

La fluctuación petrolera y el PIB: El enfoque de un país exportador de crudo

Oil fluctuation and the gdp: The focus of a crude exporting country

A flutuação do petróleo e o PIB: a abordagem de um país exportador de petróleo bruto

Recebimento: 21/12/2022 - Aceite: 01/03/2023 - Publicação: 01/04/2023

Processo de Avaliação: Double Blind Review

Carlos Enrique Orihuela Romero

Universidad Nacional Agraria la Molina

corihuela@lamolina.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-0626-9196>

Giovanna Alejandra Cuesta Chávez

Universidad Nacional Agraria La Molina

alegiocuesta@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0626-9196>

Bryan Steven Acaro

Universidad Técnica de Ambato

steven.acaro.b@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2184-1103>

Israel Ladislao Cuesta

Universidad Técnica de Ambato

ladislaoaclos@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9596-8695>

RESUMEN

La fluctuación petrolera tiene una incidencia significativa en la economía mundial, puesto que repercute sobre los ingresos que perciben los países exportadores e influye en los costos de producción de los países importadores. Los factores políticos, económicos, fenómenos naturales y bélicos provocan movimientos inesperados en el precio del crudo. Este trabajo establece la relación entre el precio del petróleo y el PIB de Ecuador con la finalidad de presentar evidencia de la dependencia petrolera del país. Se aplicó modelos de MCO y VAR para establecer la relación entre variables. Los resultados de la investigación determinaron

que ante un shock positivo en el precio del petróleo el PIB incrementa en 2% y 3% en el corto plazo.

Palabras Clave: Precio del petróleo, PIB, Vector Autorregresivo, Exportador, Ecuador

ABSTRACT

The oil fluctuation has a significant impact on the world economy, since it affects the income received by the exporting countries and influences the production costs of the importing countries. Political and economic factors, natural phenomena and warfare cause unexpected movements in the price of crude. This work establishes the relationship between the price of oil and the GDP of Ecuador in order to present evidence of the country's oil dependence. OLS and VAR models were applied to establish the relationship between variables. The results of the investigation determined that in the face of a positive shock in the price of oil, GDP increases by 2% and 3% in the short term.

Keywords: Oil price, GDP, Vector Autoregressive, Exporter, Ecuador

RESUMO

A flutuação do petróleo tem um impacto significativo na economia mundial, pois afeta a renda recebida pelos países exportadores e influencia os custos de produção dos países importadores. Fenômenos políticos, econômicos, naturais e de guerra causam movimentos inesperados no preço do petróleo bruto. Este artigo estabelece a relação entre o preço do petróleo e o PIB do Equador, a fim de apresentar evidências da dependência do petróleo no país. Os modelos OLS e VAR foram aplicados para estabelecer a relação entre as variáveis. Os resultados da investigação determinaram que, diante de um choque positivo no preço do petróleo, o PIB aumenta 2% e 3% no curto prazo.

Palavras-chave: Preço do Petróleo, PIB, Vetor Autorregressivo, Exportador, Equador

1. INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales son un componente importante dentro de la economía de cualquier país, puesto que para los países exportadores representa un medio para obtener recursos económicos que le permitan financiar sus planes de desarrollo económico

(Hotelling, 1931). En Ecuador, país exportador su carta magna en el artículo 298 establece que los ingresos provenientes de la explotación de recursos naturales tendrán preasignaciones presupuestarias en el sector de salud, educación, ciencia y tecnología lo que constituye la política pública de desarrollo del país (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008). Por otro lado, para los países importadores de estos recursos constituyen la materia prima para la elaboración de bienes con valor agregado o para la generación de energía que pone en funcionamiento su economía. En Estados Unidos, país importador de crudo su sector energético está dominado por los combustibles fósiles. El sector que más demanda energía en el país norteamericano es el transporte el cual en un 70% se alimenta con el petróleo (International Energy Agency, 2019).

Considerando lo anteriormente mencionado históricamente se ha generado debate acerca de los impactos ambientales que genera su explotación, los altos niveles de extracción que en ciertos casos puede privar del acceso a estos recursos a las generaciones futuras. La explotación de los recursos naturales no renovables ha generado dos posturas. La primera que es la del movimiento conservador que busca frenar la explotación indiscriminada de los recursos de