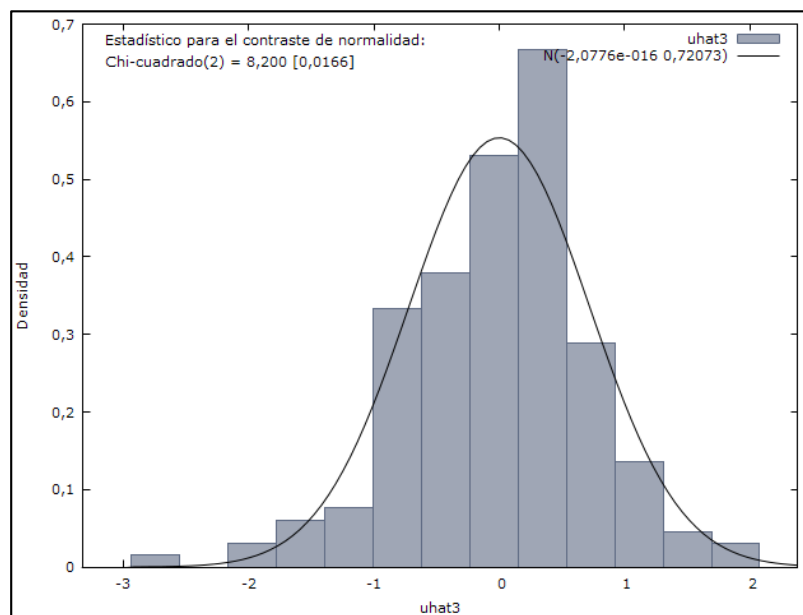
**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 21 de los supuestos econométricos del modelo lin - log demuestra la existencia de linealidad en los parámetros al tener un p valor de 0,360038, siendo mayor que 0,05 y aceptando la hipótesis nula de una relación lineal. La prueba de Reset Ramsey se aplicó para saber si el modelo está correctamente especificado, se obtuvo un p valor de 0,0104739 menor al 5% de nivel de confianza, como resultado se rechaza la hipótesis nula de que la especificación es adecuada.

La heterocedasticidad con el contraste de White se acepta la hipótesis nula de existencia de homoscedasticidad con un p valor de 0,294476, por lo tanto se cumple con el cuarto supuesto. La autocorrelación tiene un p valor de 4,6846E-72 menor que 0,05, como consecuencia se rechaza la hipótesis nula y se dice que existe correlación serial incumpliendo el quinto supuesto. Finalmente el contraste de normalidad de Jarque Bera con un valor p de 0,0018099 rechaza la hipótesis nula aceptando la alternativa de que no existe normalidad en los residuos.

**Gráfico 12: Contraste de normalidad de los errores del modelo Lin – Log**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En el presente gráfico una parte de las barras de distribución de los residuos se encuentran fuera de la curva de distribución normal y según el contraste de Jarque Bera presentado en la tabla 21, los residuos no están distribuidos normalmente. Por lo tanto se comprueba lo anteriormente dicho con la gráfica.

## Valor de la perturbación igual a cero

**Tabla 22: Tercer supuesto – Lin – Log**

<b>Estadísticos de los residuos</b>	
Media	-2,0776E-16
Mediana	0,086407
Desviación típica	0,7186
Observaciones ausentes	0

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

Para el tercer supuesto se realizó una tabla con los estadísticos de los residuos del modelo lin-log, donde su media es -2,0776E-16 un valor cercano a cero, por lo tanto se cumple el supuesto. Se observa 0 observaciones ausentes.

## Colinealidad

$$FIV = \frac{1}{(1 - r^2)} = \frac{1}{(1 - 0,054375)} = 1,05750165$$

En el sexto supuesto como se mencionó en el primer modelo, los valores que sean superiores a 10 indican la existencia de este problema, en este caso al ser 1,05750165 no existe colinealidad entre las variables.

## Modelo de Logaritmo – Logaritmo (Log-Log)

El modelo logarítmico planteado tiene la particularidad de que a la variable dependiente e independiente se le aplica un logaritmo.

$$\text{Log}PIB_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Log}Ppetr_i + \mu$$

Donde:

$LogPIB_i$  = Logaritmo de la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto - Variable dependiente

$Ppetr_i$  = Logaritmo del precio del petróleo - Variable independiente

$\beta_0$  = Intercepto

$\beta_1$  = Pendiente

$\mu$  = Término de error

Se extrae el logaritmo a la tasa de crecimiento del PIB y el precio del petróleo con el programa Gretl y se corre el modelo.

**Tabla 23: Modelo log-log**

	<b>Coefficiente</b>	<b>Desv. Típica</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>valor p</b>	
const	-1,08323	0,360103	-3,008	0,0031	***
Petróleo	0,229303	0,101083	2,268	0,0248	**
R-cuadrado	0,034735				
R-cuadrado corregido	0,027985				
Valor p (de F)	0,024799				

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

### **Modelo Matemático**

$$LnPIB_i = 1,08323 + 0,229303lnPpetr_i + \mu$$



El modelo log – log tiene en su constante un p valor de 0,0031 y en la variable Ppetr un 0,0248 menores que 0,05, por lo tanto son individualmente estadísticamente significativas para el modelo. La constante presenta los tres asteriscos y la variable independiente dos, lo que quiere decir que la constante es significativa al 1%, 5% y 10% y la variable explicativa al 5% y 10%. Con un R cuadrado de 0,034735, se interpreta que el modelo explica los cambios en el PIB en un 3,47% resultando ser muy bajo. El valor p de Fisher de 0,024799 rechaza la hipótesis nula que los coeficientes no son significativos, por lo tanto el modelo se explica en su conjunto.

La relación es directa por su signo positivo en la pendiente. Cuando el Ppetr sea cero la dependiente decrecerá 1,083%, y si el precio del petróleo aumenta en una unidad porcentual el PIB incrementará de 0,2293%.

**Tabla 24: Supuestos Econométricos Log-Log**

<b>Linealidad en los parámetros</b>	
H <sub>0</sub> = La relación es lineal	✓
H <sub>1</sub> = La relación no es lineal	
P valor	0,390265
<b>Especificación del modelo</b>	
H <sub>0</sub> = La especificación es adecuada	
H <sub>1</sub> = La especificación no es adecuada	x
P valor	0,000118381
<b>Heteroscedasticidad</b>	
H <sub>0</sub> = No hay heterocedasticidad	
H <sub>1</sub> = Si hay heterocedasticidad	x
P valor	0,0371036
<b>Correlación serial o Autocorrelación</b>	
H <sub>0</sub> = No hay autocorrelación	✓
H <sub>1</sub> = Si hay autocorrelación	
P valor	Prueba no habilitada

---

**Normalidad**

---

$H_0$  = Hay normalidad en los residuos

$H_1$  = No hay normalidad en los residuos x

P valor 1,08E-12

---

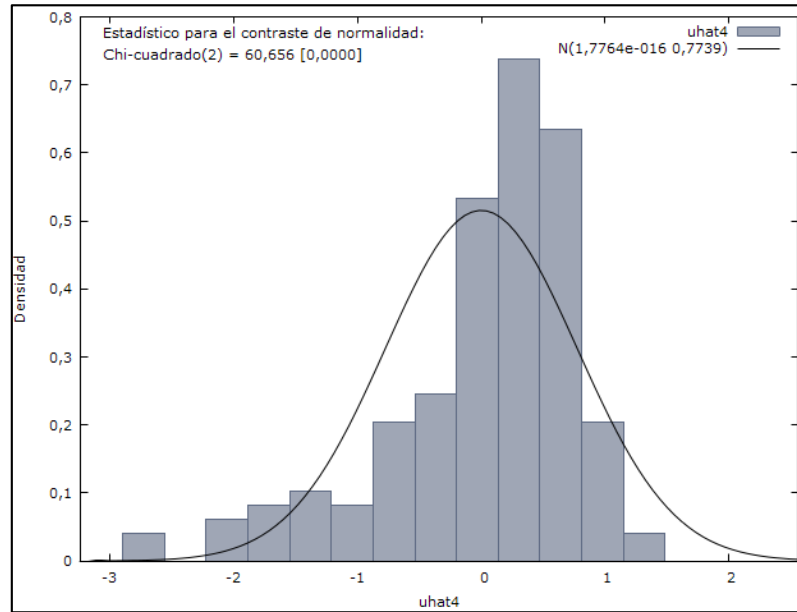
**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 24 de los supuestos econométricos del modelo log-log demuestra la existencia de linealidad en los parámetros al tener un p valor de 0,390265, siendo mayor que 0,05 y aceptando la hipótesis nula de una relación lineal. Para saber si el modelo está correctamente especificado se aplicó la prueba de Reset Ramsey con un p valor de 0,000118381 con un 5% de nivel de confianza y rechazando la hipótesis nula de que la especificación es adecuada.

La heterocedasticidad con el contraste de White rechaza la hipótesis nula de que no existe heterocedasticidad con un p valor de 0,0371036, por lo tanto no se cumple con el cuarto supuesto. La autocorrelación en el software Gretl se encuentra bloqueado para el modelo, por lo que se dice que no existe correlación serial. Finalmente el contraste de normalidad de Jarque Bera con un p valor de 1,08E-12 rechaza la hipótesis nula aceptando la alterna de la no existencia de normalidad en los residuos.

**Gráfico 13: Contraste de normalidad de los errores del modelo Log – Log**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En el presente gráfico, algunas de las barras de distribución de los residuos no se encuentran dentro de la curva de distribución normal y según el contraste de Jarque Bera presentado en la tabla 24, los residuos no están distribuidos normalmente. Por lo tanto existe coherencia entre la gráfica y el séptimo supuesto.

### **Valor de la perturbación igual a cero**

**Tabla 25: Tercer supuesto – Log - Log**

<b>Estadísticos de los residuos</b>	
Media	1,7764E-16
Mediana	0,18545
Desviación típica	0,77121
Observaciones ausentes	26

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

Para el tercer supuesto se realizó una tabla con los estadísticos de los residuos del modelo log-log, donde su media es 1,7764E-16 un valor cercano a cero, por lo tanto se cumple el supuesto. Se observa 26 valores ausentes dado que se sacó logaritmos a las tasas de crecimiento de las variables PIB.

### Colinealidad

$$FIV = \frac{1}{(1 - r^2)} = \frac{1}{(1 - 0,034735)} = 1,03598494$$

En el penúltimo supuesto los valores que sean superiores a 10 indican la existencia de este problema, en este caso al ser 1,03598494 no existe colinealidad entre las variables.

**Tabla 26: Resumen de los Modelos**

	Modelo			
	MCO	log-lin	lin-log	log-log
Constante	7,12e-06 ***	4,17e-05 ***	0,4657	0,0031 ***
Ppetr	0,0009 ***	0,0322 **	0,0021 ***	0,0248 **
R-cuadrado	<b>0,063829</b>	0,031688	0,054375	0,034735
Valor p (de F)	0,000857	0,032182	0,002145	0,024799
Criterio de Schwarz	379,8268	345,5578	381,5448	<b>345,1008</b>
Criterio de Akaike	373,5435	339,6043	375,2615	<b>339,1474</b>
Crit. de Hannan-Quinn	376,093	342,0234	377,811	<b>341,5665</b>
Durbin-Watson	<b>0,277164</b>	Sin valor	0,277482	Sin valor

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En la tabla N° 26 anterior se presenta los valores obtenidos al aplicar cada modelo en el software Gretl. La única variable que no es estadísticamente significativa es la constante del modelo Lin – Log, las demás variables son significativas al 1%, 5% y 10% en el modelo MCO y al 5% y 10% en la variable Ppetr para los modelos Log – Lin y Log – Log. El valor p del estadístico de F para los cuatro modelos rechaza la hipótesis nula que se refiere a que los coeficientes no son significativos, por lo tanto

las variables en su conjunto explican los modelos. El R cuadrado más alto es del modelo MCO, pero aun así sigue siendo bajo, porque demuestra que el modelo explica las variaciones en el PIB en un 6,38%. Para seleccionar el mejor modelo se utilizó los criterios de Schwarz, Akaike y Hannan-Quinn al ser los valores más pequeños obtenidos, y el modelo es el log-log.

### **Modelo de Vectores Autorregresivos**

Después de no encontrar un modelo MCO que permita explicar de forma adecuada la relación de las variables, se plantea un VAR como se menciona en el capítulo anterior. Antes de realizar la especificación del modelo se debe realizar algunas pruebas previas.

### **Estacionariedad**

Al necesitar una varianza constante para el modelo VAR, se debe realizar primero la prueba de raíz unitaria mediante Dickey Fuller Aumentado, esto permitirá ver si los valores son estacionales. Se debe realizar para cada variable de forma individual.

**Tabla 27: Test Dickey Fuller - VAR**

<b>Test Dickey Fuller</b>	
Contraste con constante	
$\Delta$ PIB	
$H_0$ = Hay raíz unitaria	
$H_1$ = No hay raíz unitaria	✓
P valor	0,003487
Ppetr	
$H_0$ = Hay raíz unitaria	x
$H_1$ = No hay raíz unitaria	
P valor	0,5475

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

El resultado presentado en la tabla anterior sobre la prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller Aumentado en niveles resulta tener un p valor para la variable de la tasa de crecimiento del PIB de 0,003487, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna referente a la no existe una raíz unitaria, en otras palabras es estacionaria. La variable del precio del petróleo tiene un p valor de 0,5475 que es superior al 5% del nivel de confianza rechazando la hipótesis alterna y aceptando la presencia de raíz unitaria.

**Tabla 28: Test Dickey Fuller - VAR**

<b>Test Dickey Fuller</b>	
Contraste con constante	
$\Delta$ PIB	
H <sub>0</sub> = Hay raíz unitaria	
H <sub>1</sub> = No hay raíz unitaria	✓
P valor	0,003487
d_Ppetr	
H <sub>0</sub> = Hay raíz unitaria	
H <sub>1</sub> = No hay raíz unitaria	✓
P valor	0,0002155

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En la tabla presentada se mantiene la variable de la tasa de crecimiento del PIB en niveles, porque en la tabla N°27 se observó que es estacionaria. Se aplicó la derivada al precio del petróleo, donde se obtuvo un p valor de 0,0002155 con el 5% del nivel confianza, por lo que se rechaza la hipótesis nula de la existencia de raíz unitaria obteniendo una variable estacionaria en primera diferencia.

### **Selección de rezagos**

Esta parte del proceso permite obtener los retardos óptimos para el modelo VAR. De igual manera como lo hemos venido realizando se realiza en el software GRETL.

**Tabla 29: Selección de rezagos - VAR**

	Retardos
Criterio de Akaike	26
Criterio de Bayesiano de Schwarz	14
Criterio de Hannan-Quinn	14

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

Se presenta los criterios en los cuales nos basamos para seleccionar los rezagos, en el capítulo anterior se mencionaba que se debe tomar la tercera o cuarta parte del total de los datos para calcular la FAC. En esta ocasión se toma la cuarta parte que es igual a 42 retardos; como resultado se obtiene en el criterio de Akaike 26 retardos y en los criterios de Schwarz y Hannan-Quinn se considera que los retardos óptimos para el modelo VAR son 14.

### Test de cointegración

**Tabla 30: Cointegración de Engle-Granger**

Cointegración de Engle-Granger	
<b>Variable <math>\Delta</math>PIB</b>	
$H_0$ = Hay raíz unitaria	
$H_1$ = No hay raíz unitaria	x
P valor	0,007132
<b>Variable d_Ppetr</b>	
$H_0$ = Hay raíz unitaria	
$H_1$ = No hay raíz unitaria	x
P valor	0,0005712
<b>Residuos</b>	
$H_0$ = Hay raíz unitaria	✓
$H_1$ = No hay raíz unitaria	

P valor 0,05454

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En la tabla N° 30 de la cointegración de Engle-Granger la variable de  $\Delta$ PIB tiene un p valor 0,007132 inferior al 5% del nivel de confianza, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de presencia de raíz unitaria. La variable  $d\_Ppetr$  con un p valor de 0,0005712 acepta la hipótesis alterna de no existencia de raíz unitaria y por último los residuos poseen un p valor de 0,05454 que es superior al 0,05, dando como resultado la aceptación de la hipótesis nula de que hay una raíz unitaria. Al rechazarse la hipótesis nula para las variables individuales y la alterna para los residuos se concluye que no existe cointegración a largo plazo.

**Tabla 31: Cointegración de Johansen**

Cointegración de Johansen					
H <sub>0</sub> = Las variables no están cointegración.					
H <sub>1</sub> = Las variables tienen por lo menos una relación de cointegración.					
Rango	Valor propio	Estad. traza	Valor P	Estad. Lmáx	Valor P
0	0,13524	37,553	0,0000	22,667	0,0014
1	0,091014	14,886	0,0001	14,886	0,0001

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En la tabla N° 31 de la cointegración de Johansen el valor p del estadístico de traza y de Lmax es 0,0000 y 0,0014 respectivamente para el rango 0, en el rango 1 el valor p es de 0,0001 en ambos casos, por lo tanto, todos los valores son inferiores al 0,05 del nivel de confianza y se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna de la existencia de un vector de cointegración.



**Tabla 32: Beta renormalizado**

<b>Beta renormalizado</b>		
PIB	1,0000	-8,2693
d_Ppetr	-1,9938	1,0000

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

Para interpretar y ordenar la tabla N° 32 se debe multiplicar los valores resultantes de la prueba de cointegración de Johansen por menos uno. Las ecuaciones finales quedarían de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\Delta PIB &= 8,2693 + 1,9938 d\_Ppetr \\ d\_Ppetr &= 1,9938 + 8,2693 \Delta PIB\end{aligned}$$

La interpretación de la primera ecuación será que ante el aumento de un dólar en el precio del petróleo, el PIB del Ecuador tendrá un crecimiento de 8,26%. En la segunda ecuación muestra que el incremento de 1% del PIB provocará un aumento en el precio del petróleo de 1,99 USD.

### **Especificación del modelo**

De acuerdo a los estudios previos el modelo VAR se establece en niveles para la variable de tasa de crecimiento del PIB y con las primeras diferencias a los precios del petróleo y con 14 retardos. Los modelos se presentarían de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
\Delta PIB_t = & \beta_{10} + \beta_{11}\Delta PIB_{t-1} + \beta_{12}\Delta PIB_{t-2} + \beta_{13}\Delta PIB_{t-3} + \beta_{14}\Delta PIB_{t-4} \\
& + \beta_{15}\Delta PIB_{t-5} + \beta_{16}\Delta PIB_{t-6} + \beta_{17}\Delta PIB_{t-7} + \beta_{18}\Delta PIB_{t-8} \\
& + \beta_{19}\Delta PIB_{t-9} + \beta_{110}\Delta PIB_{t-10} + \beta_{111}\Delta PIB_{t-11} + \beta_{112}\Delta PIB_{t-12} \\
& + \beta_{113}\Delta PIB_{t-13} + \beta_{114}\Delta PIB_{t-14} + \beta_{11}d\_Ppetr_{t-1} + \beta_{12}d\_Ppetr_{t-2} \\
& + \beta_{13}d\_Ppetr_{t-3} + \beta_{14}d\_Ppetr_{t-4} + \beta_{15}d\_Ppetr_{t-5} \\
& + \beta_{16}d\_Ppetr_{t-6} + \beta_{17}d\_Ppetr_{t-7} + \beta_{18}d\_Ppetr_{t-8} + \beta_{19}d\_Ppetr_{t-9} \\
& + \beta_{110}d\_Ppetr_{t-10} + \beta_{111}d\_Ppetr_{t-11} + \beta_{112}d\_Ppetr_{t-12} \\
& + \beta_{113}d\_Ppetr_{t-13} + \beta_{114}d\_Ppetr_{t-14} + \mu_{1t}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d\_Ppetr_t = & \beta_{20} + \beta_{21}\Delta PIB_{t-1} + \beta_{22}\Delta PIB_{t-2} + \beta_{23}\Delta PIB_{t-3} + \beta_{24}\Delta PIB_{t-4} \\
& + \beta_{25}\Delta PIB_{t-5} + \beta_{26}\Delta PIB_{t-6} + \beta_{27}\Delta PIB_{t-7} + \beta_{28}\Delta PIB_{t-8} \\
& + \beta_{29}\Delta PIB_{t-9} + \beta_{210}\Delta PIB_{t-10} + \beta_{211}\Delta PIB_{t-11} + \beta_{212}\Delta PIB_{t-12} \\
& + \beta_{213}\Delta PIB_{t-13} + \beta_{214}\Delta PIB_{t-14} + \beta_{21}d\_Ppetr_{t-1} + \beta_{22}d\_Ppetr_{t-2} \\
& + \beta_{23}d\_Ppetr_{t-3} + \beta_{24}d\_Ppetr_{t-4} + \beta_{25}d\_Ppetr_{t-5} \\
& + \beta_{26}d\_Ppetr_{t-6} + \beta_{27}d\_Ppetr_{t-7} + \beta_{28}d\_Ppetr_{t-8} \\
& + \beta_{29}d\_Ppetr_{t-9} + \beta_{210}d\_Ppetr_{t-10} + \beta_{211}d\_Ppetr_{t-11} \\
& + \beta_{212}d\_Ppetr_{t-12} + \beta_{213}d\_Ppetr_{t-13} + \beta_{214}d\_Ppetr_{t-14} + \mu_{2t}
\end{aligned}$$

Donde:

$\Delta PIB$  = Variable de la tasa de crecimiento del PIB en niveles

$d\_Ppetr$  = Variable de los precios del petróleo en primera diferencia

$\beta_0$  = Constante

$\beta_i$  = Parámetros

$PIB_{t-i}$  = Rezagos de la tasa de crecimiento del PIB

$Ppetr_{t-i}$  = Rezagos de los precios del petróleo

$\mu_t$  = Término de error

Con el modelo ya especificado se empieza a correr el mismo en GRETl para proceder con su respectiva interpretación.

**Tabla 33: Modelo VAR, ecuación estimada del  $\Delta$ PIB**

	Coeficiente	Desv.		valor p	
		Típica	Estadístico t		
const	0,108463	0,0340338	3,187	0,0018	***
$\Delta$ PIB_1	1,83684	0,0764331	24,03	4,38E-49	***
$\Delta$ PIB_2	-0,871304	0,145762	-5,978	2,14E-08	***
$\Delta$ PIB_3	0,0114811	0,152112	0,07548	0,94	
$\Delta$ PIB_4	-1,57200	0,150478	-10,45	8,11E-19	***
$\Delta$ PIB_5	2,86875	0,178039	16,11	1,71E-32	***
$\Delta$ PIB_6	-1,35981	0,217016	-6,266	5,29E-09	***
$\Delta$ PIB_7	0,015223	0,212885	0,07151	0,9431	
$\Delta$ PIB_8	-1,33928	0,209283	-6,399	2,74E-09	***
$\Delta$ PIB_9	2,43432	0,210634	11,56	1,49E-21	***
$\Delta$ PIB_10	-1,15434	0,172375	-6,697	6,20E-10	***
$\Delta$ PIB_11	0,0122716	0,145619	0,08427	0,933	
$\Delta$ PIB_12	-0,705625	0,145254	-4,858	3,43E-06	***
$\Delta$ PIB_13	1,27878	0,138265	9,249	6,93E-16	***
$\Delta$ PIB_14	-0,607574	0,0720884	-8,428	6,52E-14	***
d_Ppetr_1	-0,00015791	0,0139833	-0,01129	0,991	
d_Ppetr_2	0,00195174	0,0270213	0,07223	0,9425	
d_Ppetr_3	-0,00284271	0,0287438	-0,09890	0,9214	
d_Ppetr_4	0,0584008	0,0296227	1,971	0,0508	*
d_Ppetr_5	-0,102286	0,0361691	-2,828	0,0054	***
d_Ppetr_6	0,0512914	0,0446886	1,148	0,2532	
d_Ppetr_7	-0,00463244	0,0442788	-0,1046	0,9168	
d_Ppetr_8	0,0644116	0,0453326	1,421	0,1578	
d_Ppetr_9	-0,107856	0,0460788	-2,341	0,0208	**
d_Ppetr_10	0,0527217	0,0361317	1,459	0,147	

d_Ppetr_11	-0,00363479	0,0291021	-0,1249	0,9008	
d_Ppetr_12	0,0420733	0,0300138	1,402	0,1634	
d_Ppetr_13	-0,0690269	0,0288877	-2,389	0,0183	**
d_Ppetr_14	0,0334247	0,0153031	2,184	0,0308	**
R-cuadrado	0,971717				
R-cuadrado corregido	0,965481				
Valor p (de F)	5,46e-85				
Contrastes F de restricciones 0					
Todos los retardos					
de $\Delta$ PIB.		F(14, 127)	227,38	[0,0000]	
Todos los retardos					
de d_Ppetr.		F(14, 127)	1,6324	[0,0789]	
Todas las variables,					
retardos 14.		F(2, 127)	35,555	[0,0000]	

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En la primera ecuación del Var para la variable tasa de crecimiento del PIB, se observa que esta se encuentra explicada por el rezago 4 al 10%, el rezago 5 al 1%, 5% y 10% y los rezagos 9, 13 y 14 al 5% y 10% de la variable precio del petróleo. Los otros rezagos de la segunda variable tienen un p valor mayor al 5% del nivel de confianza por lo tanto no son significativos para el modelo.

La variable  $\Delta$ PIB es autorregresiva porque está explicada por sus propios rezagos 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13 y 14. Todos los rezagos antes mencionados tienen un p valor que es inferior al 1%, 5% y 10% del nivel de confianza, por esta razón son variables significativas para el modelo. Su constante con un p valor de 0,0018 también es significativa.

El coeficiente de determinación o R cuadrado es de 0,971717, por lo tanto, el modelo está explicado en un 97,17% por las variables y según el R cuadrado ajustado en un

96,55%. El contraste F de restricción 0 para la significancia en conjunto presenta en los retardos de  $\Delta$ PIB y de todas las variables de los 14 retardos un p valor inferior de 0,05 y rechazando la hipótesis nula que los estimadores valen 0, son significativas. En los retardos de d\_Ppetr el p valor es de 0,0789 que acepta la hipótesis nula y siendo no significativa.

**Tabla 34: Modelo VAR, ecuación estimada del precio del petróleo (d\_Ppetr)**

	Desv.				
	Coefficiente	Típica	Estadístico t	valor p	
const	0,117961	0,199458	0,5914	0,5553	
$\Delta$ PIB_1	0,200506	0,447943	0,4476	0,6552	
$\Delta$ PIB_2	-0,185761	0,854251	-0,2175	0,8282	
$\Delta$ PIB_3	-0,032281	0,891469	-0,03621	0,9712	
$\Delta$ PIB_4	-1,11877	0,881893	-1,269	0,2069	
$\Delta$ PIB_5	2,39619	1,04341	2,296	0,0233	**
$\Delta$ PIB_6	-1,25708	1,27184	-0,9884	0,3248	
$\Delta$ PIB_7	-0,042544	1,24763	-0,03410	0,9729	
$\Delta$ PIB_8	-1,56610	1,22652	-1,277	0,204	
$\Delta$ PIB_9	3,24454	1,23444	2,628	0,0096	***
$\Delta$ PIB_10	-1,67068	1,01022	-1,654	0,1006	
$\Delta$ PIB_11	-0,017276	0,853415	-0,02024	0,9839	
$\Delta$ PIB_12	-1,24814	0,851273	-1,466	0,1451	
$\Delta$ PIB_13	2,49593	0,810313	3,08	0,0025	***
$\Delta$ PIB_14	-1,28330	0,422481	-3,038	0,0029	***
d_Ppetr_1	1,78978	0,081950	21,84	7,88E-45	***
d_Ppetr_2	-0,825612	0,158361	-5,213	7,30E-07	***
d_Ppetr_3	0,0148321	0,168456	0,08805	0,93	
d_Ppetr_4	-1,64125	0,173606	-9,454	2,20E-16	***
d_Ppetr_5	2,91755	0,211972	13,76	6,04E-27	***
d_Ppetr_6	-1,35778	0,261902	-5,184	8,31E-07	***
d_Ppetr_7	0,0264665	0,2595	0,102	0,9189	

d_Ppetr_8	-1,37596	0,265676	-5,179	8,50E-07	***
d_Ppetr_9	2,43328	0,270049	9,011	2,62E-15	***
d_Ppetr_10	-1,15002	0,211753	-5,431	2,75E-07	***
d_Ppetr_11	0,0186781	0,170556	0,1095	0,913	
d_Ppetr_12	-0,558254	0,175899	-3,174	0,0019	***
d_Ppetr_13	0,976768	0,169299	5,769	5,74E-08	***
d_Ppetr_14	-0,469473	0,089685	-5,235	6,64E-07	***
R-cuadrado	0,966526				
R-cuadrado corregido	0,959146				
Valor p (de F)	2,26e-80				

---

Contrastes F de restricciones 0

---

Todos los retardos de $\Delta$ PIB.	F(14, 127)	0,98858	[0,4688]
Todos los retardos de d_Ppetr.	F(14, 127)	216,89	[0,0000]
Todas las variables, retardos 14.	F(2, 127)	23,121	[0,0000]

---

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La segunda ecuación del Var para la variable d\_Ppetr, se observa que esta se encuentra explicada por el rezago 5 al 5% y 10% y los rezagos 9, 13 y 14 al 1%, 5% y 10% de la variable tasa de crecimiento del PIB. La variable d\_Ppetr es autorregresiva porque está explicada por sus propios rezagos 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13 y 14. Todos los rezagos antes mencionados cumplen con un p valor inferior al 1%, 5% y 10% del nivel de confianza, por esta razón son variables significativas para el modelo. Su constante tiene un p valor de 0,5553 siendo no significativa.

El coeficiente de determinación es de 0,966526, por lo tanto, el modelo está explicado en un 96,65% por las variables y según el R cuadrado ajustado en un 95,91%. El contraste F de restricción 0 para la significancia en conjunto presenta en los retardos de d\_Ppetr y de todas las variables de los 14 retardos un p valor inferior de 0,05,

rechazando la hipótesis nula que los estimadores valen 0, son significativas. En los retardos del  $\Delta$ PIB el p valor es de 0,4688 que acepta la hipótesis nula, siendo no significativa.

### Supuestos del modelo VAR

Para validar el modelo VAR se debe cumplir con los supuestos econométricos, como se lo realizó en el modelo MCO.

### Autocorrelación

**Tabla 35: Autocorrelación del modelo VAR**

<b>Correlación serial o Autocorrelación</b>	
H <sub>0</sub> = No hay autocorrelación	✓
H <sub>1</sub> = Si hay autocorrelación	x
	P valor
Rezago 1	0,9900 ✓
Rezago 2	0,9996 ✓
Rezago 3	0,9997 ✓
Rezago 4	0,5847 ✓
Rezago 5	0,7403 ✓
Rezago 6	0,7309 ✓
Rezago 7	0,5888 ✓
Rezago 8	0,1997 ✓
Rezago 9	0,2617 ✓
Rezago 10	0,2902 ✓
Rezago 11	0,2344 ✓
Rezago 12	0,0418 x
Rezago 13	0,0652 ✓
Rezago 14	0,0802 ✓

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La hipótesis nula en la tabla N° 35 es aceptada para los 13 rezagos porque sus p valores son mayores que el 5% del nivel de confianza, la única excepción es el rezago número 12 que tiene un p valor de 0,0418. Como conclusión no existe autocorrelación y se cumple este supuesto econométrico para el presente modelo VAR.

### Heterocedasticidad

**Tabla 36: Heterocedasticidad del modelo Var**

<b>Contraste ARCH</b>	
H <sub>0</sub> = No hay Heterocedasticidad Condicional Autorregresiva	✓
H <sub>1</sub> = Si hay Heterocedasticidad Condicional Autorregresiva	x
	P valor
Rezago 1	0,9842 ✓
Rezago 2	0,9991 ✓
Rezago 3	0,9999 ✓
Rezago 4	0,0127 x
Rezago 5	0,0887 ✓
Rezago 6	0,2965 ✓
Rezago 7	0,5907 ✓
Rezago 8	0,2611 ✓
Rezago 9	0,5089 ✓
Rezago 10	0,7440 ✓
Rezago 11	0,8943 ✓
Rezago 12	0,2547 ✓
Rezago 13	0,4417 ✓
Rezago 14	0,6423 ✓

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En la tabla N° 36 se presenta el contraste ARCH para determinar si existe homocedasticidad, La hipótesis nula es aceptada para los 13 rezagos, ya que sus p valores son mayores que el 5% del nivel de confianza, la única excepción es el rezago



número 4 que tiene un p valor de 0,0127. Como resultado del contraste el modelo tiene una varianza constante, no existe heterocedasticidad y se cumple este supuesto econométrico para el presente modelo VAR.

### Normalidad de los residuos

**Tabla 37: Normalidad en los residuos en el modelo VAR**

<b>Normalidad en los residuos</b>	
H <sub>0</sub> = Existe normalidad en los residuos.	
H <sub>1</sub> = No existe normalidad en los residuos	
P valor	0,0000

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En la tabla N° 37 se realiza el contraste de normalidad de los residuos de Doornik-Hansen, donde con un p valor de 0,0000 con un nivel de confianza del 5%, se rechaza la hipótesis nula de la existencia de normalidad en los residuos. No se cumple con el supuesto de no tener una media cero ni varianza constante. Pero según (Gujarati & Porter, 2010) como se ocupa una muestra mayor de 100 datos no es muy relevante este supuesto y se puede flexibilizar.

### Causalidad

**Tabla 38: Causalidad de Granger**

<b>Causalidad de Granger</b>	
<b>Ecuación estimada del <math>\Delta</math>PIB</b>	
H <sub>0</sub> = El precio del petróleo no causa al PIB	✓
H <sub>1</sub> = El precio del petróleo si causa al PIB	
P valor	0,0789
<b>Ecuación estimada del <math>d\_P</math>petr</b>	
H <sub>0</sub> = El PIB no causa al precio del petróleo	✓

$H_1$  = El PIB causa al precio del petróleo

P valor

0,4688

---

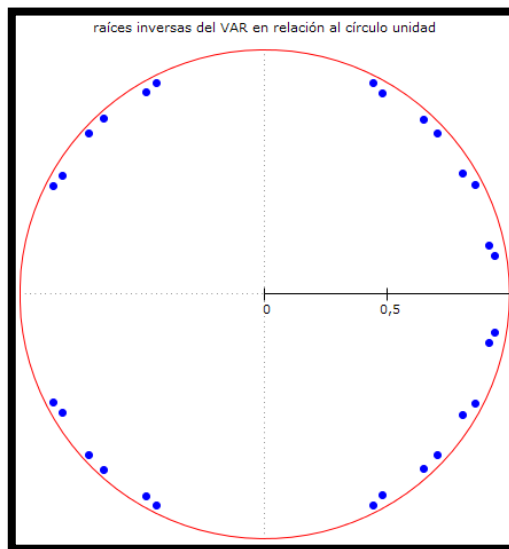
**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

El test de causalidad de Granger se lo consigue de forma indirecta en el Gretl, los p valores obtenidos de los contrastes F de restricciones cero del modelo VAR son los utilizados para la tabla N°38. Para la ecuación estimada del  $\Delta$ PIB el p valor es de 0,0789, se acepta la hipótesis nula de no causalidad. La ecuación estimada del  $d\_Ppetr$  tiene un p valor 0,4688 superior al 5% de grado de confianza, por lo que, se acepta la hipótesis nula. Con estos resultados se determina que el precio del petróleo no causa al PIB, ni el PIB causa al precio del petróleo.

### Raíces inversas del Var

**Gráfico 14: Raíces inversas del Var**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

El gráfico N° 14 de las raíces inversas del Var muestra a los puntos en el círculo unidad, lo cual representa que las variables de tasa de crecimiento del PIB y el precio del petróleo no tiene raíz unitaria, porque se mantienen dentro aunque están casi al límite

del 1. Esto ratifica el test de Dickey Fuller Aumentado donde se expresa que existe estacionariedad en las variables.

### Modelo óptimo

**Tabla 39: Selección del modelo óptimo**

	<b>Modelo Log - Log</b>	<b>Modelo VAR</b>
<b>Supuestos</b>		
Autocorrelación	✓	✓
Heteroscedasticidad	x	✓
Normalidad de los residuos	x	x
<b>¿Se explica el modelo en su conjunto?</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
<b>Criterios de selección</b>		
Schwarz	345,1008	<b>2,70385</b>
Akaike	339,1474	<b>1,5699</b>
Hannan-Quinn	341,5665	<b>2,0305</b>

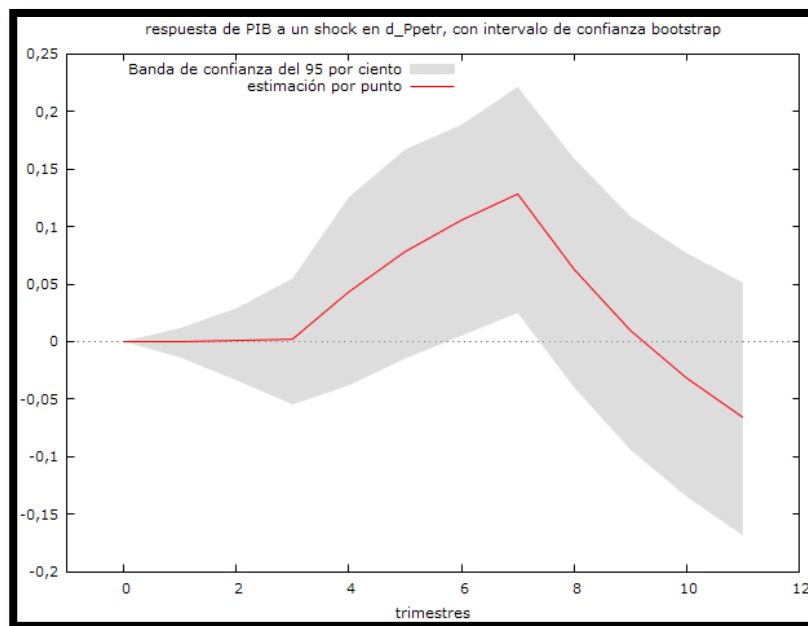
**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 39 es un resumen de los dos mejores modelos realizados hasta el momento, de los cuales el modelo Var cumple con sus dos supuestos de la no existencia de autocorrelación y es homocedástica, la normalidad en sus residuos como se mencionó en datos superiores a 100 se tiende a flexibilizar y, por lo tanto, no es de suma importancia. El mejor modelo realizado al principio fue el Log – Log, pero solo cumplía el supuesto de no autocorrelación. Los dos modelos comparados se explicaban en su conjunto. Los criterios Schwarz, Akaike y Hannan-Quinn para seleccionar el mejor modelo en los tres casos se inclinan por el modelo Var.

## Función impulso respuesta

**Gráfico 15: Función impulso respuesta del modelo VAR**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

El gráfico N° 15 del impulso respuesta muestra como se ve afectado la tasa de crecimiento del PIB cuando ocurre un shock en los precios del petróleo. El primer año no se observa una gran respuesta, se mantiene con un porcentaje de elevación bajo, pero a partir del cuarto trimestre la tasa de crecimiento se eleva hasta el segundo año, para volver a descender hasta el tercer año. A diferencia del caso de Colombia donde se realiza dos análisis de precios negativos y positivos, de los cuales solo los valores negativos tienen influencia en el crecimiento económico y los grandes shocks impactan positivamente al PIB (Perilla, 2011).

**Tabla 40: Respuesta de la  $\Delta$ PIB frente a un shock del precio del petróleo**

Periodo	PIB	d_Ppetr
1	0	0,69901
2	-0,0001104	1,2511
3	0,00096397	1,662

4	0,0020591	1,9523
5	0,043143	0,99354
6	0,07813	0,18547
7	0,10542	-0,47994
8	0,1283	-1,0274
9	0,06299	-0,60079
10	0,0097179	-0,26829
11	-0,031665	-0,01524
12	-0,065939	0,17683

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En la tabla N° 40 se observa de una manera numérica lo sucedido en el gráfico N° 15 el primer trimestre no se registra ningún cambio. En el tercer trimestre se empieza a elevar a 0,00096397 y en el cuarto trimestre tiene un impulso fuerte de 0,0020591, se mantiene en constante crecimiento durante un año llegando al octavo trimestre a 0,12830. Durante el siguiente año sufre una caída hasta llegar a -0,065939.

### Descomposición de la varianza

**Tabla 41: Descomposición de la varianza para el modelo VAR**

Periodo	Desv.		
	Típica	PIB	d_Ppetr
1	0,126614	100	0
2	0,264766	100	0
3	0,41319	99,9994	0,0006
4	0,562466	99,9984	0,0016
5	0,614069	99,505	0,495
6	0,629814	97,9906	2,0094
7	0,63859	95,3201	4,6799
8	0,657971	91,7895	8,2105
9	0,664806	91,0597	8,9403

10	0,666871	91,0937	8,9063
11	0,668496	90,9126	9,0874
12	0,672005	90,0444	9,9556

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La descomposición de la varianza para la variable  $\Delta$ PIB muestra la influencia de los shocks de la variable regresora dentro de la dependiente. Los valores de la tabla N°41 señala que la tasa de crecimiento del PIB está influenciada por los valores pasados de sí misma en un 100% para los 2 primeros trimestres. Con relación al precio del petróleo se observa una incidencia del 0,49% en el quinto trimestre y del 2% en el sexto. A partir de estos periodos se una influencia del precio del crudo con la tasa de crecimiento del PIB. Estos resultados difieren con el caso de Colombia presentado por **Perilla** (2011), donde la relación entre estas variables tiene sustento con el impulso respuesta, pero en la descomposición de la varianza presenta pocos cambios en sus valores con precios altos a comparación del caso de Ecuador.

### Selección de variables

Para el segundo objetivo se basa en los estudios base para seleccionar las variables que pueden ayudar al estudio.

**Tabla 42: Selección de las variables macroeconómicas**

Variable	Teoría Económica	Acceso a los datos	Periodo disponible	Observaciones
PIB	El PIB sirve como un medidor del nivel de actividad que un país tiene, este representa la producción final de bienes y servicios en un	Si	1927-2018	Par el objetivo 1 se toma datos desde 1976 hasta el 2018. Para el objetivo 3 se toma datos desde 1995 hasta el 2018.

	cierto periodo (De Gregorio, 2007).			
Tipo de cambio efectivo real	En los mercados internacionales ayuda a describir la posición económica de un país. Permite observar la relación de intercambio de los bienes entre economías de diferentes países y también muestra el nivel de competitividad de los bienes de exportación (Segovia, 2001).	Si	1995-2018	En el objetivo 3 se toma datos desde 1995 hasta el 2018.
Inversión Extranjera Directa	Es importante para una integración económica internacional, porque permite tener vínculos directos entre economías permitiendo un desarrollo local y fomentando la competitividad (OCDE, 2011). Esta variable sirve para ver cómo actúa sobre el PIB los flujos de inversión cuando existe un shock en los precios del petróleo.	Si	2000-2018	Esta variable no se tomó en cuenta por la falta de datos.
Tasa de interés a	Es un instrumento de la política monetaria que	No		No se encontró los datos necesarios.

corto plazo	está regulado por el Banco Central. Se utiliza para estabilizar los precios y por lo tanto influye en la actividad económica (Bravo, 2001).			
Tasa de interés a largo plazo	Por lo general son tasas más elevadas que las de corto plazo porque la inflación por lo general suele incrementar con el tiempo y la moneda puede sufrir una depreciación (Bravo, 2001).	No		No se encontró los datos necesarios.
Oferta monetaria	Es la cantidad de dinero o medio circulante que tiene un país. Es un instrumento para regular la inflación (Mankiw, 2012).	Si	1988-2018	Esta variable no se utilizó porque tiene valores en millones de sucres hasta el año 2000 y a partir de este en millones de dólares y con años bases diferentes.
Inflación	Es un aumento que tienen los precios dentro de una economía (Mankiw, 2012). Esta variable se la incluye para ver cómo reacciona frente a un shock de los	Si	1969-2018	Por motivos de la variable ITCER esta variable se toma desde 1995.



	precios del crudo y esta a su vez incide en el PIB.			
--	---	--	--	--

**Fuente:** Propia a partir del varios autores.

**Elaborado por:** Fernando Castro

Como resultado de la tabla N° 42 se elige al índice de tipo de cambio efectivo real y a la inflación medida por el índice de precios al consumidor como las variables adicionales al Producto Interno Bruto y los precios del petróleo para dar cumplimiento al objetivo tres que veremos a continuación. Las otras posibles variables que se mencionaron no se tomaron en cuenta porque sus datos eran insuficientes y como se va a aplicar un modelo Var se necesita una amplia base de datos.

### **Modelo de Mínimos Cuadrado Ordinarios (MCO) para las cuatro variables**

Para el tercer objetivo se procede a seleccionar el mejor modelo econométrico con las variables adicionales. Primero se empezará por comprobar los supuestos econométricos como se lo realizó para el primer objetivo. Se plantea un modelo MCO, el cual se muestra en la siguiente ecuación:

$$\Delta PIB_i = \beta_0 + \beta_1 Ppetr_i + \beta_2 ITCR_i + \beta_3 IPC_i + \mu$$

Donde:

$\Delta PIB_i$  = Tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto - Variable dependiente

$Ppetr_i$  = Precio del petróleo - Variable independiente

$ITCR_i$  = Índice de tipo de cambio efectivo real - Variable independiente

$IPC_i$  = Índice de precios al consumidor - Variable independiente

$\beta_0$  = Intercepto

$\beta_1$  = Pendiente

$\mu$  = Término de error

Se procede a correr el modelo para realizar los supuestos econométricos. Los datos a utilizarse son la tasa de crecimiento del PIB, el precio del petróleo, el índice de tipo de cambio efectivo real y el índice de precios al consumidor (anexo 4).

**Tabla 43: Modelo MCO con 4 variables**

	<b>Coefficiente</b>	<b>Desv. Típica</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>valor p</b>	
const	0,419011	1,00471	0,417	0,6776	
Ppetr	0,0111017	0,0040102	2,768	0,0068	***
ITCER	-0,00286419	0,0114825	-0,2494	0,8036	
IPC	0,00276047	0,00920772	0,2998	0,765	
R-cuadrado	0,127798				
R-cuadrado corregido	0,099357				
Valor p (de F)	0,005466				

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

### Modelo Matemático

$$\Delta PIB_i = 0,419011 + 0,0111017 Ppetr_i - 0,00286419 ITCR_i + 0,00276047 IPC_i + \mu$$

La tabla N° 43 presenta el modelo MCO para las cuatro variables, donde su constante tiene un p valor de 0,6776 mayor que el 5% del nivel de confianza, por lo tanto, no es estadísticamente significativo, y la variable independiente del precio del petróleo tiene un p valor menor al 5% del nivel de confianza de 0,0068, resultando ser una variable significativa para el modelo, el ITCER tiene un p valor igual a 0,8036 y el IPC de 0,7650, no son significativas. Solo el precio del petróleo presenta los tres asteriscos que significa que es significativo al 1%, 5% y 10%. El R cuadrado del modelo es 0,127798, el cual interpreta que el modelo explica los cambios en el PIB en un 12,78%

y con R cuadrado ajustado de 9,94% resultando ser demasiado bajo. El valor p de Fisher de 0,005466 rechaza la hipótesis nula que los coeficientes no son significativos, por lo tanto el modelo se explica en su conjunto.

Cuando el precio del petróleo, ITCER y la inflación valen cero el  $\Delta$ PIB es de 0,419011%. Si el precio del petróleo incrementa en una unidad y las otras variables se mantienen constantes la variable dependiente aumentará 0,0111017. Cuando el ITCER varía en 1% el Producto Interno Bruto decrece 0,00286419% y si la inflación crece en una unidad porcentual la variable explicada incrementará 0,00276047%.

**Tabla 44: Supuestos Econométricos – MCO con 4 variables**

<b>Supuestos Econométricos</b>	
<b>Linealidad en los parámetros</b>	
H <sub>0</sub> = La relación es lineal	
H <sub>1</sub> = La relación no es lineal	x
P valor	0,000197413
<b>Especificación del modelo</b>	
H <sub>0</sub> = La especificación es adecuada	
H <sub>1</sub> = La especificación no es adecuada	x
P valor	0,00101659
<b>Heteroscedasticidad</b>	
H <sub>0</sub> = No hay heteroscedasticidad	
H <sub>1</sub> = Si hay heteroscedasticidad	x
P valor	0,0193604
<b>Correlación serial o Autocorrelación</b>	
H <sub>0</sub> = No hay autocorrelación	
H <sub>1</sub> = Si hay autocorrelación	x
P valor	2,45E-41
<b>Normalidad</b>	
H <sub>0</sub> = Hay normalidad en los residuos	✓
H <sub>1</sub> = No hay normalidad en los residuos	

P valor	0,15858
---------	---------

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 44 de los supuestos econométricos para el modelo MCO añadido el ITCER e IPC muestra la no existencia de linealidad en los parámetros al tener un p valor de 0,000197413, siendo menor que 0,05 y rechazando la hipótesis nula de una relación lineal. Para saber si el modelo está correctamente especificado se aplicó la prueba de Reset Ramsey con un valor p de 0,00101659 menor al 5% de nivel de confianza y rechazando la hipótesis nula de que la especificación es adecuada. No se cumplen los dos primeros supuestos.

Con el contraste de White se rechaza la hipótesis nula de no existencia de heterocedasticidad con un p valor de 0,0193604, por lo tanto, no se cumple el cuarto supuesto. La autocorrelación da un p valor de 2,45E-41 para el modelo, por lo que, se rechaza la hipótesis nula de no autocorrelación. Por último, el contraste de normalidad de Jarque Bera con un valor p de 0,15858 acepta la hipótesis nula de que existe normalidad en los residuos, este último supuesto si se cumple.

### Valor de la perturbación igual a cero

**Tabla 45: Tercer supuesto – MCO con 4 variables**

<b>Estadísticos de los residuos</b>	
Media	3,82E-17
Mediana	0,05414
Desviación típica	0,77356
Observaciones ausentes	0

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

Esta tabla se la realizó para el tercer supuesto con los estadísticos de los residuos del modelo MCO, donde su media es 3,82E-17 un valor muy cercano a cero, por lo cual, se cumple el supuesto. Se observa 0 valores ausentes dentro del modelo.

### **Colinealidad**

$$FIV = \frac{1}{(1 - r^2)} = \frac{1}{(1 - 0,127798)} = 1,146523$$

El penúltimo supuesto se lo realiza con la ecuación del factor inflacionario de la varianza como un medidor de colinealidad. Su resultado es 1,146523, con este valor se dice que no existe colinealidad entre las variables, porque los valores superiores a 10 indican la existencia de este problema. Se cumple el séptimo supuesto.

### **Modelo de Log - Lin**

$$\text{Log}\Delta PIB_i = \beta_0 + \beta_1 Ppetr_i + \beta_2 ITCR_i + \beta_3 IPC_i + \mu$$

Donde:

$\text{Log}\Delta PIB_i$  = Logaritmo natural de la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto -  
Variable dependiente

$Ppetr_i$  = Precio del petróleo - Variable independiente

$ITCR_i$  = Índice de tipo de cambio efectivo real - Variable independiente

$IPC_i$  = Índice de precios al consumidor - Variable independiente

$\beta_0$  = Intercepto

$\beta_1$  = Pendiente

$\mu$  = Término de error

Se corre el modelo semilogarítmico Log – Lin para realizar los supuestos econométricos. Los datos a utilizarse son el logaritmo de la tasa de crecimiento del PIB, el precio del petróleo, el índice de tipo de cambio efectivo real y el índice de precios al consumidor.

**Tabla 46. Modelo Log – Lin con 4 variables**

	<b>Coefficiente</b>	<b>Desv. Típica</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>valor p</b>	
const	-3,65110	1,34438	-2,716	0,0082	***
Ppetr	0,00091052	0,0044134	0,2063	0,8371	
ITCER	0,0337386	0,0153028	2,205	0,0305	**
IPC	-0,0153858	0,0106598	-1,443	0,153	
R-cuadrado	0,112410				
R-cuadrado corregido	0,077829				
Valor p (de F)	0,026257				

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

### Modelo Matemático

$$\begin{aligned} \text{Log}\Delta\text{PIB}_i = & -3,65110 + 0,000910524 P\text{petr}_i + 0,0337386 \text{ITCER}_i \\ & - 0,0153858 \text{IPC}_i + \mu \end{aligned}$$

El modelo Log - Lin para las cuatro variables de la tabla N° 46 tiene en su constante un p valor de 0,0082 menor que 0,05, por lo tanto, es estadísticamente significativo para el modelo al 1%, 5% y 10% del nivel de confianza, y el ITCER de un p valor de 0,0305 es significativa al 1% y 5%. La variable independiente de precio del petróleo tiene un p valor mayor al 5% del nivel de confianza de 0,8371, resultando ser una variable no significativa al igual que el IPC que es de 0,6441. Un R cuadrado de 0,112410, representa que el modelo explica los cambios en el PIB en un 11,24% y su R cuadrado ajustado en un 7,78% resultando ser muy bajo. El valor p de Fisher de

0,026257 rechaza la hipótesis nula que los coeficientes no son significativos, por lo cual, el modelo se explica en su conjunto.

Cuando el ITCER, precio del petróleo y la inflación son cero el  $\Delta$ PIB es de  $-3,65110\%$ . Si el precio del petróleo incrementa en una unidad y las otras variables se mantienen constantes la variable dependiente aumentará  $0,00091052\%$ . Cuando el ITCER varía en  $1\%$  el Producto Interno Bruto se elevará en  $0,0337386\%$  y si la inflación crece en una unidad porcentual la variable explicada decrecerá  $0,0153858\%$ .

**Tabla 47: Supuestos Econométricos – Log – Lin con 4 variables**

<b>Linealidad en los parámetros</b>	
$H_0$ = La relación es lineal	
$H_1$ = La relación no es lineal	x
P valor	0,0153381
<b>Especificación del modelo</b>	
$H_0$ = La especificación es adecuada	✓
$H_1$ = La especificación no es adecuada	
P valor	0,0576899
<b>Heteroscedasticidad</b>	
$H_0$ = No hay heteroscedasticidad	✓
$H_1$ = Si hay heteroscedasticidad	
P valor	0,505449
<b>Correlación serial o Autocorrelación</b>	
$H_0$ = No hay autocorrelación	✓
$H_1$ = Si hay autocorrelación	
P valor	Sin valor
<b>Normalidad</b>	
$H_0$ = Hay normalidad en los residuos	
$H_1$ = No hay normalidad en los residuos	x
P valor	0,00109272

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N°47 de los supuestos econométricos para el modelo Log - Lin añadido el ITCER e IPC no muestra la existencia de linealidad en los parámetros al tener un p valor de 0,0153381, siendo menor que 0,05 y rechazando la hipótesis nula de una relación lineal. Para saber si el modelo está correctamente especificado se aplicó la prueba de Reset Ramsey con un valor p de 0,0576899 al 5% del nivel de confianza, aceptando la hipótesis nula de una especificación adecuada. Solo el segundo supuesto se cumple.

Con el contraste de White se acepta la hipótesis nula de no existir heterocedasticidad con un p valor de 0,505449, se cumple el cuarto supuesto. La autocorrelación no presenta un valor para interpretar este supuesto, por lo cual, se cumple el quinto supuesto. Por último, el contraste de normalidad de Jarque Bera con un valor p de 0,00109272, rechaza la hipótesis nula aceptando la alterna de que no existe normalidad en los residuos.

#### **Valor de la perturbación igual a cero**

**Tabla 48: Tercer supuesto – Log -Lin con 4 variables**

<b>Estadísticos de los residuos</b>	
Media	-5,21E-16
Mediana	0,22965
Desviación típica	0,74663
Observaciones ausentes	15

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

Esta tabla se la realizó para el tercer supuesto con los estadísticos de los residuos del modelo Log - Lin, donde su media es -5,21E-16 un número cercano a cero, por lo tanto, se cumple el supuesto. Se observa 15 valores ausentes dentro del modelo.



## Colinealidad

$$FIV = \frac{1}{(1 - r^2)} = \frac{1}{(1 - 0,11241)} = 1,126646$$

El penúltimo supuesto se lo realiza con la ecuación del factor inflacionario de la varianza para medir la colinealidad. Su resultado es 1,126646, por lo que, no existe colinealidad entre las variables, porque los valores superiores a 10 indican la existencia de este problema.

## Modelo de Lin - Log

$$\Delta PIB_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Log } P\text{petr}_i + \beta_2 \text{Log } ITCR_i + \beta_3 \text{Log } IPC_i + \mu$$

Donde:

$\Delta PIB_i$  = Tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto - Variable dependiente

$\text{Log } P\text{petr}_i$  = Logaritmo natural del precio del petróleo - Variable independiente

$\text{Log } ITCR_i$  = Logaritmo natural del índice de tipo de cambio efectivo real - Variable independiente

$\text{Log } IPC_i$  = Logaritmo natural del índice de precios al consumidor - Variable independiente

$\beta_0$  = Intercepto

$\beta_1$  = Pendiente

$\mu$  = Término de error

Se corre el modelo semilogarítmico Lin – Log para realizar los supuestos econométricos. Los datos a utilizarse son la tasa de crecimiento del PIB, el logaritmo

del precio del petróleo, el logaritmo del índice de tipo de cambio efectivo real y el logaritmo del índice de precios al consumidor.

**Tabla 49: Modelo Lin – Log con 4 variables**

	<b>Coefficiente</b>	<b>Desv. Típica</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>valor p</b>
const	1,23297	3,93659	0,3132	0,7549
Ppetr	0,686952	0,193675	3,547	0,0006 ***
ITCER	-0,714657	0,93014	-0,7683	0,4443
IPC	0,139743	0,116923	1,195	0,2352
R-cuadrado	0,159938			
R-cuadrado corregido	0,131299			
Valor p (de F)	0,001489			

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

### **Modelo Matemático**

$$\Delta PIB_i = 1,23297 + 0,686952 \text{ Log } Ppetr_i - 0,714657 \text{ Log } ITCR_i + 0,139743 \text{ Log } IPC_i + \mu$$

El modelo Lin - Log para las cuatro variables de la tabla N° 49 tiene en su constante un p valor de 0,7549, en el l\_ITCER es 0,4443 y en el l\_IPC de 0,2352, los cuales son mayores que el 5% del nivel de confianza, por lo tanto, no son estadísticamente significativos para el modelo. La variable l\_Ppetr tiene un p valor menor al 5% del nivel de confianza de 0,0006 resultando ser la única variable significativa para el modelo, presentando los tres asteriscos que significa que es significativo al 1%, 5% y 10%. El R cuadrado de 0,159938, indica que el modelo explica los cambios en el PIB en un 15,99% y el R cuadrado ajustado en un 13,13% resultando ser bajo. El valor p de Fisher de 0,001489 rechaza la hipótesis nula que los coeficientes no son significativos, por lo tanto el modelo se explica en su conjunto.

Cuando la inflación, el precio del petróleo y el ITCER tienen un valor de cero el  $\Delta$ PIB es de 1,23297%. Si el precio del petróleo incrementa en una unidad y las otras variables se mantienen constantes la variable dependiente aumentará 0,686952%. Cuando el ITCER varía en 1% el Producto Interno Bruto decrece 0,714657% y si la inflación crece en una unidad porcentual la variable explicada incrementará 0,139743%.

**Tabla 50: Supuestos Econométricos – Lin-Log con 4 variables**

<b>Linealidad en los parámetros</b>	
$H_0$ = La relación es lineal	
$H_1$ = La relación no es lineal	x
P valor	0,0013836
<b>Especificación del modelo</b>	
$H_0$ = La especificación es adecuada	
$H_1$ = La especificación no es adecuada	x
P valor	1,84E-06
<b>Heteroscedasticidad</b>	
$H_0$ = No hay heteroscedasticidad	
$H_1$ = Si hay heteroscedasticidad	x
P valor	0,00065559
<b>Correlación serial o Autocorrelación</b>	
$H_0$ = No hay autocorrelación	
$H_1$ = Si hay autocorrelación	x
P valor	4,41E-38
<b>Normalidad</b>	
$H_0$ = Hay normalidad en los residuos	✓
$H_1$ = No hay normalidad en los residuos	
P valor	0,194574

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 50 de los supuestos econométricos para el modelo Lin - Log añadido el ITCER e IPC permite observar que no existe de linealidad en los parámetros al tener

un p valor de 0,0013836, siendo menor que el 5% del nivel de confianza y rechazando la hipótesis nula de una relación lineal. Para saber si el modelo está correctamente especificado se aplicó la prueba de Reset Ramsey con un valor p de 1,84E-06 al 5% de nivel de confianza, el mismo que rechaza la hipótesis nula de una especificación adecuada. Los dos primeros supuestos se rechazan.

El contraste de White rechaza la hipótesis nula de no existencia de heterocedasticidad con un p valor de 0,00065559, por lo cual, no se cumple este supuesto. La autocorrelación presenta un p valor de 4,41E-38 que indica la presencia de autocorrelación según la hipótesis alterna. Finalmente el contraste de normalidad de Jarque Bera con un valor p de 0,194574 acepta la hipótesis nula de la existencia de normalidad en los residuos.

### Valor de la perturbación igual a cero

**Tabla 51: Tercer supuesto – Lin – Log con 4 variables**

<b>Estadísticos de los residuos</b>	
Media	2,18E-15
Mediana	0,061059
Desviación típica	0,76697
Observaciones ausentes	4

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 51 presenta el tercer supuesto con los estadísticos de los residuos del modelo Lin - Log, donde su media es 2,18E-15 un valor cercano a cero, por lo tanto se cumple el supuesto. Se observa 4 valores ausentes dentro del modelo.

### Colinealidad

$$FIV = \frac{1}{(1 - r^2)} = \frac{1}{(1 - 0,159938)} = 1,190388$$

El penúltimo supuesto se lo realiza con la ecuación del factor inflacionario de la varianza que permite medir la colinealidad. Su resultado es 1,190388, por lo tanto, no existe colinealidad entre las variables, porque los valores superiores a 10 indican la existencia de este problema.

### **Modelo de Log - Log**

$$\text{Log}\Delta\text{PIB}_i = \beta_0 + \beta_1\text{Log } P\text{petr}_i + \beta_2\text{Log } \text{ITCR}_i + \beta_3\text{Log } \text{IPC}_i + \mu$$

Donde:

$\text{Log}\Delta\text{PIB}_i$  = Logaritmo natural de la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto - Variable dependiente

$\text{Log } P\text{petr}_i$  = Logaritmo natural del precio del petróleo - Variable independiente

$\text{Log}\text{ITCR}_i$  = Logaritmo natural de el índice de tipo de cambio efectivo real - Variable independiente

$\text{Log}\text{IPC}_i$  = Logaritmo natural de el índice de precios al consumidor - Variable independiente

$\beta_0$  = Intercepto

$\beta_1$  = Pendiente

$\mu$  = Término de error

Se corre el modelo logarítmico Log – Log para realizar los supuestos econométricos. Los datos a utilizarse son el logaritmo de la tasa de crecimiento del PIB, el logaritmo del precio del petróleo, el logaritmo del índice de tipo de cambio efectivo real y el logaritmo del índice de precios al consumidor.

**Tabla 52: Modelo Log – Log con 4 variables**

	<b>Coefficiente</b>	<b>Desv. Típica</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>valor p</b>
const	-4,21837	4,49424	-0,9386	0,351
Ppetr	0,371651	0,189541	1,961	0,0537 *
ITCER	0,541481	1,06696	0,5075	0,6133
IPC	0,0596281	0,112102	0,5319	0,5964
R-cuadrado	0,089254			
R-cuadrado corregido	0,051826			
Valor p (de F)	0,076126			

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

### **Modelo Matemático**

$$\begin{aligned} \text{Log}\Delta\text{PIB}_i = & -4,21837 + 0,371651 \text{Log } P\text{petr}_i + 0,541481 \text{Log } \text{ITCER}_i \\ & + 0,0596281 \text{Log } \text{IPC}_i + \mu \end{aligned}$$

En la tabla N° 52 se presenta el modelo Log - Log para las cuatro variables, donde su constante tiene un p valor de 0,3510, el l\_ITCER es 0,6133 y el l\_IPC de 0,5964, mismos que son mayores que el 5 % del nivel de confianza, por lo que, no son estadísticamente significativos para el modelo. La variable l\_Ppetr tiene un p valor menor al 10% del nivel de confianza de 0,0537, resultando ser una variable significativa para el modelo. Ninguna variable presenta los tres asteriscos que son significativas al 1%, 5% y 10%. El R cuadrado de 0,089254, señala que el modelo explica los cambios en el PIB en un 8,93% y el R cuadrado corregido en un 5,18% resultando ser demasiado bajo. El valor p de Fisher de 0,076126 acepta la hipótesis nula que los coeficientes no son significativos, por lo tanto el modelo no se explica en su conjunto.

Cuando el precio del petróleo, la inflación y el ITCER tienen un valor de cero el  $\Delta\text{PIB}$  es de -4,21837%. Si el precio del petróleo incrementa en una unidad y las otras

variables se mantienen constantes la variable dependiente aumentará 0,371651. Cuando el ITCER varía en 1% el Producto Interno Bruto se eleva un 0,541481 % y si la inflación crece en una unidad porcentual la variable explicada incrementará 0,0596281%.

**Tabla 53: Supuestos Econométricos – Log – Log con 4 variables**

<b>Linealidad en los parámetros</b>	
H <sub>0</sub> = La relación es lineal	✓
H <sub>1</sub> = La relación no es lineal	
P valor	0,296486
<b>Especificación del modelo</b>	
H <sub>0</sub> = La especificación es adecuada	✓
H <sub>1</sub> = La especificación no es adecuada	
P valor	0,684479
<b>Heteroscedasticidad</b>	
H <sub>0</sub> = No hay heteroscedasticidad	✓
H <sub>1</sub> = Si hay heteroscedasticidad	
P valor	0,0501396
<b>Correlación serial o Autocorrelación</b>	
H <sub>0</sub> = No hay autocorrelación	✓
H <sub>1</sub> = Si hay autocorrelación	
P valor	Sin valor
<b>Normalidad</b>	
H <sub>0</sub> = Hay normalidad en los residuos	
H <sub>1</sub> = No hay normalidad en los residuos	x
P valor	8,00E-05

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 53 de los supuestos econométricos para el modelo Log - Log añadido el ITCER e IPC muestra la existencia de linealidad en los parámetros al tener un p valor de 0,296486, siendo mayor que el 5 % del nivel de confianza y aceptando la hipótesis

nula de una relación lineal. Para saber si el modelo está correctamente especificado se aplicó la prueba de Reset Ramsey con un valor p de 0,684479 al 5% de nivel de confianza y aceptando la hipótesis nula de que la especificación es adecuada. Se cumplen los dos primeros supuestos.

Con el contraste de White se acepta la hipótesis nula de que no existe heterocedasticidad con un p valor de 0,0501396, se cumple el supuesto. La autocorrelación no tiene ningún valor, por lo tanto, se cumple este supuesto. Finalmente el contraste de normalidad de Jarque Bera presenta un valor p de 8,00E-05 que rechaza la hipótesis nula y aceptando la alterna que no existe normalidad en los residuos, este último supuesto es el único que no se cumple.

### Valor de la perturbación igual a cero

**Tabla 54: Tercer supuesto – Log – Log con 4 variables**

<b>Estadísticos de los residuos</b>	
Media	4,19E-16
Mediana	0,12018
Desviación típica	0,66364
Observaciones ausentes	19

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 54 se la realizó para el tercer supuesto con los estadísticos de los residuos del modelo Log – Log, donde su media es 4,19E-16 un valor cercano a cero, por lo tanto se cumple el supuesto. Se observa 0 valores ausentes dentro del modelo.

### Colinealidad

$$FIV = \frac{1}{(1 - r^2)} = \frac{1}{(1 - 0,089254)} = 1,0980009$$



El penúltimo supuesto se lo realiza con la ecuación del factor inflacionario de la varianza como un medidor de colinealidad. Su resultado es 1,0980009, por lo tanto, no existe colinealidad entre las variables, porque los valores que sean superiores a 10 indican la existencia de este problema.

**Tabla 55: Resumen de los Modelos con 4 variables**

	Modelo			
	MCO	log-lin	lin-log	log-log
Constante	0,6776	0,0082 ***	0,7549	0,351
Ppetr	0,0068 ***	0,8371	0,0006 ***	0,0537 *
ITCER	0,8036	0,0305 **	0,4443	0,6133
IPC	0,765	0,153	0,2352	0,5964
R-cuadrado	0,127798	0,11241	<b>0,159938</b>	0,089254
Valor p (de F)	0,005466	2,63E-02	0,001489	0,076126
Criterio de Schwarz	240,3917	199,1063	229,3498	<b>171,7436</b>
Criterio de Akaike	230,1343	189,5285	219,2626	<b>162,3684</b>
Crit. de Hannan-Quinn	234,2805	193,3713	223,3339	<b>166,1184</b>
Durbin-Watson	<b>0,240369</b>	sin valor	0,24837	sin valor

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En la tabla N° 55 se presenta los valores obtenidos para cada modelo antes visto. Para el MCO y Lin – Log el Ppetr es la única variable significativa al 1%, 5% y 10%, en el modelo Log – Lin la constante presenta los tres asteriscos y el ITCER solo dos, el modelo Log – Log presenta solo al precio del petróleo como variable significativa al 10%. El valor p del estadístico de F para el modelo log-log es el único que acepta la hipótesis nula de que los coeficientes no son significativos, por lo tanto las variables en su conjunto no explican el modelo. El R cuadrado más alto es del modelo lin-log, pero aun así sigue siendo bajo, porque demuestra que el modelo explica las variaciones en el PIB en un 15,99%. Para seleccionar el mejor modelo se utilizó los criterios de Schwarz, Akaike y Hannan-Quinn, los valores más pequeños obtenidos fueron del modelo log-log, el cual cumple con seis de los 7 supuestos econométricos.

## Modelo de Vectores Autorregresivos para las 4 variables

Como se realizó para el primer objetivo al no encontrar un modelo MCO que permita explicar de forma adecuada la relación de las variables, se procede a realizar un modelo VAR, pero primero se realiza algunas pruebas previas para continuar con la especificación del modelo.

### Estacionariedad

La varianza debe ser constante en las variables del modelo VAR. Para comprobar si se cumple con lo dicho anteriormente se debe realizar primero la prueba de raíz unitaria mediante Dickey Fuller Aumentado, esto permitirá ver si los valores son estacionales. Se debe realizar para cada variable de forma individual.

**Tabla 56: Test Dickey Fuller con 4 variables**

Test Dickey Fuller	
Contraste con constante	
$\Delta$ PIB	
$H_0 =$ Hay raíz unitaria	x
$H_1 =$ No hay raíz unitaria	
P valor	0,142
Ppetr	
$H_0 =$ Hay raíz unitaria	x
$H_1 =$ No hay raíz unitaria	
P valor	0,5355
ITCER	
$H_0 =$ Hay raíz unitaria	x
$H_1 =$ No hay raíz unitaria	
P valor	0,6358
IPC	

$H_0 =$ Hay raíz unitaria	x
$H_1 =$ No hay raíz unitaria	
P valor	0,6142

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

El resultado presentado en la tabla N° 56 de la prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller Aumentado en niveles resulta tener un p valor para la variable PIB de 0,142, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de que existe una raíz unitaria, en otras palabras no es estacionaria. La variable del precio del petróleo tiene un p valor de 0,5355 que es superior al 0,05 del nivel de confianza rechazando la hipótesis alterna y aceptando la presencia de raíz unitaria. Las variables ITCER y el IPC tienen raíz unitaria al ser mayor que el 5% resultando ser no estacionarias.

**Tabla 57: Contraste de Dickey Fuller con las primeras diferencias**

<b>Test Dickey Fuller</b>	
Contraste con constante	
<hr/>	
d_ΔPIB	
<hr/>	
$H_0 =$ Hay raíz unitaria	
$H_1 =$ No hay raíz unitaria ✓	
P valor	2,376e-006
<hr/>	
d_Ppetr	
<hr/>	
$H_0 =$ Hay raíz unitaria	
$H_1 =$ No hay raíz unitaria ✓	
P valor	0,01614
<hr/>	
d_ITCER	
<hr/>	
$H_0 =$ Hay raíz unitaria	
$H_1 =$ No hay raíz unitaria ✓	
P valor	0,001569
<hr/>	
d_IPC	
<hr/>	
$H_0 =$ Hay raíz unitaria	

H<sub>1</sub> = No hay raíz unitaria ✓  
 P valor 0,005882

---

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

El resultado de la tabla N° 57 de la prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller Aumentado a las primeras diferencias resulta tener un p valor para la  $d_{\Delta PIB}$  de 2,376e-006; por lo cual, se rechaza la hipótesis nula de que existe una raíz unitaria. Las variables de la  $d_{Ppetr}$ ,  $d_{ITCER}$  y la  $d_{IPC}$  tienen un p valor de 0,01614; 0,001569 y 0,005882 respectivamente que son inferiores al 5% del nivel de confianza rechazando la hipótesis nula y aceptando la ausencia de raíz unitaria. Con esto se soluciona el problema de estacionariedad de las variables presentado en la tabla N° 56.

### Selección de rezagos

La selección de rezagos permite obtener los retardos óptimos para el modelo VAR. De igual forma como se realizó para el VAR de solo dos variables se procede a sacar los criterios de Akaike, Schwarz y Hannan-Quinn en la siguiente tabla:

**Tabla 58: Selección de rezagos para las cuatro variables**

	Retardos
Criterio de Akaike	6
Criterio de Bayesiano de Schwarz	6
Criterio de Hannan-Quinn	6

---

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 58 presenta los criterios en los cuales nos basamos para seleccionar los rezagos, por defecto Gretl nos da un retardo de 8, el mismo que se seleccionó en este caso. Los criterios de Akaike, Schwarz y Hannan-Quinn consideran que el retardo óptimo para el modelo VAR es de 6 retardos.

## Test de cointegración

**Tabla 59: Cointegración de Engle-Granger para las 4 variables**

<b>Cointegración de Engle-Granger</b>	
<b>Variable d_ΔPIB</b>	
H <sub>0</sub> = Hay raíz unitaria	
H <sub>1</sub> = No hay raíz unitaria	x
P valor	0,0001633
<b>Variable d_Ppetr</b>	
H <sub>0</sub> = Hay raíz unitaria	
H <sub>1</sub> = No hay raíz unitaria	x
P valor	0,01039
<b>Variable d_ITCER</b>	
H <sub>0</sub> = Hay raíz unitaria	
H <sub>1</sub> = No hay raíz unitaria	x
P valor	0,002835
<b>Variable d_IPC</b>	
H <sub>0</sub> = Hay raíz unitaria	
H <sub>1</sub> = No hay raíz unitaria	x
P valor	0,008844
<b>Residuos</b>	
H <sub>0</sub> = Hay raíz unitaria	
H <sub>1</sub> = No hay raíz unitaria	✓
P valor	0,02908

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En la tabla N° 59 de la cointegración de Engle-Granger la variable de la d\_ΔPIB tiene un p valor 0,0001633, la d\_Ppetr es de 0,01039, la d\_ITCER es 0,002835 y la d\_IPC de 0,008844, todas inferiores al 5% del nivel de confianza, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de presencia de raíz unitaria. Los residuos poseen un p valor de 0,02908 que también acepta la hipótesis de la presencia de una raíz unitaria. Como se rechaza

la hipótesis nula para las variables individuales y los residuos se determina que no existe cointegración a largo plazo.

**Tabla 60: Cointegración de Johansen para las 4 variables**

<b>Cointegración de Johansen</b>					
H <sub>0</sub> = Las variables no están cointegradas.					
H <sub>1</sub> = Las variables tienen por lo menos una relación de cointegración.					
Rango	Valor propio	Estad. traza	Valor P	Estad. Lmáx	Valor P
0	0,36747	86,480	0,0000	40,764	0,0003
1	0,19002	45,716	0,0002	18,756	0,1059
2	0,16745	26,959	0,0004	16,310	0,0214
3	0,11277	10,649	0,0011	10,649	0,0011

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En la tabla N° 60 de la cointegración de Johansen el valor p para el rango 0 del estadístico de traza y de Lmax es 0,0000 y 0,0003 respectivamente, en el rango 1 el valor p es de 0,0002 y 0,1059, el rango 2 tienen los siguientes valores 0,0004 y 0,0214 y el rango 3 son de 0,0011 en ambos casos, por lo tanto, casi todos los valores son inferiores al 5% del nivel de confianza y se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna de la existencia de un vector de cointegración, pero un valor es superior al 0,05 y se acepta la hipótesis de no cointegración.

**Tabla 61: Beta renormalizado para las 4 variables**

<b>Beta renormalizado</b>	
d_ΔPIB	1,0000
d_Ppetr	-0,15010
d_ITCER	0,51936
d_IPC	-0,31457

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

Para interpretar y ordenar la tabla N° 61 se debe multiplicar los valores resultantes de la prueba de cointegración de Johansen por menos uno. La ecuación final quedar de la siguiente forma:

$$d_{\Delta PIB} = 1 + 0,15010 d_{Ppetr} - 0,51936 d_{ITCER} + 0,31457d_{IPC}$$

Cuando el precio del petróleo aumenta en una unidad porcentual la tasa de crecimiento del PIB aumenta en 0,1501%. Si el ITCER varia en una unidad va a provocar un decrecimiento del PIB en 0,51936%. Y cuando el IPC incremente en 1% el Producto Interno Bruto se elevará en 0,31457%.

### **Especificación del modelo**

De acuerdo a los estudios previos el modelo VAR se establece en sus primeras diferencias para todas las variables. Los retardos serán 6 según los criterios de Akaike, Schwarz y Hannan-Quinn. Los modelos quedarían de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} d_{\Delta PIB}_t = & \beta_{10} + \beta_{11}d_{\Delta PIB}_{t-1} + \beta_{12}d_{\Delta PIB}_{t-2} + \beta_{13}d_{\Delta PIB}_{t-3} \\ & + \beta_{14}d_{\Delta PIB}_{t-4} + \beta_{15}d_{\Delta PIB}_{t-5} + \beta_{16}d_{\Delta PIB}_{t-6} + \beta_{11}d_{Ppetr}_{t-1} \\ & + \beta_{12}d_{Ppetr}_{t-2} + \beta_{13}d_{Ppetr}_{t-3} + \beta_{14}d_{Ppetr}_{t-4} \\ & + \beta_{15}d_{Ppetr}_{t-5} + \beta_{16}d_{Ppetr}_{t-6} + \beta_{11}d_{ITCER}_{t-1} \\ & + \beta_{12}d_{ITCER}_{t-2} + \beta_{13}d_{ITCER}_{t-3} + \beta_{14}d_{ITCER}_{t-4} \\ & + \beta_{15}d_{ITCER}_{t-5} + \beta_{16}d_{ITCER}_{t-6} \\ & + \beta_{11}d_{IPC}_{t-1} + \beta_{12}d_{IPC}_{t-2} + \beta_{13}d_{IPC}_{t-3} + \beta_{14}d_{IPC}_{t-4} \\ & + \beta_{15}d_{IPC}_{t-5} + \beta_{16}d_{IPC}_{t-6} + \mu_{1t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d\_Ppetr_t = & \beta_{20} + \beta_{21}\Delta PIB_{t-1} + \beta_{22}\Delta PIB_{t-2} + \beta_{23}\Delta PIB_{t-3} + \beta_{24}\Delta PIB_{t-4} \\
& + \beta_{25}\Delta PIB_{t-5} + \beta_{26}\Delta PIB_{t-6} + \beta_{21}d\_Ppetr_{t-1} + \beta_{22}d\_Ppetr_{t-2} \\
& + \beta_{23}d\_Ppetr_{t-3} + \beta_{24}d\_Ppetr_{t-4} + \beta_{25}d\_Ppetr_{t-5} \\
& + \beta_{26}d\_Ppetr_{t-6} + \beta_{21}d\_ITCER_{t-1} + \beta_{22}d\_ITCER_{t-2} \\
& + \beta_{23}d\_ITCER_{t-3} + \beta_{24}d\_ITCER_{t-4} + \beta_{25}d\_ITCER_{t-5} \\
& + \beta_{26}d\_ITCER_{t-6} \\
& + \beta_{21}d\_IPC_{t-1} + \beta_{22}d\_IPC_{t-2} + \beta_{23}d\_IPC_{t-3} + \beta_{24}d\_IPC_{t-4} \\
& + \beta_{25}d\_IPC_{t-5} + \beta_{26}d\_IPC_{t-6} + \mu_{2t}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d\_ITCER_t = & \beta_{30} + \beta_{31}\Delta PIB_{t-1} + \beta_{32}\Delta PIB_{t-2} + \beta_{33}\Delta PIB_{t-3} + \beta_{34}\Delta PIB_{t-4} \\
& + \beta_{35}\Delta PIB_{t-5} + \beta_{36}\Delta PIB_{t-6} + \beta_{31}d\_Ppetr_{t-1} + \beta_{32}d\_Ppetr_{t-2} \\
& + \beta_{33}d\_Ppetr_{t-3} + \beta_{34}d\_Ppetr_{t-4} + \beta_{35}d\_Ppetr_{t-5} \\
& + \beta_{36}d\_Ppetr_{t-6} + \beta_{31}d\_ITCER_{t-1} + \beta_{32}d\_ITCER_{t-2} \\
& + \beta_{33}d\_ITCER_{t-3} + \beta_{34}d\_ITCER_{t-4} + \beta_{35}d\_ITCER_{t-5} \\
& + \beta_{36}d\_ITCER_{t-6} \\
& + \beta_{31}d\_IPC_{t-1} + \beta_{32}d\_IPC_{t-2} + \beta_{33}d\_IPC_{t-3} + \beta_{34}d\_IPC_{t-4} \\
& + \beta_{35}d\_IPC_{t-5} + \beta_{36}d\_IPC_{t-6} + \mu_{2t}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d\_IPC_t = & \beta_{40} + \beta_{41}\Delta PIB_{t-1} + \beta_{42}\Delta PIB_{t-2} + \beta_{43}\Delta PIB_{t-3} + \beta_{44}\Delta PIB_{t-4} \\
& + \beta_{45}\Delta PIB_{t-5} + \beta_{46}\Delta PIB_{t-6} + \beta_{41}d\_Ppetr_{t-1} + \beta_{42}d\_Ppetr_{t-2} \\
& + \beta_{43}d\_Ppetr_{t-3} + \beta_{44}d\_Ppetr_{t-4} + \beta_{45}d\_Ppetr_{t-5} \\
& + \beta_{46}d\_Ppetr_{t-6} + \beta_{41}d\_ITCER_{t-1} + \beta_{42}d\_ITCER_{t-2} \\
& + \beta_{43}d\_ITCER_{t-3} + \beta_{44}d\_ITCER_{t-4} + \beta_{45}d\_ITCER_{t-5} \\
& + \beta_{46}d\_ITCER_{t-6} \\
& + \beta_{41}d\_IPC_{t-1} + \beta_{42}d\_IPC_{t-2} + \beta_{43}d\_IPC_{t-3} + \beta_{44}d\_IPC_{t-4} \\
& + \beta_{45}d\_IPC_{t-5} + \beta_{46}d\_IPC_{t-6} + \mu_{2t}
\end{aligned}$$

Donde:

$d\_APIB$  = Variable de la tasa de crecimiento del PIB en primera diferencia.

$d\_Ppetr$  = Variable de los precios del petróleo en primera diferencia.

$d\_ITCER$  = Variable del índice de tipo de cambio efectivo real en primera diferencia.



$d\_IPC$  = Variable del índice de precios al consumidor en primera diferencia.

$\beta_0$  = Constante

$\beta_i$  = Parámetros

$d\_PIB_{t-i}$  = Rezagos de la tasa de crecimiento del PIB

$d\_Ppetr_{t-i}$  = Rezagos de los precios del petróleo

$d\_ITCER_{t-i}$  = Rezagos del índice de tipo de cambio efectivo real

$d\_IPC_{t-i}$  = Rezagos del índice de precios al consumidor

$\mu_t$  = Término de error

Con el modelo ya especificado se empieza a correr el mismo en GRETL para proceder con su respectiva interpretación.

**Tabla 62: Modelo VAR, ecuación estimada del  $d\_ΔPIB$**

	Desv.				
	Coefficiente	Típica	Estadístico t	valor p	
const	0,0241452	0,0240658	1,003	0,3195	
$d\_ΔPIB\_1$	0,784876	0,182606	4,298	5,99E-05	***
$d\_ΔPIB\_2$	0,0599327	0,144746	0,4141	0,6802	
$d\_ΔPIB\_3$	0,0786745	0,122255	0,6435	0,5222	
$d\_ΔPIB\_4$	-0,838639	0,122719	-6,834	3,64E-09	***
$d\_ΔPIB\_5$	0,701196	0,172233	4,071	0,0001	***
$d\_ΔPIB\_6$	-0,0231338	0,144489	-0,1601	0,8733	
$d\_Ppetr\_1$	-0,0331760	0,0274827	-1,207	0,2318	
$d\_Ppetr\_2$	-0,00508213	0,0355925	-0,1428	0,8869	
$d\_Ppetr\_3$	0,00045512	0,0256159	0,01777	0,9859	
$d\_Ppetr\_4$	0,0460455	0,0250772	1,836	0,071	*
$d\_Ppetr\_5$	-0,101474	0,0334031	-3,038	0,0034	***

d_Ppetr_6	0,0268503	0,0278712	0,9634	0,339	
d_ITCER_1	0,0798128	0,0456991	1,746	0,0855	*
d_ITCER_2	-0,00695925	0,0637358	-0,1092	0,9134	
d_ITCER_3	0,00164618	0,0523296	0,03146	0,975	
d_ITCER_4	-0,0379469	0,0523301	-0,7251	0,471	
d_ITCER_5	0,111238	0,0892223	1,247	0,217	
d_ITCER_6	0,0489226	0,0897138	0,5453	0,5874	
d_IPC_1	-0,0265996	0,0519054	-0,5125	0,6101	
d_IPC_2	-0,0558631	0,0636998	-0,8770	0,3838	
d_IPC_3	0,00037443	0,0303867	0,01232	0,9902	
d_IPC_4	0,0143732	0,0297533	0,4831	0,6307	
d_IPC_5	-0,0218961	0,0538166	-0,4069	0,6855	
d_IPC_6	-0,0510108	0,0533127	-0,9568	0,3423	

R-cuadrado	0,802376			
R-cuadrado corregido	0,728267	Durbin-Watson	2,005154	
Valor p (de F)	1,63e-14			

---

Contrastes F de restricciones 0

---

Todos los retardos de d_ΔPIB.	F(6, 64)	13,020	[0,0000]
Todos los retardos de d_Ppetr.	F(6, 64)	5,0974	[0,0002]
Todos los retardos de d_ITCER.	F(6, 64)	3,9995	[0,0018]
Todos los retardos de d_IPC.	F(6, 64)	3,1143	[0,0097]
Todas las variables, retardos 6.	F(4, 64)	1,2146	[0,3134]

---

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 62 es sobre la primera ecuación del VAR para la variable  $d_{\Delta PIB}$ , donde se observa que está explicada por sus propios rezagos 1, 4 y 5 al 1%, 5% y 10% del nivel de confianza, lo que significa que es autorregresiva. Los rezagos 2, 3 y 6 son mayores al 5%, por lo cual, no son significativos para el modelo. La constante tiene un p valor de 0,3195 que rechaza la hipótesis nula de significancia para el modelo.

El rezago 4 al 10% y el 5 al 1%, 5% y 10% del nivel de confianza de la variable  $d_{Ppetr}$  están explicando este modelo. Solo el rezago 1 de la  $d_{ITCER}$  es significativa para el modelo al 10%. Los rezagos de la variable  $d_{IPC}$  no tienen significancia al ser mayores al 0,05 y aceptar la hipótesis nula.

El coeficiente de determinación o R cuadrado es de 0,802376, por lo tanto, el modelo está explicado en un 80,24% por las variables y según el R cuadrado ajustado en un 72,83%. El contraste F de restricción 0 para la significancia en conjunto presenta en los retardos de  $d_{\Delta PIB}$ ,  $d_{Ppetr}$ ,  $d_{ITCER}$  y  $d_{IPC}$  un p valor inferior de 0,05 y rechazando la hipótesis nula que los estimadores valen 0, en otras palabras que son significativas. En todas las variables, retardos 6 el p valor es de 0,3134 que acepta la hipótesis nula, siendo no significativa.

**Tabla 63: Modelo VAR, ecuación estimada del  $d_{Ppetr}$**

	<b>Coefficiente</b>	<b>Desv. Típ.</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>valor p</b>	
const	0,182086	0,166575	1,093	0,2784	
$d_{\Delta PIB}_1$	0,871278	1,26393	0,6893	0,4931	
$d_{\Delta PIB}_2$	0,472738	1,00188	0,4718	0,6386	
$d_{\Delta PIB}_3$	0,352082	0,846205	0,4161	0,6787	
$d_{\Delta PIB}_4$	-1,75466	0,849419	-2,066	0,0429	**
$d_{\Delta PIB}_5$	2,10425	1,19213	1,765	0,0823	*
$d_{\Delta PIB}_6$	0,256363	1,0001	0,2563	0,7985	
$d_{Ppetr}_1$	1,46874	0,190226	7,721	1,00E-10	***
$d_{Ppetr}_2$	-0,661290	0,246359	-2,684	0,0092	***
$d_{Ppetr}_3$	-0,00883918	0,177304	-0,04985	0,9604	

d_Ppetr_4	-0,675589	0,173576	-3,892	0,0002	***
d_Ppetr_5	0,952548	0,231205	4,12	0,0001	***
d_Ppetr_6	-0,440646	0,192915	-2,284	0,0257	**
d_ITCER_1	0,228712	0,316313	0,7231	0,4723	
d_ITCER_2	-0,0511692	0,441156	-0,1160	0,908	
d_ITCER_3	-0,00474116	0,362207	-0,01309	0,9896	
d_ITCER_4	0,219151	0,36221	0,605	0,5473	
d_ITCER_5	-0,343342	0,617566	-0,5560	0,5802	
d_ITCER_6	0,384422	0,620968	0,6191	0,5381	
d_IPC_1	0,033004	0,359271	0,09186	0,9271	
d_IPC_2	-0,192716	0,440908	-0,4371	0,6635	
d_IPC_3	-0,0110542	0,210326	-0,05256	0,9582	
d_IPC_4	-0,0620392	0,205942	-0,3012	0,7642	
d_IPC_5	0,219619	0,372499	0,5896	0,5575	
d_IPC_6	-0,270162	0,369012	-0,7321	0,4668	

R-cuadrado	0,940929			
R-cuadrado corregido	0,918777	Durbin- Watson	1,954198	
Valor p (de F)	1,45e-30			

---

Contrastes F de restricciones 0

---

Todos los retardos de d_ΔPIB.	F(6, 64)	1,1494	[0,3445]
Todos los retardos de d_Ppetr.	F(6, 64)	59,314	[0,0000]
Todos los retardos de d_ITCER.	F(6, 64)	0,76647	[0,5990]
Todos los retardos de d_IPC.	F(6, 64)	0,39990	[0,8764]
Todas las variables, retardos 6.	F(4, 64)	2,8824	[0,0294]

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 63 es sobre la primera ecuación del VAR para la variable d\_Ppetr, donde se observa que está explicada por sus propios rezagos 1, 2, 4, 5 y 6 al 1%, 5% y 10% del nivel de confianza, lo que significa que es autorregresiva. El rezago 3 es mayor al 5%, por lo cual, no es significativo para el modelo. La constante tiene un p valor de 0,2784 que rechaza la hipótesis nula de significancia para el modelo.

El rezago 5 al 10% y el 4 al 1% y 5% del nivel de confianza de la variable d\_ΔPIB están explicando este modelo. Los rezagos de las variables d\_ITCER y la d\_IPC no tienen significancia al ser mayores al 0,05 y aceptar la hipótesis nula.

El coeficiente de determinación o R cuadrado es de 0,940929, por lo tanto, el modelo está explicado en un 94,09% por las variables y según el R cuadrado ajustado en un 91,88%. El contraste F de restricción 0 para la significancia en conjunto presenta en los retardos de d\_Ppetr y todas las variables, retardos 6 un p valor inferior de 0,05, rechazando la hipótesis nula que los estimadores valen 0, en otras palabras que son significativas. En todos los retardos de d\_ΔPIB, la d\_ITCER y la d\_IPC el p valor es de mayor al 5% del nivel de confianza, por lo cual, se acepta la hipótesis nula, siendo no significativa.

**Tabla 64: Modelo VAR, ecuación estimada del d\_ITCER**

	Coeficiente	Desv.		valor p
		Típica	Estadístico t	
const	-0,0923069	0,0979808	-0,9421	0,3497
d_ΔPIB_1	0,514943	0,743457	0,6926	0,491
d_ΔPIB_2	-0,313502	0,589317	-0,5320	0,5966
d_ΔPIB_3	-0,271751	0,497746	-0,5460	0,587
d_ΔPIB_4	-0,222021	0,499636	-0,4444	0,6583
d_ΔPIB_5	0,295227	0,701224	0,421	0,6752
d_ΔPIB_6	-0,135191	0,588269	-0,2298	0,819
d_Ppetr_1	0,0258102	0,111892	0,2307	0,8183
d_Ppetr_2	0,0766346	0,144911	0,5288	0,5987
d_Ppetr_3	0,00713303	0,104292	0,06839	0,9457

d_Ppetr_4	-0,0525195	0,102099	-0,5144	0,6087	
d_Ppetr_5	0,0723583	0,135997	0,5321	0,5965	
d_Ppetr_6	0,053047	0,113474	0,4675	0,6417	
d_ITCER_1	1,49531	0,186058	8,037	2,78E-11	***
d_ITCER_2	-0,835859	0,259492	-3,221	0,002	***
d_ITCER_3	-0,00193464	0,213053	-0,009081	0,9928	
d_ITCER_4	-0,0918327	0,213056	-0,4310	0,6679	
d_ITCER_5	0,103636	0,363258	0,2853	0,7763	
d_ITCER_6	-0,508546	0,365259	-1,392	0,1687	
d_IPC_1	0,0588851	0,211327	0,2786	0,7814	
d_IPC_2	0,256585	0,259346	0,9894	0,3262	
d_IPC_3	0,00772707	0,123716	0,06246	0,9504	
d_IPC_4	-0,406466	0,121137	-3,355	0,0013	***
d_IPC_5	0,670126	0,219108	3,058	0,0032	***
d_IPC_6	-0,0559718	0,217056	-0,2579	0,7973	

R-cuadrado	0,966352		
R-cuadrado corregido	0,953733	Durbin-Watson	2,135327
Valor p (de F)	2,91e-38		

---

Contrastes F de restricciones 0

---

Todos los retardos de d_ΔPIB.	F(6, 64)	0,38009	[0,8891]
Todos los retardos de d_Ppetr.	F(6, 64)	1,3129	[0,2644]
Todos los retardos de d_ITCER.	F(6, 64)	61,501	[0,0000]
Todos los retardos de d_IPC.	F(6, 64)	8,8219	[0,0000]
Todas las variables, retardos 6.	F(4, 64)	8,5204	[0,0000]

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 64 es sobre la primera ecuación del VAR para la variable d\_ITCER, donde se observa que está explicada por sus propios rezagos 1 y 2 al 1%, 5% y 10% del nivel de confianza, lo que significa que es autorregresiva. Los rezagos 3, 4, 5 y 6 es mayor al 5%, por lo cual, no es significativos para el modelo. La constante tiene un p valor de 0,3497 que rechaza la hipótesis nula de significancia para el modelo.

El rezago 4 y 5 al 1%, 5% y 10% del nivel de confianza de la variable d\_IPC están explicando este modelo. Los rezagos de las variables d\_ΔPIB y la d\_Ppetr no tienen significancia al ser mayores al 0,05 y aceptar la hipótesis nula.

El coeficiente de determinación o R cuadrado es de 0,966352, por lo tanto, el modelo está explicado en un 96,63% por las variables y según el R cuadrado ajustado en un 95,37%. El contraste F de restricción 0 para la significancia en conjunto presenta en los retardos de d\_ITCER, la d\_IPC y todas las variables, retardos 6 un p valor inferior de 0,05, rechazando la hipótesis nula que los estimadores valen 0, en otras palabras que son significativas. En todos los retardos de d\_ΔPIB y la d\_Ppetr el p valor es de mayor al 5% del nivel de confianza, por lo cual, se acepta la hipótesis nula, siendo no significativa.

**Tabla 65: Modelo VAR, ecuación estimada del d\_IPC**

	Desv.				
	Coefficiente	Típica	Estadístico t	valor p	
const	-0,0675185	0,0615361	-1,097	0,2767	
d_ΔPIB_1	0,121288	0,466923	0,2598	0,7959	
d_ΔPIB_2	-0,147253	0,370116	-0,3979	0,6921	
d_ΔPIB_3	-0,128989	0,312606	-0,4126	0,6813	
d_ΔPIB_4	-0,570091	0,313793	-1,817	0,0739	*
d_ΔPIB_5	0,362243	0,440399	0,8225	0,4138	
d_ΔPIB_6	-0,0522153	0,369458	-0,1413	0,8881	
d_Ppetr_1	0,0308901	0,0702732	0,4396	0,6617	
d_Ppetr_2	0,0266528	0,09101	0,2929	0,7706	
d_Ppetr_3	0,00218775	0,0654999	0,0334	0,9735	

d_Ppetr_4	-0,0539594	0,0641225	-0,8415	0,4032	
d_Ppetr_5	0,102567	0,0854118	1,201	0,2342	
d_Ppetr_6	-0,00678885	0,0712666	-0,09526	0,9244	
d_ITCER_1	-0,0579787	0,116853	-0,4962	0,6215	
d_ITCER_2	-0,0591495	0,162972	-0,3629	0,7178	
d_ITCER_3	0,00017715	0,133807	0,001324	0,9989	
d_ITCER_4	1,2522	0,133808	9,358	1,35E-13	***
d_ITCER_5	-2,08103	0,228141	-9,122	3,47E-13	***
d_ITCER_6	0,71362	0,229398	3,111	0,0028	***
d_IPC_1	1,66873	0,132722	12,57	5,99E-19	***
d_IPC_2	-0,605107	0,16288	-3,715	0,0004	***
d_IPC_3	0,00278336	0,0776987	0,03582	0,9715	
d_IPC_4	-1,07112	0,0760791	-14,08	2,86E-21	***
d_IPC_5	1,76481	0,137609	12,82	2,40E-19	***
d_IPC_6	-0,673800	0,13632	-4,943	5,85E-06	***

R-cuadrado	0,992048			
R-cuadrado		Durbin-		
corregido	0,989066	Watson	1,971087	
Valor p (de F)	3,46e-58			

---

Contrastes F de restricciones 0

---

Todos los retardos			
de d_ΔPIB.	F(6, 64)	1,2161	[0,3097]
Todos los retardos			
de d_Ppetr.	F(6, 64)	1,3708	[0,2400]
Todos los retardos			
de d_ITCER.	F(6, 64)	55,573	[0,0000]
Todos los retardos			
de d_IPC.	F(6, 64)	206,28	[0,0000]
Todas las variables,			
retardos 6.	F(4, 64)	11,464	[0,0000]

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro



La tabla N° 65 es sobre la primera ecuación del VAR para la variable  $d\_IPC$ , donde se observa que está explicada por sus propios rezagos 1, 2, 4, 5 y 6 al 1%, 5% y 10% del nivel de confianza, lo que significa que es autorregresiva. El rezago 3 es mayor al 5%, por lo cual, no es significativo para el modelo. La constante tiene un p valor de 0,2767 que rechaza la hipótesis nula de significancia para el modelo.

El rezago 4, 5 y 6 al 1%, 5% y 10% del nivel de confianza de la variable  $d\_ITCER$  están explicando este modelo. Solo el rezago 4 de la  $d\_PIB$  es significativa para el modelo al 10%. Los rezagos de la variable  $d\_Ppetr$  no tienen significancia al ser mayores al 0,05 y aceptar la hipótesis nula.

El coeficiente de determinación o R cuadrado es de 0,992048, por lo tanto, el modelo está explicado en un 99,20% por las variables y según el R cuadrado ajustado en un 98,90%. El contraste F de restricción 0 para la significancia en conjunto presenta en los retardos de  $d\_ITCER$ , la  $d\_IPC$  y todas las variables, retardos 6 un p valor inferior de 0,05, rechazando la hipótesis nula que los estimadores valen 0, en otras palabras que son significativas. En todos los retardos de  $d\_PIB$  y la  $d\_Ppetr$  el p valor es de mayor al 5% del nivel de confianza, por lo cual, se acepta la hipótesis nula, siendo no significativa.

### Supuestos del modelo VAR

Para validar el modelo VAR se debe cumplir con los supuestos econométricos, como se lo realizó en el modelo MCO para las 4 variables.

### Autocorrelación

**Tabla 66: Autocorrelación para el VAR con 4 variables**

<b>Correlación serial o Autocorrelación</b>	
$H_0 =$ No hay autocorrelación	✓
$H_1 =$ Si hay autocorrelación	x

	P valor	
Rezago 1	0,9951	✓
Rezago 2	0,9859	✓
Rezago 3	0,1029	✓
Rezago 4	0,0000	x
Rezago 5	0,0024	x
Rezago 6	0,0121	x

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La hipótesis nula en la tabla N° 66 es aceptada para los 3 primeros rezagos, porque sus p valores son mayores que el 5% del nivel de confianza, los 3 últimos tienen un p valor menor al 0,05, por lo que, se rechaza la hipótesis nula de no autocorrelación.

**Tabla 67: Autocorrelación con Durbin-Watson**

<b>Durbin-Watson</b>		
$H_0 =$ No hay autocorrelación positiva o negativa		✓
$H_1 =$ Si hay autocorrelación positiva o negativa		x
<b><math>d_u &lt; d &lt; 4 - d_u</math></b>		
d_ΔPIB	1,7326 < <b>2,005154</b> < 2,2674	✓
d_Ppetr	1,7326 < <b>1,954198</b> < 2,2674	✓
d_ITCER	1,7326 < <b>2,135327</b> < 2,2674	✓
d_PIC	1,7326 < <b>1,971087</b> < 2,2674	✓

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

Para tomar una decisión de autocorrelación también se utiliza el Durbin Watson. Según la regla de decisión en la tabla N° 67 no existe autocorrelación con este test. Como conclusión no existe autocorrelación y se cumple este supuesto econométrico para el presente modelo VAR.

## Heterocedasticidad

**Tabla 68: Heterocedasticidad para el Var con 4 variables**

<b>Contraste ARCH</b>		
$H_0 =$ No hay Heterocedasticidad Condicional Autorregresiva		✓
$H_1 =$ Si hay Heterocedasticidad Condicional Autorregresiva		x
	P valor	
Rezago 1	0,9941	✓
Rezago 2	1,0000	✓
Rezago 3	1,0000	✓
Rezago 4	0,0457	x
Rezago 5	0,3042	✓
Rezago 6	0,9459	✓

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En la tabla N° 68 se presenta el contraste ARCH para determinar si existe homocedasticidad, La hipótesis nula es aceptada para los 5 rezagos, ya que sus p valores son mayores que el 5% del nivel de confianza, la única excepción es el rezago número 4 que tiene un p valor de 0,0457. Como resultado del contraste el modelo tiene una varianza constante, no existe heterocedasticidad y se cumple este supuesto econométrico para el presente modelo VAR.

## Normalidad de los residuos

**Tabla 69: Normalidad en los residuos para las 4 variables**

<b>Normalidad en los residuos</b>	
$H_0 =$ Existe normalidad en los residuos.	
$H_1 =$ No existe normalidad en los residuos	
P valor	0,0000

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

En la tabla N° 69 se realiza el contraste de normalidad de los residuos de Doornik-Hansen, donde con un p valor de 0,0000 al 5% del nivel de confianza se rechaza la hipótesis nula de la existencia de normalidad en los residuos. No se cumple con el supuesto de no tener una media cero ni varianza constante. Pero según (Gujarati & Porter, 2010) como se ocupa una muestra de 96 datos, cercano a las 100 observaciones que es lo recomendable para este modelo, no es muy relevante este supuesto y se puede flexibilizar.

## Causalidad

**Tabla 70: Causalidad de Granger para el Var con 4 variables**

<b>Causalidad de Granger</b>	
<b>Ecuación estimada del d_ΔPIB</b>	
H <sub>0</sub> = El precio del petróleo no causa al PIB	
H <sub>1</sub> = El precio del petróleo si causa al PIB	✓
P valor	0,0002
<b>Ecuación estimada del d_Ppetr</b>	
H <sub>0</sub> = El PIB no causa al precio del petróleo	x
H <sub>1</sub> = El PIB causa al precio del petróleo	
P valor	0,3445
<b>Ecuación estimada del d_ITCER</b>	
H <sub>0</sub> = El ITCER no causa al precio del petróleo	x
H <sub>1</sub> = El ITCER causa al precio del petróleo	
P valor	0,2644
<b>Ecuación estimada del d_IPC</b>	
H <sub>0</sub> = El IPC no causa al precio del petróleo	x
H <sub>1</sub> = El IPC causa al precio del petróleo	
P valor	0,2400

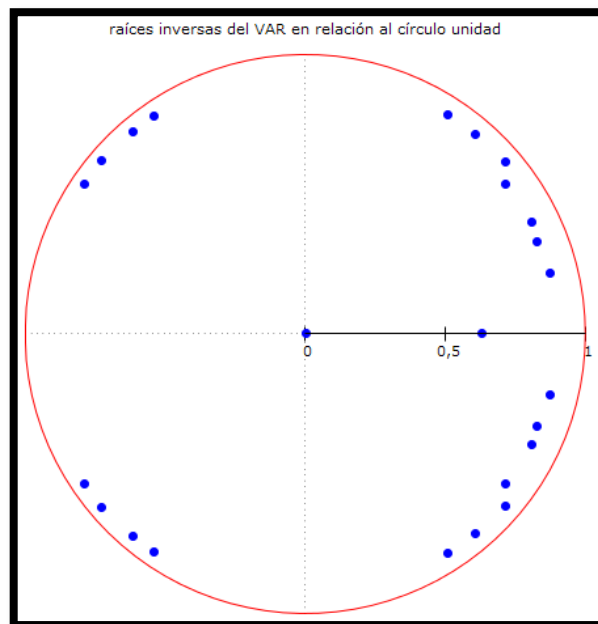
**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

El test de causalidad de Granger se lo consigue de forma indirecta en el Gretl, los p valores obtenidos de los contrastes F de restricciones cero del modelo VAR son los utilizados para la tabla N° 70. Para la ecuación estimada del  $\Delta\text{PIB}$  el p valor es de 0,0002, se acepta la hipótesis nula de causalidad. La ecuación estimada del  $d\_P\text{petr}$  tiene un p valor de 0,3445, la  $d\_ITCER$  es 0,2644 y la  $d\_IPC$  de 0,2400, las tres son superiores al 5% del nivel de confianza, por lo que, se acepta la hipótesis nula. Con estos resultados se determina que el PIB, el ITCER y el IPC no causa al precio del petróleo, pero este si causa al PIB.

### Raíces inversas del Var

**Gráfico 16: Raíces inversas del Var**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

El gráfico N° 16 de las raíces inversas del Var muestra a los puntos dentro del círculo unidad, lo cual representa que las variables de tasa de crecimiento del PIB, el precio del petróleo, el índice de tipo de cambio efectivo real y el índice de precios al consumidor no tienen raíz unitaria, aunque están casi al límite del 1. Esto ratifica el test de Dickey Fuller Aumentado donde se expresa que existe estacionariedad en las variables.

## Modelo óptimo

**Tabla 71: Modelo óptimo para las cuatro variables**

	<b>Modelo Log - Log</b>	<b>Modelo VAR</b>
<b>Supuestos</b>		
Autocorrelación	✓	✓
Heteroscedasticidad	✓	✓
Normalidad de los residuos	x	x
<b>¿Se explica el modelo en su conjunto?</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>
<b>Criterios de selección</b>		
Schwarz	171,7436	<b>9,2732</b>
Akaike	162,3684	<b>6,4769</b>
Hannan-Quinn	166,1184	<b>7,6040</b>

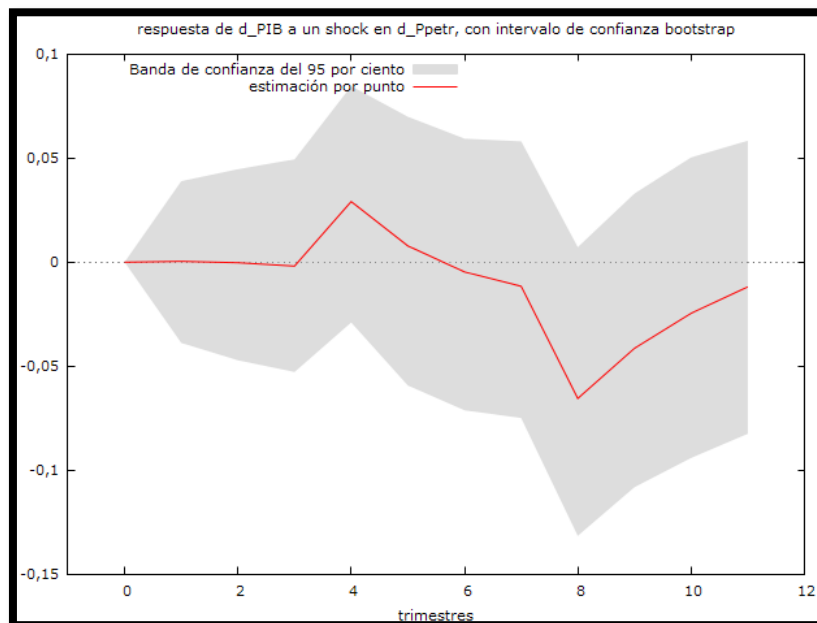
**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

La tabla N° 71 es un resumen de los dos mejores modelos realizados para las cuatro variables, de los cuales el modelo Var cumple con sus dos supuestos de la no existencia de autocorrelación y es homocedástica, la normalidad en los residuos al tener casi 100 datos pueden flexibilizarse y, por lo tanto, no es de gran importancia. El mejor modelo realizado al principio fue el Log – Log, que cumplía la mayoría de los supuestos con la excepción de la normalidad. El VAR se explica en su conjunto pero el otro modelo no. Los criterios Schwarz, Akaike y Hannan-Quinn seleccionan al VAR como el mejor modelo.

## Función impulso respuesta

**Gráfico 17: Función impulso respuesta**



**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

El gráfico N° 17 es la ilustración del efecto de un shock del precio del petróleo en la tasa de crecimiento del PIB en el Ecuador. En los primeros tres meses no se aprecian cambios tan significativos, el cuarto trimestre se nota un impacto mayor, el mismo que tiene una pendiente positiva que dura un trimestre hasta que comienza a decrecer hasta llegar al segundo año, en donde empieza a crecer otra vez hasta el doceavo trimestre.

En el análisis de causalidad se presentó una relación de la  $d_{\Delta PIB}$  con las otras dos variables, pero estas a su vez no estaban causadas por el precio del petróleo, por esta razón solo se presenta la interpretación de la única variable que se vio afectada por el precio del barril de crudo.

## Descomposición de la varianza

**Tabla 72: Descomposición de la varianza para la variable d\_ΔPIB**

Periodo	Desv. Típica	d_ΔPIB	d_Ppetr	d_ITCER	d_IPC
1	0,182148	100	0	0	0
2	0,207397	98,1406	0,0004	1,6743	0,1847
3	0,217763	91,0345	0,0005	5,5264	3,4386
4	0,233809	79,0468	0,007	9,1198	11,8265
5	0,293543	76,6778	0,9884	6,9216	15,4122
6	0,318203	74,1139	0,9007	5,9115	19,0738
7	0,325934	73,2656	0,8795	5,8412	20,0137
8	0,328322	72,8434	0,992	6,435	19,7296
9	0,341312	70,3753	4,6101	6,023	18,9916
10	0,349972	68,2694	5,7893	5,7615	20,1798
11	0,355945	66,7916	6,0747	5,5833	21,5504
12	0,359509	66,109	6,0648	5,4737	22,3525

**Fuente:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

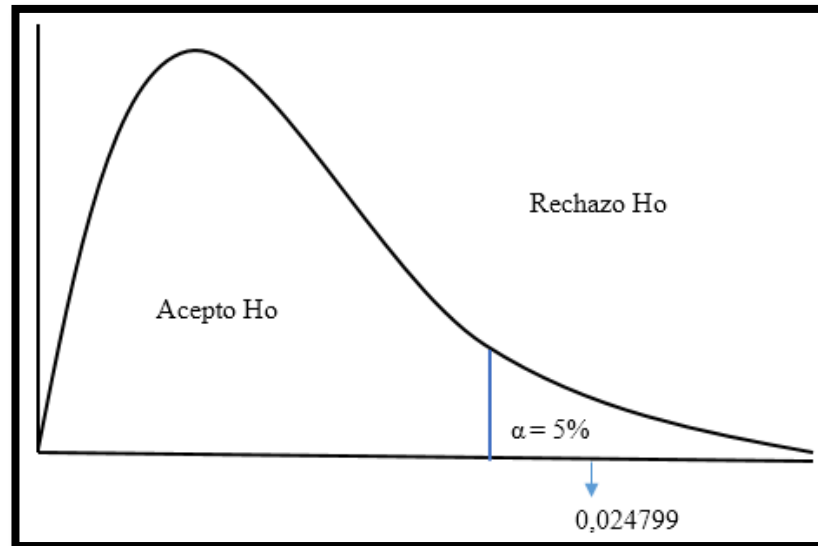
La descomposición de la varianza para la variable de la d\_ΔPIB muestra la influencia de los shocks de las distintas variables analizadas dentro de la dependiente. Los valores de la tabla N° 72 reflejan que la tasa de crecimiento del PIB se ve afectada en mayor medida por la d\_ITCER y la d\_IPC. En el caso del shock de los precios del petróleo se ve que el valor que más explica a la d\_ΔPIB está en el periodo 11 con un 6,07%, los valores anteriores explican en menor medida siendo las más bajas en los primeros 4 periodos.



## 4.2 Verificación de la hipótesis

La verificación de las hipótesis planteadas se las lleva a cabo con los contrastes de F de Fisher realizados anteriormente a los modelos para las dos y cuatro variables.

**Gráfico 18: Prueba de hipótesis para la  $\Delta$ PIB y d\_Ppetr**

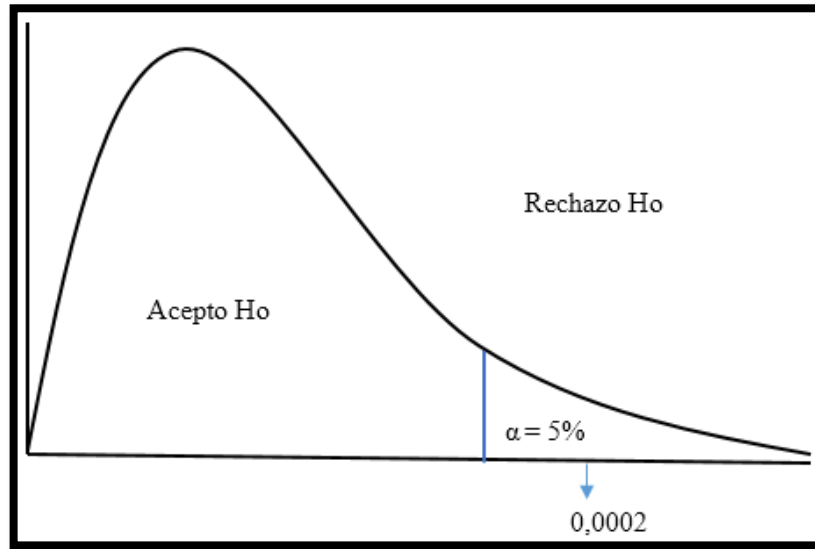


**Fuente:** Word

**Elaborado por:** Fernando Castro

En el gráfico N° 18 se muestra como se rechaza la hipótesis nula con un p valor de 0,024799 a un nivel de significancia del 5%, la cual se refiere a que los coeficientes son igual a 0, por lo tanto, en este modelo las variables tasa de crecimiento del Producto Interno Buto y el precio del petróleo para el periodo 1976 al 2018 tienen una relación. Se afirma que el Ppetr está explicando al PIB.

**Gráfico 19. Prueba de hipótesis para la  $d_{\Delta PIB}$  y  $d_{Ppetr}$**

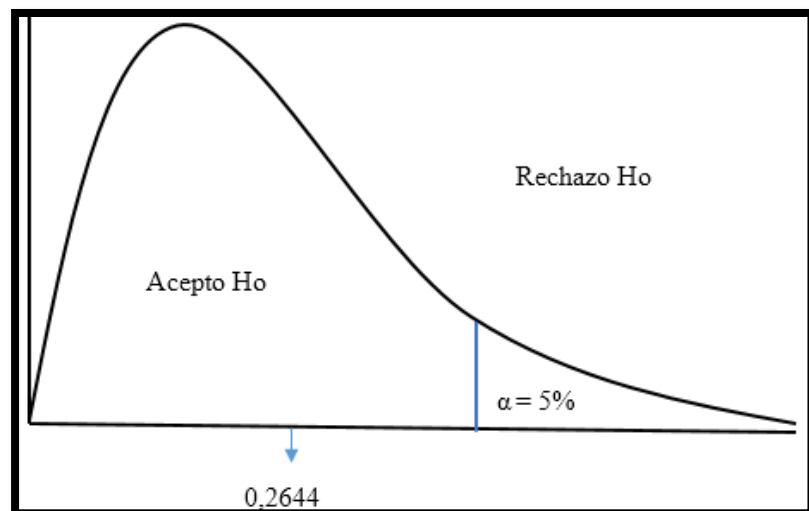


**Fuente:** Word

**Elaborado por:** Fernando Castro

El gráfico N° 19 muestra como se rechaza la hipótesis nula con un p valor de 0,0002 a un nivel de significancia del 5%, la cual se refiere a que los coeficientes son igual a cero, por este motivo las variables tasa de crecimiento del Producto Interno Buto y el precio del petróleo para el periodo 1995 al 2018 tienen una relación. Se afirma que el Ppetr está explicando al PIB.

**Gráfico 20: Prueba de hipótesis para la  $d_{ITCER}$  y  $d_{Ppetr}$**

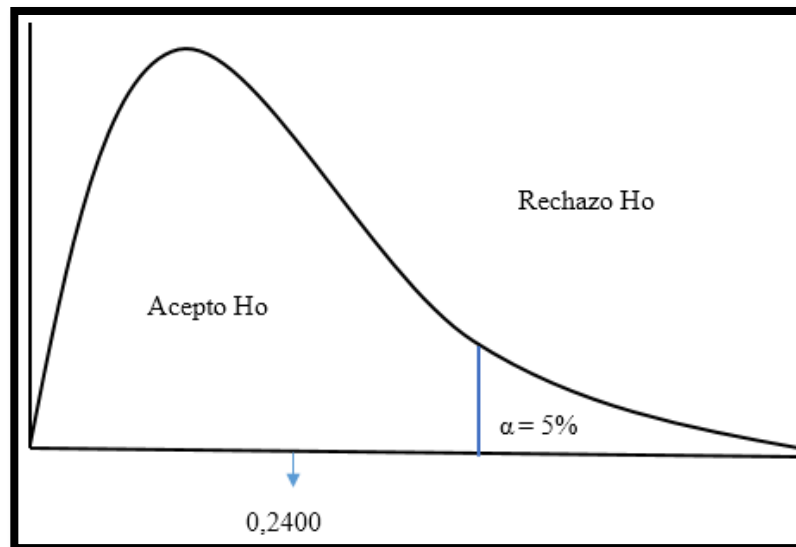


**Fuente:** Word

**Elaborado por:** Fernando Castro

El gráfico N° 20 muestra como se acepta la hipótesis nula con un p valor de 0,2644 a un nivel de significancia del 5%, la cual se refiere a que los coeficientes son igual a cero, por lo que, en este modelo las variables del índice de tipo de cambio efectivo real y el precio del petróleo para el periodo 1995 al 2018 no se relacionan. Se afirma que el Ppetr no está explicando al ITCER.

**Gráfico 21: Prueba de hipótesis para la  $d\_IPC$  y  $d\_Ppetr$**



**Fuente:** Word

**Elaborado por:** Fernando Castro

El gráfico N° 21 muestra como se acepta la hipótesis nula con un p valor de 0,2400 a un nivel de significancia del 5%, la cual se refiere a que los coeficientes son igual a cero, por lo cual, en este modelo las variables del índice de precios al consumidor y el precio del petróleo para el periodo 1995 al 2018 no se relacionan. Se afirma que el Ppetr no está explicando al IPC.

#### **4.3 Limitaciones del estudio**

La primera limitación del estudio es la falta de datos de forma trimestral para los años de estudio del 2000 hacia atrás y para el ITCER no existen desde el año 1995 hacia atrás. Para solucionar este problema se optó por buscar datos anuales con el fin de trimestralizar con el Ecotrim. Aquí se presentó el siguiente problema porque para el

precio del petróleo y del PIB se encontró datos desde 1976, pero para el ITCER y el IPC aparecía desde 1995, por lo tanto, se realizó dos modelos el primero para las dos variables con datos a partir de 1976 y el otro para las cuatro variables desde 1995. El último problema presentado se debe a que no se encontró valores constantes con el mismo año base. El PIB está con año base 2007, el IPC y el ITCER con año base 2014.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Ecuador siendo un país rico en recursos naturales, es lógico que sus ingresos provengan en una gran parte de la explotación y venta de los mismos. Con los análisis realizados mediante el modelo de vectores autorregresivos muestra cómo reacciona nuestra economía cuando se tiene un brusco aumento o decrecimiento en los precios del barril de petróleo WTI.

En primer lugar para el objetivo uno se eligió un modelo Log – Log mediante los criterios correspondientes, este modelo no cumplía con una especificación adecuada, era heterocedástico y no tenía normalidad en los residuos aunque al ser más de 100 datos no era de gran importancia. Existía una relación directa entre las dos variables del  $\text{Ln}\Delta\text{PIB}$  y  $\text{LnPpetr}$ . Para poder ver mejor su impacto se aplicó un modelo VAR que cumplía con todos los supuestos econométricos. Se obtuvo que el precio del petróleo no causa al PIB. Este resultados es similar al caso de Colombia donde una variación en el precio del crudo no afectó al PIB según **Cortázar & Linares** (2015).

La herramienta de impulso respuesta no presentaba un impacto en la tasa de crecimiento del PIB durante los primeros tres trimestres, pero a partir del cuarto se observa movimiento en la curva. La descomposición de la varianza respalda al gráfico de la respuesta al impulso porque durante los dos trimestres los rezagos del PIB explicaban a esta variable y los periodos posteriores se empiezan a ver la influencia del precio del petróleo en la dependiente.

Con lo mencionado anteriormente se hace una selección de posibles variables expuestas en otras investigaciones similares, las cuales afectan a la  $\Delta\text{PIB}$  de una manera indirecta. Se escogió al índice de tipo de cambio efectivo real y al índice de precios al consumidor. Estas variables presentaban datos desde 1995, siendo el principal motivo de su selección. Con esto se redujo los datos para la  $\Delta\text{PIB}$  y precios

del barril de crudo, ya que se tenía datos desde 1976. El ITCER se elige para ver cómo se afecta a la competitividad de la economía ecuatoriana y el IPC muestra la variación de los precios cuando ocurre un shock en los precios del petróleo. De esta forma se cumple con el segundo objetivo.

El tercer objetivo es la continuación del primero pero con las variables adicionales que se menciona en el segundo. Se procedió de igual que con dos variables, primero utilizando modelos lineales que determinó el mejor modelo al Log – Log. Se cumplió con todos los supuestos econométricos con excepción de la normalidad. El criterio de Akaike lo seleccionó como mejor modelo y el valor p de F de Fisher presentó que a un nivel de 5% de significancia el modelo en su conjunto no se explicó, pero a un nivel del 10% si lo hacía.

Posterior a estos resultados se planteó un modelo VAR con las cuatro variables con el fin de encontrar un mejor modelo y sugerido por investigaciones pasadas. En esta ocasión la  $\Delta$ PIB si está explicado por los precios del petróleo, pero las variables ITCER y el IPC no están causadas por el mismo. Este caso tiene similitudes con otro estudio colombiano de **González & Hernández** (2016), donde el PIB reacciona frente un impacto en los precios del crudo, pero las variables indirectas utilizadas no fueron significativas con excepción de la balanza comercial y el consumo privado. Para el caso de la economía dominicana según **Marte & Villanueva** (2007), el PIB real se vio afectado negativamente frente a la variable Ppetr y de una manera positiva el IPC, esto se explica al ser una economía que importa este recurso natural.

En el caso ecuatoriano los primeros trimestres no muestran un gran impacto, pero a partir del cuarto el choque tiene efectos positivos en la economía ecuatoriana para en los próximos periodos disminuir su efecto. En la descomposición de la varianza el mayor efecto se ve en el onceavo periodo con un 6,07%. En el estudio de **Hernández** (2009) para la economía española, explica que al usar variables reales la respuesta ante el impacto del precio del petróleo no se ve hasta un periodo posterior del shock, al ser una economía importadora de petróleo se observa una decrecimiento de su economía frente a este fenómeno. En la descomposición de la varianza no se ve la influencia del

petróleo hasta el segundo trimestre pero con muy poco impacto del que se esperaría de este recurso natural.

El petróleo desde su boom de 1972 ha significado una fuente de ingresos para el país, llegando a representar hasta un 60% del total de exportaciones en el año antes mencionado. Según la **OMD** (2019) en el año 2011 la participación fue de 57,9%, la cual fue decreciendo hasta llegar a 36,7% en el 2017 y su participación en el PIB también ha descendido de un 13,2% en el 2011 a un 4,8% en el 2017. Esto se interpreta como una mayor influencia en los mercados internacionales de los productos agrícolas de exportación como el banano y otros productos como los camarones.

Como conclusión general se tiene una  $\Delta$ PIB causado por el precio del petróleo en un corto plazo, ya que no existía cointegración. El ITCER y el IPC tenían una relación causal con la tasa de crecimiento del PIB, pero estas no eran significativas para el Ppetr. Este recurso natural sigue siendo importante en la economía del Ecuador, por lo cual, un shock en los precios internacionales del petróleo va a afectar al país, su relación al ser directamente proporcional coincide con la teoría de un país exportador de este producto.

## 5.2 Recomendaciones

- En futuras investigaciones se recomienda el uso de las variables excluidas en el presente estudio, con el objetivo de observar si las mismas van a ser significativas para el modelo como lo son en otros países. Por otra parte, se sugiere buscar variables que tengan el mismo año base.
- Los modelos planteados podrían ser por separado para cada variable, con la finalidad de ver el efecto individual que el precio del petróleo provoca en la variable y esta a su vez en el PIB o tasa de crecimiento del PIB como en este caso.
- Se aconseja cumplir con los supuestos econométricos para evitar tener resultados espurios y la utilización de otros modelos como el VAR estructural

(SVAR) o el modelo VEC que pueden presentar resultados con más detalles y corrección de algunos errores vectoriales que se pueden presentar.

- Para posteriores estudios se pueden utilizar los cambios positivos y negativos del precio del petróleo, los cuales arrojan reacciones diferentes del PIB, apreciando una respuesta asimétrica o simétrica en el crecimiento económico dependiendo de los resultados obtenidos, ampliando más los puntos de vista.
- En lo referente a la economía del país se recomienda una diversificación mayor en las exportaciones e ingresos del país, evitando ser vulnerables frente a cambios abruptos en los precios del crudo. En los últimos años esta diversificación ha rendido frutos al reducir la participación de este producto en las exportaciones, pero no es suficiente. Se debe seguir buscando mercados y acuerdos comerciales que beneficien a nuestras exportaciones y así generando competitividad. Incentivar a los empresarios a vender productos con un valor agregado, y con eso tener una participación de las exportaciones entre estos bienes primarios y secundarios.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, A., Ávila, S., & Pérez, R. (2010). *Introducción a las economías de la naturaleza* (Primera ed.). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- AIHE. (s.f.). *El petróleo en cifras*. Obtenido de Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00065.pdf>
- Ayala, M. (2017). *El efecto del precio del petróleo en el crecimiento económico del Ecuador*. Obtenido de Universidad Católica de Loja.
- Banco Central del Ecuador. (s.f.). *Banco Central del Ecuador en el régimen de dolarización*. Obtenido de Banco Central del Ecuador: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/ElBancoCentral/BCEDolarizacion.pdf>
- Barsky, R., & Kilian, L. (Octubre de 2004). Oil and the macroeconomy since the 1970s. *Journal of Economic Perspectives*, 1-24.
- Bravo, R. (2001). *Análisis financiero de las tasas de interés en la zona monetaria europea y el impacto de la introducción del euro en las mismas*. Obtenido de Universidad de la Américas Puebla: [https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/71595/323\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/71595/323_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cortázar, J., & Linares, E. (Enero-Junio de 2015). Incidencia de los precios del petróleo en el crecimiento económico y la inversión extranjera directa en Colombia durante el periodo 1990-2010. *Revista CIFE*(26), 75-108.

- Cortés, C. (Octubre de 2017). *Técnicas para mejorar el transporte de crudos pesados por oleoductos*. Obtenido de Escuela Politécnica Nacional: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18837/1/CD-8227.pdf>
- Curcio, S., & Vilker, A. (2014). Impacto de las variaciones de precios de las commodities exportadas en la economía real de los países de América Latina. *Revista de Investigación en Modelos Financieros*, 93-114.
- De Gregorio, J. (2007). *Macroeconomía Teoría y Políticas* (I ed.). Santiago de Chile: Pearson-Educación.
- EP Petroecuador. (junio de 2013). *El petróleo en el Ecuador la nueva era petrolera*. Obtenido de Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador: <https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/El-Petr%C3%B3leo-en-el-Ecuador-La-Nueva-Era.pdf>
- Fernández, G., & Lara, C. (1998). Los shocks exógenos y el crecimiento económico del Ecuador. *Nota técnica del BCE*, 1-36.
- Figueroa, A. (Abril de 2013). Crecimiento económico y medio ambiente. *Revista CEPAL*(109), 29-42. Obtenido de [file:///C:/Users/INTEL/Downloads/crecimiento\\_economico\\_y\\_medio\\_ambiente.pdf](file:///C:/Users/INTEL/Downloads/crecimiento_economico_y_medio_ambiente.pdf)
- Gonzáles, S., & Hernández, E. (Enero-Junio de 2016). Impactos indirectos de los precios del petróleo en el crecimiento económico colombiano. *Lecturas de Economía*(86), 103-141.
- Guerrero, R., Triviño, M., & González, M. (19 de Febrero de 2009). *El rol de los precios del petróleo sobre la economía ecuatoriana*. Obtenido de dspace.ESPOL: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/530/1/1033.pdf>

- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (Quinta ed.). Ciudad de México: McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). Ciudad de México: McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- Hernández, F. (Febrero de 2009). Efectos del incremento del precio del petróleo en la economía española: Análisis de cointegración y de la política monetaria mediante reglas de Taylor. *FUNCAS Working Papers*, 1-57.
- Jamali, M., Shah, A., Soomro, H., Shafiq, K., & Shaikh, F. (2011). Oil price shocks: A comparative study on the impacts in purchasing power in Pakistan. *Modern Applied Science*, V(2), 192-203.
- Kilian, L. (2008). The economic effects of energy price shocks. *Journal of Economic Literature*, XLVI(4), 871-909. doi:10.1257/jel.46.4.871
- Lanteri, L. (Julio-Diciembre de 2014). Determinantes de los precios reales del petróleo y su impacto sobre las principales variables macroeconómicas: EU, España, Noruega y Argentina. *Economía: Teoría y práctica*(41), 45-70.
- Macancela, M., & Terán, A. (2014). *El impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento de la economía ecuatoriana, período 1972-2012*. Obtenido de Universidad de Cuenca.
- Mankiw, G. (2012). *Principios de economía* (Sexta ed.). México D.F.: Cengage Learning.
- Marte, O., & Villanueva, B. (abril-junio de 2007). Los precios internacionales del petróleo, el pib real y los precios en la economía dominicana. *Ciencia y Sociedad*, XXXII(2), 190-216.

- Martínez, C. (2006). *Estadística básica aplicada* (Tercera ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Mochón, F., & Beker, V. A. (2008). *Economía, Principios y Aplicaciones* (Tercera ed.). México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Naredo, J. M. (1996). Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible. *Primer catálogo español de buenas prácticas*, 7-18.
- OCDE. (2011). *OCDE Definición Marco de Inversión Extranjera Directa* (Cuarta ed.). Editions OCDE. Obtenido de <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264094475-es.pdf?expires=1593195754&id=id&accname=guest&checksum=3428E3FBBC37804E09A6CE01B89E03BA>
- OMC. (8 de Enero de 2019). *Exámen de las políticas comerciales*. Obtenido de Organización Mundial del Comercio: [https://www.wto.org/spanish/tratop\\_s/tpr\\_s/s383\\_s.pdf](https://www.wto.org/spanish/tratop_s/tpr_s/s383_s.pdf)
- Pedersen, M., & Ricaurte, M. (Junio de 2013). Efectos de shocks al precio del petróleo sobre la economía en Chile y sus socios comerciales. *Working Papers Central Bank of Chile*, 38-65. Obtenido de Banco Central de Chile.
- Perilla, J. (Julio de 2011). El impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento económico en Colombia. *Revista de Economía del Rosario*, XIII(1), 75-116. Obtenido de <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/economia/article/view/1631>
- Picón, L. (Junio de 2016). *Shocks del petróleo, efectos de 1º y 2º ronda*. Obtenido de Universidad Complutense Madrid: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/518-2016-07-24-TFG%20Luis%20Pico%C3%ACn%20Rodri%C3%ACguez.pdf>
- Riera, P., García, D., Kriström, B., & Brännlund, R. (2005). *Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales*. Madrid: Thomson.

- Roach, K. (Julio-Diciembre de 2014). Un análisis estructural de los choques de precios del petróleo en la macroeconomía de Jamaica. *Monetaria*, XXXVI(2), 233-271. Obtenido de [https://www.cemla.org/PDF/monetaria/PUB\\_MON\\_XXXVI-02-02.pdf](https://www.cemla.org/PDF/monetaria/PUB_MON_XXXVI-02-02.pdf)
- Rodríguez, J. d. (2005). *Teorías del Crecimiento económico*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: <http://www.proglocode.unam.mx/system/files/16.AP%C3%89NDICE.%20PRIMER%20CAP%C3%8DTULO.pdf>
- Rodríguez, L., & Sandoval, D. (2001). El concepto de capital natural en los modelos de crecimiento exógeno. *Revista de análisis económico*, XVI(33), 109-128. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/413/41303304.pdf>
- Sánchez, E. (2010). *Shocks del precio del petróleo y su impacto en el crecimiento y la inflación de la economía colombiana*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia.
- Secretaria de Hidrocarburos y Ministerio de Recursos Naturales No Renovables. (24 de Noviembre de 2011). *Ley de Hidrocarburos*. Obtenido de Secretaria de Hidrocarburos: [http://www.historico.secretariahidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/08/NORMATIVA\\_HIDROCARBURIFERA.pdf](http://www.historico.secretariahidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/08/NORMATIVA_HIDROCARBURIFERA.pdf)
- Segovia, S. (2001). Determinantes Fundamentales del tipo de cambio real de largo plazo: aplicaciones para el caso mexicano. *Cuestiones Economicas*, XVII(3), 39-85.
- Shafi, K. (Enero de 2015). Exchange rate volatility and oil prices shocks. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, V(1), 249-256.
- Verini, N. (2010). Trazadores: el West Texas Intermediate pierde terreno como crudo de referencia. *Petrotécnica*, 84-96.

Wei, Y., & Gou, X. (2016). An empirical analysis of the relationship between oil prices and the Chinese macro-economy. *Energy Economics*, 1-36. doi:10.1016/j.eneco.2016.02.023

Wooldridge, J. (2010). *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno* (Cuarta ed.). Ciudad de México: Cengage Learning.

## ANEXOS

### Anexo 1: Ficha de Observación - Datos anuales

Años	PIB (millones de dólares de 2007)	Precio del Petróleo WTI	ITCER (Base 2014)	IPC (Base 2014)
1976	20.670,32	12,23		
1977	21.002,05	14,22		
1978	22.200,60	14,55		
1979	23.029,58	25,08		
1980	23.883,67	37,96		
1981	25.224,23	36,08		
1982	25.379,32	33,65		
1983	25.293,82	30,30		
1984	25.957,86	29,39		
1985	26.979,30	27,98		
1986	27.914,07	15,05		
1987	27.841,75	19,19		
1988	29.481,76	15,98		
1989	29.778,28	19,67		
1990	30.874,09	24,46		
1991	32.199,01	21,53		
1992	32.879,79	20,57		
1993	33.528,58	18,45		
1994	34.956,31	17,21		
1995	35.743,72	18,42	105,41	22,98
1996	36.362,71	22,16	110,09	24,36
1997	37.936,44	20,61	106,25	30,66
1998	39.175,65	14,39	103,63	35,78
1999	37.318,96	19,31	143,46	51,96
2000	37.726,41	30,37	155,8	95,51
2001	39.241,36	25,93	113,39	40,26

2002	40.848,99	26,16	101,76	12,55
2003	41.961,26	31,06	98,12	7,95
2004	45.406,71	41,49	101,73	2,75
2005	47.809,32	56,59	105,82	2,17
2006	49.914,62	66,04	106,67	3,30
2007	51.007,78	72,20	112,22	2,28
2008	54.250,41	100,06	112,6	8,39
2009	54.557,73	61,92	104,66	5,20
2010	56.481,06	79,45	105,97	3,56
2011	60.925,06	95,04	108,08	4,47
2012	64.362,43	94,13	104,59	5,11
2013	67.546,13	97,99	103,53	2,73
2014	70.105,36	93,28	100	3,59
2015	70.174,68	48,71	88,64	3,97
2016	69.314,07	43,34	86,4	1,73
2017	70.955,69	50,79	89,07	0,42
2018	71.870,52	65,20	91,64	-0,22

Fuentes: BCE, INEC y BP Group

Elaborado por: Fernando Castro

## Anexo 2: Ficha de Observación - Datos trimestrales del Ecotrim

Años	PIB (millones de dólares de 2007)	Precio del Petróleo WTI	ITCER (Base 2014)	IPC (Base 2014)
<b>1976-T1</b>	5162,53479	11,67		
<b>1976-T2</b>	5164,55288	11,89		
<b>1976-T3</b>	5168,58904	12,34		
<b>1976-T4</b>	5174,64329	13,02		
<b>1977-T1</b>	5182,71562	13,91		
<b>1977-T2</b>	5213,0629	14,40		
<b>1977-T3</b>	5265,68514	14,46		
<b>1977-T4</b>	5340,58234	14,11		
<b>1978-T1</b>	5437,75449	13,34		



---

<b>1978-T2</b>	5521,58116	13,52
<b>1978-T3</b>	5592,06233	14,64
<b>1978-T4</b>	5649,19802	16,70
<b>1979-T1</b>	5692,98821	19,72
<b>1979-T2</b>	5736,26671	23,07
<b>1979-T3</b>	5779,0335	26,76
<b>1979-T4</b>	5821,28858	30,78
<b>1980-T1</b>	5863,03197	35,15
<b>1980-T2</b>	5922,88363	38,02
<b>1980-T3</b>	6000,84358	39,40
<b>1980-T4</b>	6096,91182	39,28
<b>1981-T1</b>	6211,08833	37,66
<b>1981-T2</b>	6294,74651	36,38
<b>1981-T3</b>	6347,88634	35,44
<b>1981-T4</b>	6370,50783	34,84
<b>1982-T1</b>	6362,61097	34,57
<b>1982-T2</b>	6352,33974	34,09
<b>1982-T3</b>	6339,69413	33,41
<b>1982-T4</b>	6324,67415	32,52
<b>1983-T1</b>	6307,27978	31,43
<b>1983-T2</b>	6306,79252	30,54
<b>1983-T3</b>	6323,21237	29,86
<b>1983-T4</b>	6356,53933	29,38
<b>1984-T1</b>	6406,77339	29,11
<b>1984-T2</b>	6459,94326	29,11
<b>1984-T3</b>	6516,04893	29,39
<b>1984-T4</b>	6575,09042	29,95
<b>1985-T1</b>	6637,06771	30,78
<b>1985-T2</b>	6704,96134	30,00
<b>1985-T3</b>	6778,77132	27,59
<b>1985-T4</b>	6858,49763	23,57
<b>1986-T1</b>	6944,14028	17,93
<b>1986-T2</b>	6992,14843	14,52

---

---

<b>1986-T3</b>	7002,52207	13,35
<b>1986-T4</b>	6975,26121	14,41
<b>1987-T1</b>	6910,36585	17,71
<b>1987-T2</b>	6904,43606	19,62
<b>1987-T3</b>	6957,47186	20,14
<b>1987-T4</b>	7069,47324	19,28
<b>1988-T1</b>	7240,4402	17,04
<b>1988-T2</b>	7360,8265	15,72
<b>1988-T3</b>	7430,63215	15,32
<b>1988-T4</b>	7449,85715	15,85
<b>1989-T1</b>	7418,50149	17,31
<b>1989-T2</b>	7416,38633	18,84
<b>1989-T3</b>	7443,51167	20,44
<b>1989-T4</b>	7499,87751	22,12
<b>1990-T1</b>	7585,48384	23,87
<b>1990-T2</b>	7672,94204	24,81
<b>1990-T3</b>	7762,2521	24,93
<b>1990-T4</b>	7853,41402	24,25
<b>1991-T1</b>	7946,42781	22,75
<b>1991-T2</b>	8024,9627	21,66
<b>1991-T3</b>	8089,0187	20,99
<b>1991-T4</b>	8138,59579	20,73
<b>1992-T1</b>	8173,69398	20,89
<b>1992-T2</b>	8206,23486	20,82
<b>1992-T3</b>	8236,21844	20,54
<b>1992-T4</b>	8263,64472	20,03
<b>1993-T1</b>	8288,51369	19,30
<b>1993-T2</b>	8335,914	18,67
<b>1993-T3</b>	8405,84566	18,13
<b>1993-T4</b>	8498,30865	17,70
<b>1994-T1</b>	8613,30299	17,37
<b>1994-T2</b>	8709,61083	17,17
<b>1994-T3</b>	8787,23217	17,11

---

---

<b>1994-T4</b>	8846,16701	17,18		
<b>1995-T1</b>	8886,41536	17,38	104,21	22,95
<b>1995-T2</b>	8922,32065	17,88	104,69	22,96
<b>1995-T3</b>	8953,8829	18,67	105,65	22,99
<b>1995-T4</b>	8981,10209	19,76	107,08	23,02
<b>1996-T1</b>	9003,97823	21,14	109,00	23,07
<b>1996-T2</b>	9047,80859	22,10	110,20	23,61
<b>1996-T3</b>	9112,59318	22,64	110,69	24,63
<b>1996-T4</b>	9198,332	22,75	110,47	26,15
<b>1997-T1</b>	9305,02504	22,44	109,55	28,15
<b>1997-T2</b>	9419,33634	21,58	107,86	29,96
<b>1997-T3</b>	9541,2659	20,18	105,41	31,57
<b>1997-T4</b>	9670,81371	18,22	102,19	32,98
<b>1998-T1</b>	9807,97978	15,72	98,21	34,20
<b>1998-T2</b>	9857,21889	14,18	98,78	35,32
<b>1998-T3</b>	9818,53106	13,62	103,92	36,34
<b>1998-T4</b>	9691,91627	14,03	113,61	37,26
<b>1999-T1</b>	9477,37453	15,41	127,86	38,08
<b>1999-T2</b>	9332,50412	17,52	139,80	43,96
<b>1999-T3</b>	9257,30505	20,37	149,43	54,91
<b>1999-T4</b>	9251,7773	23,96	156,75	70,91
<b>2000-T1</b>	9315,92089	28,27	161,75	91,98
<b>2000-T2</b>	9387,85097	30,84	161,38	101,82
<b>2000-T3</b>	9467,56754	31,65	155,61	100,43
<b>2000-T4</b>	9555,07059	30,71	144,46	87,83
<b>2001-T1</b>	9650,36014	28,01	127,92	64,00
<b>2001-T2</b>	9752,4682	26,10	115,50	44,97
<b>2001-T3</b>	9861,39478	24,98	107,18	30,75
<b>2001-T4</b>	9977,13988	24,64	102,96	21,33
<b>2002-T1</b>	10099,7035	25,09	102,86	16,72
<b>2002-T2</b>	10193,747	25,70	102,38	13,21
<b>2002-T3</b>	10259,2702	26,47	101,52	10,80
<b>2002-T4</b>	10296,2733	27,40	100,28	9,49

---

<b>2003-T1</b>	10304,7562	28,49	98,66	9,29
<b>2003-T2</b>	10382,3731	29,96	97,80	8,68
<b>2003-T3</b>	10529,1239	31,79	97,69	7,65
<b>2003-T4</b>	10745,0087	34,00	98,33	6,20
<b>2004-T1</b>	11030,0274	36,58	99,72	4,34
<b>2004-T2</b>	11272,695	39,57	101,08	2,96
<b>2004-T3</b>	11473,0113	42,99	102,41	2,06
<b>2004-T4</b>	11630,9763	46,82	103,71	1,64
<b>2005-T1</b>	11746,5902	51,07	104,98	1,70
<b>2005-T2</b>	11875,1316	54,98	105,83	1,91
<b>2005-T3</b>	12016,6004	58,55	106,24	2,27
<b>2005-T4</b>	12170,9968	61,77	106,23	2,79
<b>2006-T1</b>	12338,3206	64,65	105,79	3,46
<b>2006-T2</b>	12461,3834	66,36	105,97	3,66
<b>2006-T3</b>	12540,1851	66,89	106,76	3,40
<b>2006-T4</b>	12574,7259	66,25	108,17	2,68
<b>2007-T1</b>	12565,0057	64,43	110,19	1,50
<b>2007-T2</b>	12635,8931	66,81	111,81	1,34
<b>2007-T3</b>	12787,3879	73,39	113,03	2,19
<b>2007-T4</b>	13019,4903	84,18	113,84	4,07
<b>2008-T1</b>	13332,2002	99,16	114,25	6,96
<b>2008-T2</b>	13549,4449	105,52	113,75	8,69
<b>2008-T3</b>	13671,2243	103,24	112,35	9,25
<b>2008-T4</b>	13697,5386	92,33	110,05	8,66
<b>2009-T1</b>	13628,3877	72,79	106,84	6,91
<b>2009-T2</b>	13605,1454	60,63	104,68	5,52
<b>2009-T3</b>	13627,8119	55,84	103,58	4,51
<b>2009-T4</b>	13696,387	58,43	103,54	3,87
<b>2010-T1</b>	13810,8709	68,39	104,54	3,60
<b>2010-T2</b>	13980,4215	76,80	105,52	3,48
<b>2010-T3</b>	14205,0391	83,65	106,46	3,49
<b>2010-T4</b>	14484,7235	88,95	107,36	3,65
<b>2011-T1</b>	14819,4748	92,69	108,24	3,95

<b>2011-T2</b>	15118,0918	95,12	108,52	4,28
<b>2011-T3</b>	15380,5745	96,25	108,22	4,63
<b>2011-T4</b>	15606,9229	96,08	107,33	5,01
<b>2012-T1</b>	15797,1371	94,60	105,86	5,42
<b>2012-T2</b>	15990,6112	93,82	104,76	5,46
<b>2012-T3</b>	16187,3453	93,74	104,04	5,13
<b>2012-T4</b>	16387,3393	94,36	103,70	4,42
<b>2013-T1</b>	16590,5933	95,68	103,73	3,35
<b>2013-T2</b>	16790,2704	97,13	103,67	2,67
<b>2013-T3</b>	16986,3705	98,72	103,50	2,39
<b>2013-T4</b>	17178,8938	100,44	103,22	2,50
<b>2014-T1</b>	17367,8402	102,29	102,85	3,01
<b>2014-T2</b>	17506,8188	99,43	101,56	3,45
<b>2014-T3</b>	17595,8298	91,85	99,36	3,80
<b>2014-T4</b>	17634,8731	79,56	96,24	4,09
<b>2015-T1</b>	17623,9488	62,56	92,22	4,29
<b>2015-T2</b>	17587,4672	50,22	89,18	4,24
<b>2015-T3</b>	17525,4285	42,54	87,12	3,95
<b>2015-T4</b>	17437,8326	39,51	86,05	3,40
<b>2016-T1</b>	17324,6795	41,15	85,96	2,59
<b>2016-T2</b>	17280,9531	42,68	86,10	1,93
<b>2016-T3</b>	17306,6533	44,11	86,47	1,40
<b>2016-T4</b>	17401,7802	45,42	87,06	1,01
<b>2017-T1</b>	17566,3337	46,63	87,88	0,75
<b>2017-T2</b>	17701,1908	48,78	88,69	0,52
<b>2017-T3</b>	17806,3513	51,87	89,47	0,30
<b>2017-T4</b>	17881,8153	55,89	90,24	0,11
<b>2018-T1</b>	17927,5827	60,86	90,99	-0,07
<b>2018-T2</b>	17961,9083	64,58	91,55	-0,20
<b>2018-T3</b>	17984,792	67,07	91,92	-0,29
<b>2018-T4</b>	17996,2339	68,31	92,11	-0,33

**Fuentes:** Ecotrim

**Elaborado por:** Fernando Castro

**Anexo 3: Ficha de Observación - Datos trimestrales del PIB y Precios del  
petróleo**

<b>Fecha</b>	<b>PIB (millones de dólares de 2007)</b>	<b>Precio del Petróleo WTI</b>
<b>1976-T2</b>	0,04	11,89
<b>1976-T3</b>	0,08	12,34
<b>1976-T4</b>	0,12	13,02
<b>1977-T1</b>	0,16	13,91
<b>1977-T2</b>	0,59	14,40
<b>1977-T3</b>	1,01	14,46
<b>1977-T4</b>	1,42	14,11
<b>1978-T1</b>	1,82	13,34
<b>1978-T2</b>	1,54	13,52
<b>1978-T3</b>	1,28	14,64
<b>1978-T4</b>	1,02	16,70
<b>1979-T1</b>	0,78	19,72
<b>1979-T2</b>	0,76	23,07
<b>1979-T3</b>	0,75	26,76
<b>1979-T4</b>	0,73	30,78
<b>1980-T1</b>	0,72	35,15
<b>1980-T2</b>	1,02	38,02
<b>1980-T3</b>	1,32	39,40
<b>1980-T4</b>	1,60	39,28
<b>1981-T1</b>	1,87	37,66
<b>1981-T2</b>	1,35	36,38
<b>1981-T3</b>	0,84	35,44
<b>1981-T4</b>	0,36	34,84
<b>1982-T1</b>	-0,12	34,57
<b>1982-T2</b>	-0,16	34,09
<b>1982-T3</b>	-0,20	33,41
<b>1982-T4</b>	-0,24	32,52
<b>1983-T1</b>	-0,28	31,43
<b>1983-T2</b>	-0,01	30,54

<b>1983-T3</b>	0,26	29,86
<b>1983-T4</b>	0,53	29,38
<b>1984-T1</b>	0,79	29,11
<b>1984-T2</b>	0,83	29,11
<b>1984-T3</b>	0,87	29,39
<b>1984-T4</b>	0,91	29,95
<b>1985-T1</b>	0,94	30,78
<b>1985-T2</b>	1,02	30,00
<b>1985-T3</b>	1,10	27,59
<b>1985-T4</b>	1,18	23,57
<b>1986-T1</b>	1,25	17,93
<b>1986-T2</b>	0,69	14,52
<b>1986-T3</b>	0,15	13,35
<b>1986-T4</b>	-0,39	14,41
<b>1987-T1</b>	-0,93	17,71
<b>1987-T2</b>	-0,09	19,62
<b>1987-T3</b>	0,77	20,14
<b>1987-T4</b>	1,61	19,28
<b>1988-T1</b>	2,42	17,04
<b>1988-T2</b>	1,66	15,72
<b>1988-T3</b>	0,95	15,32
<b>1988-T4</b>	0,26	15,85
<b>1989-T1</b>	-0,42	17,31
<b>1989-T2</b>	-0,03	18,84
<b>1989-T3</b>	0,37	20,44
<b>1989-T4</b>	0,76	22,12
<b>1990-T1</b>	1,14	23,87
<b>1990-T2</b>	1,15	24,81
<b>1990-T3</b>	1,16	24,93
<b>1990-T4</b>	1,17	24,25
<b>1991-T1</b>	1,18	22,75
<b>1991-T2</b>	0,99	21,66
<b>1991-T3</b>	0,80	20,99

<b>1991-T4</b>	0,61	20,73
<b>1992-T1</b>	0,43	20,89
<b>1992-T2</b>	0,40	20,82
<b>1992-T3</b>	0,37	20,54
<b>1992-T4</b>	0,33	20,03
<b>1993-T1</b>	0,30	19,30
<b>1993-T2</b>	0,57	18,67
<b>1993-T3</b>	0,84	18,13
<b>1993-T4</b>	1,10	17,70
<b>1994-T1</b>	1,35	17,37
<b>1994-T2</b>	1,12	17,17
<b>1994-T3</b>	0,89	17,11
<b>1994-T4</b>	0,67	17,18
<b>1995-T1</b>	0,45	17,38
<b>1995-T2</b>	0,40	17,88
<b>1995-T3</b>	0,35	18,67
<b>1995-T4</b>	0,30	19,76
<b>1996-T1</b>	0,25	21,14
<b>1996-T2</b>	0,49	22,10
<b>1996-T3</b>	0,72	22,64
<b>1996-T4</b>	0,94	22,75
<b>1997-T1</b>	1,16	22,44
<b>1997-T2</b>	1,23	21,58
<b>1997-T3</b>	1,29	20,18
<b>1997-T4</b>	1,36	18,22
<b>1998-T1</b>	1,42	15,72
<b>1998-T2</b>	0,50	14,18
<b>1998-T3</b>	-0,39	13,62
<b>1998-T4</b>	-1,29	14,03
<b>1999-T1</b>	-2,21	15,41
<b>1999-T2</b>	-1,53	17,52
<b>1999-T3</b>	-0,81	20,37
<b>1999-T4</b>	-0,06	23,96



<b>2000-T1</b>	0,69	28,27
<b>2000-T2</b>	0,77	30,84
<b>2000-T3</b>	0,85	31,65
<b>2000-T4</b>	0,92	30,71
<b>2001-T1</b>	1,00	28,01
<b>2001-T2</b>	1,06	26,10
<b>2001-T3</b>	1,12	24,98
<b>2001-T4</b>	1,17	24,64
<b>2002-T1</b>	1,23	25,09
<b>2002-T2</b>	0,93	25,70
<b>2002-T3</b>	0,64	26,47
<b>2002-T4</b>	0,36	27,40
<b>2003-T1</b>	0,08	28,49
<b>2003-T2</b>	0,75	29,96
<b>2003-T3</b>	1,41	31,79
<b>2003-T4</b>	2,05	34,00
<b>2004-T1</b>	2,65	36,58
<b>2004-T2</b>	2,20	39,57
<b>2004-T3</b>	1,78	42,99
<b>2004-T4</b>	1,38	46,82
<b>2005-T1</b>	0,99	51,07
<b>2005-T2</b>	1,09	54,98
<b>2005-T3</b>	1,19	58,55
<b>2005-T4</b>	1,28	61,77
<b>2006-T1</b>	1,37	64,65
<b>2006-T2</b>	1,00	66,36
<b>2006-T3</b>	0,63	66,89
<b>2006-T4</b>	0,28	66,25
<b>2007-T1</b>	-0,08	64,43
<b>2007-T2</b>	0,56	66,81
<b>2007-T3</b>	1,20	73,39
<b>2007-T4</b>	1,82	84,18
<b>2008-T1</b>	2,40	99,16

<b>2008-T2</b>	1,63	105,52
<b>2008-T3</b>	0,90	103,24
<b>2008-T4</b>	0,19	92,33
<b>2009-T1</b>	-0,50	72,79
<b>2009-T2</b>	-0,17	60,63
<b>2009-T3</b>	0,17	55,84
<b>2009-T4</b>	0,50	58,43
<b>2010-T1</b>	0,84	68,39
<b>2010-T2</b>	1,23	76,80
<b>2010-T3</b>	1,61	83,65
<b>2010-T4</b>	1,97	88,95
<b>2011-T1</b>	2,31	92,69
<b>2011-T2</b>	2,02	95,12
<b>2011-T3</b>	1,74	96,25
<b>2011-T4</b>	1,47	96,08
<b>2012-T1</b>	1,22	94,60
<b>2012-T2</b>	1,22	93,82
<b>2012-T3</b>	1,23	93,74
<b>2012-T4</b>	1,24	94,36
<b>2013-T1</b>	1,24	95,68
<b>2013-T2</b>	1,20	97,13
<b>2013-T3</b>	1,17	98,72
<b>2013-T4</b>	1,13	100,44
<b>2014-T1</b>	1,10	102,29
<b>2014-T2</b>	0,80	99,43
<b>2014-T3</b>	0,51	91,85
<b>2014-T4</b>	0,22	79,56
<b>2015-T1</b>	-0,06	62,56
<b>2015-T2</b>	-0,21	50,22
<b>2015-T3</b>	-0,35	42,54
<b>2015-T4</b>	-0,50	39,51
<b>2016-T1</b>	-0,65	41,15
<b>2016-T2</b>	-0,25	42,68

<b>2016-T3</b>	0,15	44,11
<b>2016-T4</b>	0,55	45,42
<b>2017-T1</b>	0,95	46,63
<b>2017-T2</b>	0,77	48,78
<b>2017-T3</b>	0,59	51,87
<b>2017-T4</b>	0,42	55,89
<b>2018-T1</b>	0,26	60,86
<b>2018-T2</b>	0,19	64,58
<b>2018-T3</b>	0,13	67,07
<b>2018-T4</b>	0,06	68,31

---

Fuentes: Excel

Elaborado por: Fernando Castro

#### Anexo 4: Ficha de Observación - Datos trimestrales de las 4 variables

---

<b>Fecha</b>	<b>PIB (millones de dólares de 2007)</b>	<b>Precio del Petróleo WTI</b>	<b>del ITCER (Base 2014)</b>	<b>IPC (Base 2014)</b>
<b>1995-T1</b>	0,45	17,38	104,21	22,95
<b>1995-T2</b>	0,40	17,88	104,69	22,96
<b>1995-T3</b>	0,35	18,67	105,65	22,99
<b>1995-T4</b>	0,30	19,76	107,08	23,02
<b>1996-T1</b>	0,25	21,14	109,00	23,07
<b>1996-T2</b>	0,49	22,10	110,20	23,61
<b>1996-T3</b>	0,72	22,64	110,69	24,63
<b>1996-T4</b>	0,94	22,75	110,47	26,15
<b>1997-T1</b>	1,16	22,44	109,55	28,15
<b>1997-T2</b>	1,23	21,58	107,86	29,96
<b>1997-T3</b>	1,29	20,18	105,41	31,57
<b>1997-T4</b>	1,36	18,22	102,19	32,98
<b>1998-T1</b>	1,42	15,72	98,21	34,20
<b>1998-T2</b>	0,50	14,18	98,78	35,32

---

---

<b>1998-T3</b>	-0,39	13,62	103,92	36,34
<b>1998-T4</b>	-1,29	14,03	113,61	37,26
<b>1999-T1</b>	-2,21	15,41	127,86	38,08
<b>1999-T2</b>	-1,53	17,52	139,80	43,96
<b>1999-T3</b>	-0,81	20,37	149,43	54,91
<b>1999-T4</b>	-0,06	23,96	156,75	70,91
<b>2000-T1</b>	0,69	28,27	161,75	91,98
<b>2000-T2</b>	0,77	30,84	161,38	101,82
<b>2000-T3</b>	0,85	31,65	155,61	100,43
<b>2000-T4</b>	0,92	30,71	144,46	87,83
<b>2001-T1</b>	1,00	28,01	127,92	64,00
<b>2001-T2</b>	1,06	26,10	115,50	44,97
<b>2001-T3</b>	1,12	24,98	107,18	30,75
<b>2001-T4</b>	1,17	24,64	102,96	21,33
<b>2002-T1</b>	1,23	25,09	102,86	16,72
<b>2002-T2</b>	0,93	25,70	102,38	13,21
<b>2002-T3</b>	0,64	26,47	101,52	10,80
<b>2002-T4</b>	0,36	27,40	100,28	9,49
<b>2003-T1</b>	0,08	28,49	98,66	9,29
<b>2003-T2</b>	0,75	29,96	97,80	8,68
<b>2003-T3</b>	1,41	31,79	97,69	7,65
<b>2003-T4</b>	2,05	34,00	98,33	6,20
<b>2004-T1</b>	2,65	36,58	99,72	4,34
<b>2004-T2</b>	2,20	39,57	101,08	2,96
<b>2004-T3</b>	1,78	42,99	102,41	2,06
<b>2004-T4</b>	1,38	46,82	103,71	1,64
<b>2005-T1</b>	0,99	51,07	104,98	1,70
<b>2005-T2</b>	1,09	54,98	105,83	1,91
<b>2005-T3</b>	1,19	58,55	106,24	2,27
<b>2005-T4</b>	1,28	61,77	106,23	2,79
<b>2006-T1</b>	1,37	64,65	105,79	3,46
<b>2006-T2</b>	1,00	66,36	105,97	3,66
<b>2006-T3</b>	0,63	66,89	106,76	3,40

---

<b>2006-T4</b>	0,28	66,25	108,17	2,68
<b>2007-T1</b>	-0,08	64,43	110,19	1,50
<b>2007-T2</b>	0,56	66,81	111,81	1,34
<b>2007-T3</b>	1,20	73,39	113,03	2,19
<b>2007-T4</b>	1,82	84,18	113,84	4,07
<b>2008-T1</b>	2,40	99,16	114,25	6,96
<b>2008-T2</b>	1,63	105,52	113,75	8,69
<b>2008-T3</b>	0,90	103,24	112,35	9,25
<b>2008-T4</b>	0,19	92,33	110,05	8,66
<b>2009-T1</b>	-0,50	72,79	106,84	6,91
<b>2009-T2</b>	-0,17	60,63	104,68	5,52
<b>2009-T3</b>	0,17	55,84	103,58	4,51
<b>2009-T4</b>	0,50	58,43	103,54	3,87
<b>2010-T1</b>	0,84	68,39	104,54	3,60
<b>2010-T2</b>	1,23	76,80	105,52	3,48
<b>2010-T3</b>	1,61	83,65	106,46	3,49
<b>2010-T4</b>	1,97	88,95	107,36	3,65
<b>2011-T1</b>	2,31	92,69	108,24	3,95
<b>2011-T2</b>	2,02	95,12	108,52	4,28
<b>2011-T3</b>	1,74	96,25	108,22	4,63
<b>2011-T4</b>	1,47	96,08	107,33	5,01
<b>2012-T1</b>	1,22	94,60	105,86	5,42
<b>2012-T2</b>	1,22	93,82	104,76	5,46
<b>2012-T3</b>	1,23	93,74	104,04	5,13
<b>2012-T4</b>	1,24	94,36	103,70	4,42
<b>2013-T1</b>	1,24	95,68	103,73	3,35
<b>2013-T2</b>	1,20	97,13	103,67	2,67
<b>2013-T3</b>	1,17	98,72	103,50	2,39
<b>2013-T4</b>	1,13	100,44	103,22	2,50
<b>2014-T1</b>	1,10	102,29	102,85	3,01
<b>2014-T2</b>	0,80	99,43	101,56	3,45
<b>2014-T3</b>	0,51	91,85	99,36	3,80
<b>2014-T4</b>	0,22	79,56	96,24	4,09

<b>2015-T1</b>	-0,06	62,56	92,22	4,29
<b>2015-T2</b>	-0,21	50,22	89,18	4,24
<b>2015-T3</b>	-0,35	42,54	87,12	3,95
<b>2015-T4</b>	-0,50	39,51	86,05	3,40
<b>2016-T1</b>	-0,65	41,15	85,96	2,59
<b>2016-T2</b>	-0,25	42,68	86,10	1,93
<b>2016-T3</b>	0,15	44,11	86,47	1,40
<b>2016-T4</b>	0,55	45,42	87,06	1,01
<b>2017-T1</b>	0,95	46,63	87,88	0,75
<b>2017-T2</b>	0,77	48,78	88,69	0,52
<b>2017-T3</b>	0,59	51,87	89,47	0,30
<b>2017-T4</b>	0,42	55,89	90,24	0,11
<b>2018-T1</b>	0,26	60,86	90,99	-0,07
<b>2018-T2</b>	0,19	64,58	91,55	-0,20
<b>2018-T3</b>	0,13	67,07	91,92	-0,29
<b>2018-T4</b>	0,06	68,31	92,11	-0,33

Fuentes: Excel

Elaborado por: Fernando Castro

### Anexo 5: Modelo MCO y sus contrastes

<b>Modelo MCO, usando las observaciones 1976:2-2018:4 (T = 171)</b>					
<b>Variable dependiente: PIB</b>					
	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	0,457232	0,0986596	4,634	<0,0001	***
Ppetr	0,00697914	0,00205603	3,394	0,0009	***
Media de la vble. dep.	0,735629	D.T. de la vble. dep.		0,738975	
Suma de cuad. residuos	86,90880	D.T. de la regresión		0,717115	
R-cuadrado	0,063829	R-cuadrado corregido		0,058289	
F(1, 169)	11,52249	Valor p (de F)		0,000857	
Log-verosimilitud	-184,7717	Criterio de Akaike		373,5435	
Criterio de Schwarz	379,8268	Crit. de Hannan-Quinn		376,0930	
rho	0,863138	Durbin-Watson		0,277164	

Contraste de no linealidad (cuadrados) -

Hipótesis nula: la relación es lineal

Estadístico de contraste: LM = 2,26927

con valor p = P(Chi-cuadrado(1) > 2,26927) = 0,131962

Contraste de especificación RESET -  
 Hipótesis nula: La especificación es adecuada  
 Estadístico de contraste:  $F(2, 167) = 3,45916$   
 con valor  $p = P(F(2, 167) > 3,45916) = 0,0337281$

Contraste de heterocedasticidad de White -  
 Hipótesis nula: No hay heterocedasticidad  
 Estadístico de contraste:  $LM = 1,41979$   
 con valor  $p = P(\text{Chi-cuadrado}(2) > 1,41979) = 0,491695$

Contraste LM de autocorrelación hasta el orden 4 -  
 Hipótesis nula: no hay autocorrelación  
 Estadístico de contraste:  $LMF = 275,794$   
 con valor  $p = P(F(4, 165) > 275,794) = 6,19468e-072$

---

**Fuentes:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

### Anexo 6: Modelo Log-Lin y sus contrastes

---

**Modelo MCO, usando las observaciones 1976:2-2018:4 (T = 145)**

**Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 26**

**Variable dependiente: l\_PIB**

---

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	-0,484542	0,114585	-4,229	<0,0001	***
Ppetr	0,00499299	0,00230808	2,163	0,0322	**
Media de la vble. dep.	-0,279475	D.T. de la vble. dep.		0,784961	
Suma de cuad. residuos	85,91594	D.T. de la regresión		0,775120	
R-cuadrado	0,031688	R-cuadrado corregido		0,024917	
F(1, 143)	4,679730	Valor p (de F)		0,032182	
Log-verosimilitud	-167,8022	Criterio de Akaike		339,6043	
Criterio de Schwarz	345,5578	Crit. de Hannan-Quinn		342,0234	

Contraste de no linealidad (cuadrados) -  
 Hipótesis nula: la relación es lineal  
 Estadístico de contraste:  $LM = 0,560522$   
 con valor  $p = P(\text{Chi-cuadrado}(1) > 0,560522) = 0,45405$

Contraste de especificación RESET -  
 Hipótesis nula: La especificación es adecuada  
 Estadístico de contraste:  $F(2, 141) = 6,66999$   
 con valor  $p = P(F(2, 141) > 6,66999) = 0,00170694$

Contraste de heterocedasticidad de White -  
 Hipótesis nula: No hay heterocedasticidad  
 Estadístico de contraste:  $LM = 0,196296$

con valor  $p = P(\text{Chi-cuadrado}(2) > 0,196296) = 0,906515$

Fuentes: Gretl

Elaborado por: Fernando Castro

### Anexo 7: Modelo Lin-Log y sus contrastes

---

**Modelo MCO, usando las observaciones 1976:2-2018:4 (T = 171)**

**Variable dependiente: PIB**

---

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	-0,230060	0,314644	-0,7312	0,4657	
l_Ppetr	0,277048	0,0888730	3,117	0,0021	***
Media de la vble. dep.	0,735629	D.T. de la vble. dep.		0,738975	
Suma de cuad. residuos	87,78638	D.T. de la regresión		0,720726	
R-cuadrado	0,054375	R-cuadrado corregido		0,048780	
F(1, 169)	9,717859	Valor p (de F)		0,002145	
Log-verosimilitud	-185,6307	Criterio de Akaike		375,2615	
Criterio de Schwarz	381,5448	Crit. de Hannan-Quinn		377,8110	
rho	0,863451	Durbin-Watson		0,277482	

Contraste de no linealidad (cuadrados) -

Hipótesis nula: la relación es lineal

Estadístico de contraste: LM = 0,837761

con valor  $p = P(\text{Chi-cuadrado}(1) > 0,837761) = 0,360038$

Contraste de especificación RESET -

Hipótesis nula: La especificación es adecuada

Estadístico de contraste: F(2, 167) = 4,68561

con valor  $p = P(F(2, 167) > 4,68561) = 0,0104739$

Contraste de heterocedasticidad de White -

Hipótesis nula: No hay heterocedasticidad

Estadístico de contraste: LM = 2,44512

con valor  $p = P(\text{Chi-cuadrado}(2) > 2,44512) = 0,294476$

Contraste LM de autocorrelación hasta el orden 4 -

Hipótesis nula: no hay autocorrelación

Estadístico de contraste: LMF = 276,872

con valor  $p = P(F(4, 165) > 276,872) = 4,6846e-072$

---

Fuentes: Gretl

Elaborado por: Fernando Castro



### Anexo 8: Modelo Log-Log y sus contrastes

<b>Modelo MCO, usando las observaciones 1976:2-2018:4 (T = 145)</b>					
<b>Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 26</b>					
<b>Variable dependiente: l_PIB</b>					
	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	-1,08323	0,360103	-3,008	0,0031	***
l_Ppetr	0,229303	0,101083	2,268	0,0248	**
Media de la vble. dep.	-0,279475	D.T. de la vble. dep.		0,784961	
Suma de cuad. residuos	85,64561	D.T. de la regresión		0,773899	
R-cuadrado	0,034735	R-cuadrado corregido		0,027985	
F(1, 143)	5,145864	Valor p (de F)		0,024799	
Log-verosimilitud	-167,5737	Criterio de Akaike		339,1474	
Criterio de Schwarz	345,1008	Crit. de Hannan-Quinn		341,5665	

Contraste de no linealidad (cuadrados) -  
Hipótesis nula: la relación es lineal  
Estadístico de contraste: LM = 0,738117  
con valor p = P(Chi-cuadrado(1) > 0,738117) = 0,390265

Contraste de especificación RESET -  
Hipótesis nula: La especificación es adecuada  
Estadístico de contraste: F(2, 141) = 9,647  
con valor p = P(F(2, 141) > 9,647) = 0,000118381

Contraste de heterocedasticidad de White -  
Hipótesis nula: No hay heterocedasticidad  
Estadístico de contraste: LM = 6,58808  
con valor p = P(Chi-cuadrado(2) > 6,58808) = 0,0371036

Fuentes: Gretl

Elaborado por: Fernando Castro

### Anexo 9: Modelo VAR para dos variables

<b>Sistema VAR, orden del retardo 14</b>
Estimaciones de MCO, observaciones 1980:1-2018:4 (T = 156)
Log-verosimilitud = -64,45477
Determinante de la matriz de covarianzas = 0,0078329904
AIC = 1,5699
BIC = 2,7039
HQC = 2,0305
Contraste Portmanteau: LB(39) = 98,6216, gl = 100 [0,5202]

Ecuación 1: PIB

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	0,108463	0,0340338	3,187	0,0018	***
PIB_1	1,83684	0,0764331	24,03	<0,0001	***
PIB_2	-0,871304	0,145762	-5,978	<0,0001	***
PIB_3	0,0114811	0,152112	0,07548	0,9400	
PIB_4	-1,57200	0,150478	-10,45	<0,0001	***
PIB_5	2,86875	0,178039	16,11	<0,0001	***
PIB_6	-1,35981	0,217016	-6,266	<0,0001	***
PIB_7	0,0152230	0,212885	0,07151	0,9431	
PIB_8	-1,33928	0,209283	-6,399	<0,0001	***
PIB_9	2,43432	0,210634	11,56	<0,0001	***
PIB_10	-1,15434	0,172375	-6,697	<0,0001	***
PIB_11	0,0122716	0,145619	0,08427	0,9330	
PIB_12	-0,705625	0,145254	-4,858	<0,0001	***
PIB_13	1,27878	0,138265	9,249	<0,0001	***
PIB_14	-0,607574	0,0720884	-8,428	<0,0001	***
d_Ppetr_1	-0,00015791	0,0139833	-0,01129	0,9910	
	3				
d_Ppetr_2	0,00195174	0,0270213	0,07223	0,9425	
d_Ppetr_3	-0,00284271	0,0287438	-0,09890	0,9214	
d_Ppetr_4	0,0584008	0,0296227	1,971	0,0508	*
d_Ppetr_5	-0,102286	0,0361691	-2,828	0,0054	***
d_Ppetr_6	0,0512914	0,0446886	1,148	0,2532	
d_Ppetr_7	-0,00463244	0,0442788	-0,1046	0,9168	
d_Ppetr_8	0,0644116	0,0453326	1,421	0,1578	
d_Ppetr_9	-0,107856	0,0460788	-2,341	0,0208	**
d_Ppetr_10	0,0527217	0,0361317	1,459	0,1470	
d_Ppetr_11	-0,00363479	0,0291021	-0,1249	0,9008	
d_Ppetr_12	0,0420733	0,0300138	1,402	0,1634	
d_Ppetr_13	-0,0690269	0,0288877	-2,389	0,0183	**
d_Ppetr_14	0,0334247	0,0153031	2,184	0,0308	**
Media de la vble. dep.	0,728932	D.T. de la vble. dep.		0,755288	
Suma de cuad. residuos	2,500844	D.T. de la regresión		0,140327	
R-cuadrado	0,971717	R-cuadrado corregido		0,965481	
F(28, 127)	155,8316	Valor p (de F)		5,46e-85	
rho	-0,007926	Durbin-Watson		2,013260	

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de PIB F(14, 127) = 227,38 [0,0000]

Todos los retardos de d\_Ppetr F(14, 127) = 1,6324 [0,0789]

Todas las variables, retardo 14 F(2, 127) = 35,555 [0,0000]

#### Ecuación 2: d\_Ppetr

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>
const	0,117961	0,199458	0,5914	0,5553
PIB_1	0,200506	0,447943	0,4476	0,6552
PIB_2	-0,185761	0,854251	-0,2175	0,8282

PIB_3	-0,0322816	0,891469	-0,03621	0,9712	
PIB_4	-1,11877	0,881893	-1,269	0,2069	
PIB_5	2,39619	1,04341	2,296	0,0233	**
PIB_6	-1,25708	1,27184	-0,9884	0,3248	
PIB_7	-0,0425440	1,24763	-0,03410	0,9729	
PIB_8	-1,56610	1,22652	-1,277	0,2040	
PIB_9	3,24454	1,23444	2,628	0,0096	***
PIB_10	-1,67068	1,01022	-1,654	0,1006	
PIB_11	-0,0172768	0,853415	-0,02024	0,9839	
PIB_12	-1,24814	0,851273	-1,466	0,1451	
PIB_13	2,49593	0,810313	3,080	0,0025	***
PIB_14	-1,28330	0,422481	-3,038	0,0029	***
d_Ppetr_1	1,78978	0,0819507	21,84	<0,0001	***
d_Ppetr_2	-0,825612	0,158361	-5,213	<0,0001	***
d_Ppetr_3	0,0148321	0,168456	0,08805	0,9300	
d_Ppetr_4	-1,64125	0,173606	-9,454	<0,0001	***
d_Ppetr_5	2,91755	0,211972	13,76	<0,0001	***
d_Ppetr_6	-1,35778	0,261902	-5,184	<0,0001	***
d_Ppetr_7	0,0264665	0,259500	0,1020	0,9189	
d_Ppetr_8	-1,37596	0,265676	-5,179	<0,0001	***
d_Ppetr_9	2,43328	0,270049	9,011	<0,0001	***
d_Ppetr_10	-1,15002	0,211753	-5,431	<0,0001	***
d_Ppetr_11	0,0186781	0,170556	0,1095	0,9130	
d_Ppetr_12	-0,558254	0,175899	-3,174	0,0019	***
d_Ppetr_13	0,976768	0,169299	5,769	<0,0001	***
d_Ppetr_14	-0,469473	0,0896854	-5,235	<0,0001	***

Media de la vble. dep.	0,240551	D.T. de la vble. dep.	4,068775
Suma de cuad. residuos	85,89547	D.T. de la regresión	0,822400
R-cuadrado	0,966526	R-cuadrado corregido	0,959146
F(28, 127)	130,9628	Valor p (de F)	2,26e-80
rho	-0,021778	Durbin-Watson	2,040522

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de PIB  $F(14, 127) = 0,98858 [0,4688]$

Todos los retardos de d\_Ppetr  $F(14, 127) = 216,89 [0,0000]$

Todas las variables, retardo 14  $F(2, 127) = 23,121 [0,0000]$

Para el sistema en conjunto

Hipótesis nula: el retardo más largo es 13

Hipótesis alternativa: el retardo más largo es 14

Contraste de razón de verosimilitudes: Chi-cuadrado(4) = 114,894 [0,0000]

**Fuentes:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

### Anexo 10: Modelo MCO y sus contrastes para las 4 variables

---

**Modelo MCO, usando las observaciones 1995:1-2018:4 (T = 96)**  
**Variable dependiente: PIB**

---

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>
const	0,419011	1,00471	0,4170	0,6776
Ppetr	0,0111017	0,00401020	2,768	0,0068 ***
ITCER	-0,00286419	0,0114825	-0,2494	0,8036
IPC	0,00276047	0,00920772	0,2998	0,7650
Media de la vble. dep.	0,745893	D.T. de la vble. dep.		0,828295
Suma de cuad. residuos	56,84736	D.T. de la regresión		0,786070
R-cuadrado	0,127798	R-cuadrado corregido		0,099357
F(3, 92)	4,493402	Valor p (de F)		0,005466
Log-verosimilitud	-111,0671	Criterio de Akaike		230,1343
Criterio de Schwarz	240,3917	Crit. de Hannan-Quinn		234,2805
rho	0,884639	Durbin-Watson		0,240369

Contraste de no linealidad (cuadrados) -

Hipótesis nula: la relación es lineal

Estadístico de contraste: LM = 19,6834

con valor p = P(Chi-cuadrado(3) > 19,6834) = 0,000197413

Contraste de especificación RESET -

Hipótesis nula: La especificación es adecuada

Estadístico de contraste: F(2, 90) = 7,44697

con valor p = P(F(2, 90) > 7,44697) = 0,00101659

Contraste de heterocedasticidad de White -

Hipótesis nula: No hay heterocedasticidad

Estadístico de contraste: LM = 19,7739

con valor p = P(Chi-cuadrado(9) > 19,7739) = 0,0193604

Contraste LM de autocorrelación hasta el orden 4 -

Hipótesis nula: no hay autocorrelación

Estadístico de contraste: LMF = 178,382

con valor p = P(F(4, 88) > 178,382) = 2,44753e-041

---

**Fuentes:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro

### Anexo 11: Modelo Log-Lin y sus contrastes para las 4 variables

---

**Modelo MCO, usando las observaciones 1995:1-2018:4 (T = 81)**  
**Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 15**  
**Variable dependiente: l\_PIB**

---

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	-3,65110	1,34438	-2,716	0,0082	***
Ppetr	0,000910524	0,00441340	0,2063	0,8371	
ITCER	0,0337386	0,0153028	2,205	0,0305	**
IPC	-0,0153858	0,0106598	-1,443	0,1530	
Media de la vble. dep.	-0,241119	D.T. de la vble. dep.		0,792504	
Suma de cuad. residuos	44,59693	D.T. de la regresión		0,761039	
R-cuadrado	0,112410	R-cuadrado corregido		0,077829	
F(3, 77)	3,250589	Valor p (de F)		0,026257	
Log-verosimilitud	-90,76427	Criterio de Akaike		189,5285	
Criterio de Schwarz	199,1063	Crit. de Hannan-Quinn		193,3713	

Contraste de no linealidad (cuadrados) -

Hipótesis nula: la relación es lineal

Estadístico de contraste: LM = 10,4165

con valor p = P(Chi-cuadrado(3) > 10,4165) = 0,0153381

Contraste de especificación RESET -

Hipótesis nula: La especificación es adecuada

Estadístico de contraste: F(2, 75) = 2,96398

con valor p = P(F(2, 75) > 2,96398) = 0,0576899

Contraste de heterocedasticidad de White -

Hipótesis nula: No hay heterocedasticidad

Estadístico de contraste: LM = 8,28754

con valor p = P(Chi-cuadrado(9) > 8,28754) = 0,505449

Fuentes: Gretl

Elaborado por: Fernando Castro

## Anexo 12: Modelo Log-Lin y sus contrastes para las 4 variables

**Modelo MCO, usando las observaciones 1995:1-2017:4 (T = 92)**

**Variable dependiente: PIB**

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	1,23297	3,93659	0,3132	0,7549	
l_Ppetr	0,686952	0,193675	3,547	0,0006	***
l_ITCER	-0,714657	0,930140	-0,7683	0,4443	
l_IPC	0,139743	0,116923	1,195	0,2352	
Media de la vble. dep.	0,771384	D.T. de la vble. dep.		0,836802	
Suma de cuad. residuos	53,53012	D.T. de la regresión		0,779934	
R-cuadrado	0,159938	R-cuadrado corregido		0,131299	
F(3, 88)	5,584716	Valor p (de F)		0,001489	
Log-verosimilitud	-105,6313	Criterio de Akaike		219,2626	
Criterio de Schwarz	229,3498	Crit. de Hannan-Quinn		223,3339	

rho 0,875635 Durbin-Watson 0,248370

Contraste de no linealidad (cuadrados) -  
 Hipótesis nula: la relación es lineal  
 Estadístico de contraste: LM = 15,5782  
 con valor p = P(Chi-cuadrado(3) > 15,5782) = 0,0013836

Contraste de especificación RESET -  
 Hipótesis nula: La especificación es adecuada  
 Estadístico de contraste: F(2, 86) = 15,4557  
 con valor p = P(F(2, 86) > 15,4557) = 1,84329e-006

Contraste de heterocedasticidad de White -  
 Hipótesis nula: No hay heterocedasticidad  
 Estadístico de contraste: LM = 28,9702  
 con valor p = P(Chi-cuadrado(9) > 28,9702) = 0,00065559

Contraste LM de autocorrelación hasta el orden 4 -  
 Hipótesis nula: no hay autocorrelación  
 Estadístico de contraste: LMF = 156,526  
 con valor p = P(F(4, 84) > 156,526) = 4,40953e-038

Fuentes: Gretl

Elaborado por: Fernando Castro

### Anexo 13: Modelo Log-Log y sus contrastes para las 4 variables

**Modelo MCO, usando las observaciones 1995:1-2018:4 (T = 77)**  
**Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 19**  
**Variable dependiente: l\_PIB**

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>
const	-4,21837	4,49424	-0,9386	0,3510
l_Ppetr	0,371651	0,189541	1,961	0,0537 *
l_ITCER	0,541481	1,06696	0,5075	0,6133
l_IPC	0,0596281	0,112102	0,5319	0,5964
Media de la vble. dep.	-0,151943	D.T. de la vble. dep.		0,695402
Suma de cuad. residuos	33,47210	D.T. de la regresión		0,677142
R-cuadrado	0,089254	R-cuadrado corregido		0,051826
F(3, 73)	2,384687	Valor p (de F)		0,076126
Log-verosimilitud	-77,18418	Criterio de Akaike		162,3684
Criterio de Schwarz	171,7436	Crit. de Hannan-Quinn		166,1184

Contraste de no linealidad (cuadrados) -  
 Hipótesis nula: la relación es lineal  
 Estadístico de contraste: LM = 3,69378  
 con valor p = P(Chi-cuadrado(3) > 3,69378) = 0,296486

Contraste de especificación RESET -  
 Hipótesis nula: La especificación es adecuada  
 Estadístico de contraste:  $F(2, 71) = 0,381128$   
 con valor  $p = P(F(2, 71) > 0,381128) = 0,684479$

Contraste de heterocedasticidad de White -  
 Hipótesis nula: No hay heterocedasticidad  
 Estadístico de contraste:  $LM = 16,9103$   
 con valor  $p = P(\text{Chi-cuadrado}(9) > 16,9103) = 0,0501396$

Fuentes: Gretl

Elaborado por: Fernando Castro

### Anexo 14: Modelo VAR para las cuatro variables

#### Sistema VAR, orden del retardo 6

Estimaciones de MCO, observaciones 1996:4-2018:4 (T = 89)

Log-verosimilitud = -188,22385

Determinante de la matriz de covarianzas = 0,00080734551

AIC = 6,4769

BIC = 9,2732

HQC = 7,6040

Contraste Portmanteau:  $LB(22) = 391,335$ ,  $gl = 256$  [0,0000]

#### Ecuación 1: d\_PIB

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	0,0241452	0,0240658	1,003	0,3195	
d_PIB_1	0,784876	0,182606	4,298	<0,0001	***
d_PIB_2	0,0599327	0,144746	0,4141	0,6802	
d_PIB_3	0,0786745	0,122255	0,6435	0,5222	
d_PIB_4	-0,838639	0,122719	-6,834	<0,0001	***
d_PIB_5	0,701196	0,172233	4,071	0,0001	***
d_PIB_6	-0,0231338	0,144489	-0,1601	0,8733	
d_Ppetr_1	-0,0331760	0,0274827	-1,207	0,2318	
d_Ppetr_2	-0,00508213	0,0355925	-0,1428	0,8869	
d_Ppetr_3	0,000455119	0,0256159	0,01777	0,9859	
d_Ppetr_4	0,0460455	0,0250772	1,836	0,0710	*
d_Ppetr_5	-0,101474	0,0334031	-3,038	0,0034	***
d_Ppetr_6	0,0268503	0,0278712	0,9634	0,3390	
d_ITCER_1	0,0798128	0,0456991	1,746	0,0855	*
d_ITCER_2	-0,00695925	0,0637358	-0,1092	0,9134	
d_ITCER_3	0,00164618	0,0523296	0,03146	0,9750	
d_ITCER_4	-0,0379469	0,0523301	-0,7251	0,4710	
d_ITCER_5	0,111238	0,0892223	1,247	0,2170	
d_ITCER_6	0,0489226	0,0897138	0,5453	0,5874	
d_IPC_1	-0,0265996	0,0519054	-0,5125	0,6101	

d_IPC_2	-0,0558631	0,0636998	-0,8770	0,3838
d_IPC_3	0,000374429	0,0303867	0,01232	0,9902
d_IPC_4	0,0143732	0,0297533	0,4831	0,6307
d_IPC_5	-0,0218961	0,0538166	-0,4069	0,6855
d_IPC_6	-0,0510108	0,0533127	-0,9568	0,3423
Media de la vble. dep.	-0,007330	D.T. de la vble. dep.		0,412057
Suma de cuad. residuos	2,952825	D.T. de la regresión		0,214797
R-cuadrado	0,802376	R-cuadrado corregido		0,728267
F(24, 64)	10,82696	Valor p (de F)		1,63e-14
rho	-0,002695	Durbin-Watson		2,005154

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de d\_PIB F(6, 64) = 13,02 [0,0000]  
 Todos los retardos de d\_Ppetr F(6, 64) = 5,0974 [0,0002]  
 Todos los retardos de d\_ITCER F(6, 64) = 3,9995 [0,0018]  
 Todos los retardos de d\_IPC F(6, 64) = 3,1143 [0,0097]  
 Todas las variables, retardo 6 F(4, 64) = 1,2146 [0,3134]

#### Ecuación 2: d\_Ppetr

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	0,182086	0,166575	1,093	0,2784	
d_PIB_1	0,871278	1,26393	0,6893	0,4931	
d_PIB_2	0,472738	1,00188	0,4718	0,6386	
d_PIB_3	0,352082	0,846205	0,4161	0,6787	
d_PIB_4	-1,75466	0,849419	-2,066	0,0429	**
d_PIB_5	2,10425	1,19213	1,765	0,0823	*
d_PIB_6	0,256363	1,00010	0,2563	0,7985	
d_Ppetr_1	1,46874	0,190226	7,721	<0,0001	***
d_Ppetr_2	-0,661290	0,246359	-2,684	0,0092	***
d_Ppetr_3	-0,00883918	0,177304	-0,04985	0,9604	
d_Ppetr_4	-0,675589	0,173576	-3,892	0,0002	***
d_Ppetr_5	0,952548	0,231205	4,120	0,0001	***
d_Ppetr_6	-0,440646	0,192915	-2,284	0,0257	**
d_ITCER_1	0,228712	0,316313	0,7231	0,4723	
d_ITCER_2	-0,0511692	0,441156	-0,1160	0,9080	
d_ITCER_3	-0,00474116	0,362207	-0,01309	0,9896	
d_ITCER_4	0,219151	0,362210	0,6050	0,5473	
d_ITCER_5	-0,343342	0,617566	-0,5560	0,5802	
d_ITCER_6	0,384422	0,620968	0,6191	0,5381	
d_IPC_1	0,0330040	0,359271	0,09186	0,9271	
d_IPC_2	-0,192716	0,440908	-0,4371	0,6635	
d_IPC_3	-0,0110542	0,210326	-0,05256	0,9582	
d_IPC_4	-0,0620392	0,205942	-0,3012	0,7642	
d_IPC_5	0,219619	0,372499	0,5896	0,5575	
d_IPC_6	-0,270162	0,369012	-0,7321	0,4668	

Media de la vble. dep.	0,513161	D.T. de la vble. dep.		5,216733
------------------------	----------	-----------------------	--	----------



Suma de cuad. residuos	141,4675	D.T. de la regresión	1,486751
R-cuadrado	0,940929	R-cuadrado corregido	0,918777
F(24, 64)	42,47649	Valor p (de F)	1,45e-30
rho	0,021121	Durbin-Watson	1,954198

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de d_PIB	F(6, 64) = 1,1494 [0,3445]
Todos los retardos de d_Ppetr	F(6, 64) = 59,314 [0,0000]
Todos los retardos de d_ITCER	F(6, 64) = 0,76647 [0,5990]
Todos los retardos de d_IPC	F(6, 64) = 0,3999 [0,8764]
Todas las variables, retardo 6	F(4, 64) = 2,8824 [0,0294]

### Ecuación 3: d\_ITCER

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	-0,0923069	0,0979808	-0,9421	0,3497	
d_PIB_1	0,514943	0,743457	0,6926	0,4910	
d_PIB_2	-0,313502	0,589317	-0,5320	0,5966	
d_PIB_3	-0,271751	0,497746	-0,5460	0,5870	
d_PIB_4	-0,222021	0,499636	-0,4444	0,6583	
d_PIB_5	0,295227	0,701224	0,4210	0,6752	
d_PIB_6	-0,135191	0,588269	-0,2298	0,8190	
d_Ppetr_1	0,0258102	0,111892	0,2307	0,8183	
d_Ppetr_2	0,0766346	0,144911	0,5288	0,5987	
d_Ppetr_3	0,00713303	0,104292	0,06839	0,9457	
d_Ppetr_4	-0,0525195	0,102099	-0,5144	0,6087	
d_Ppetr_5	0,0723583	0,135997	0,5321	0,5965	
d_Ppetr_6	0,0530470	0,113474	0,4675	0,6417	
d_ITCER_1	1,49531	0,186058	8,037	<0,0001	***
d_ITCER_2	-0,835859	0,259492	-3,221	0,0020	***
d_ITCER_3	-0,00193464	0,213053	-0,009081	0,9928	
d_ITCER_4	-0,0918327	0,213056	-0,4310	0,6679	
d_ITCER_5	0,103636	0,363258	0,2853	0,7763	
d_ITCER_6	-0,508546	0,365259	-1,392	0,1687	
d_IPC_1	0,0588851	0,211327	0,2786	0,7814	
d_IPC_2	0,256585	0,259346	0,9894	0,3262	
d_IPC_3	0,00772707	0,123716	0,06246	0,9504	
d_IPC_4	-0,406466	0,121137	-3,355	0,0013	***
d_IPC_5	0,670126	0,219108	3,058	0,0032	***
d_IPC_6	-0,0559718	0,217056	-0,2579	0,7973	

Media de la vble. dep.	-0,208807	D.T. de la vble. dep.	4,065713
Suma de cuad. residuos	48,94636	D.T. de la regresión	0,874521
R-cuadrado	0,966352	R-cuadrado corregido	0,953733
F(24, 64)	76,58430	Valor p (de F)	2,91e-38
rho	-0,067861	Durbin-Watson	2,135327

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de d_PIB	F(6, 64) = 0,38009 [0,8891]
Todos los retardos de d_Ppetr	F(6, 64) = 1,3129 [0,2644]

Todos los retardos de d\_ITCER  $F(6, 64) = 61,501 [0,0000]$   
 Todos los retardos de d\_IPC  $F(6, 64) = 8,8219 [0,0000]$   
 Todas las variables, retardo 6  $F(4, 64) = 8,5204 [0,0000]$

Ecuación 4: d\_IPC

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	-0,0675185	0,0615361	-1,097	0,2767	
d_PIB_1	0,121288	0,466923	0,2598	0,7959	
d_PIB_2	-0,147253	0,370116	-0,3979	0,6921	
d_PIB_3	-0,128989	0,312606	-0,4126	0,6813	
d_PIB_4	-0,570091	0,313793	-1,817	0,0739	*
d_PIB_5	0,362243	0,440399	0,8225	0,4138	
d_PIB_6	-0,0522153	0,369458	-0,1413	0,8881	
d_Ppetr_1	0,0308901	0,0702732	0,4396	0,6617	
d_Ppetr_2	0,0266528	0,0910100	0,2929	0,7706	
d_Ppetr_3	0,00218775	0,0654999	0,03340	0,9735	
d_Ppetr_4	-0,0539594	0,0641225	-0,8415	0,4032	
d_Ppetr_5	0,102567	0,0854118	1,201	0,2342	
d_Ppetr_6	-0,00678885	0,0712666	-0,09526	0,9244	
d_ITCER_1	-0,0579787	0,116853	-0,4962	0,6215	
d_ITCER_2	-0,0591495	0,162972	-0,3629	0,7178	
d_ITCER_3	0,000177145	0,133807	0,001324	0,9989	
d_ITCER_4	1,25220	0,133808	9,358	<0,0001	***
d_ITCER_5	-2,08103	0,228141	-9,122	<0,0001	***
d_ITCER_6	0,713620	0,229398	3,111	0,0028	***
d_IPC_1	1,66873	0,132722	12,57	<0,0001	***
d_IPC_2	-0,605107	0,162880	-3,715	0,0004	***
d_IPC_3	0,00278336	0,0776987	0,03582	0,9715	
d_IPC_4	-1,07112	0,0760791	-14,08	<0,0001	***
d_IPC_5	1,76481	0,137609	12,82	<0,0001	***
d_IPC_6	-0,673800	0,136320	-4,943	<0,0001	***
Media de la vble. dep.	-0,280500	D.T. de la vble. dep.		5,252449	
Suma de cuad. residuos	19,30628	D.T. de la regresión		0,549236	
R-cuadrado	0,992048	R-cuadrado corregido		0,989066	
F(24, 64)	332,6665	Valor p (de F)		3,46e-58	
rho	0,014151	Durbin-Watson		1,971087	

Contrastes F de restricciones cero:

Todos los retardos de d\_PIB  $F(6, 64) = 1,2161 [0,3097]$   
 Todos los retardos de d\_Ppetr  $F(6, 64) = 1,3708 [0,2400]$   
 Todos los retardos de d\_ITCER  $F(6, 64) = 55,573 [0,0000]$   
 Todos los retardos de d\_IPC  $F(6, 64) = 206,28 [0,0000]$   
 Todas las variables, retardo 6  $F(4, 64) = 11,464 [0,0000]$

Para el sistema en conjunto  
 Hipótesis nula: el retardo más largo es 5

Hipótesis alternativa: el retardo más largo es 6  
Contraste de razón de verosimilitudes: Chi-cuadrado(16) = 163,286 [0,0000]

---

**Fuentes:** Gretl

**Elaborado por:** Fernando Castro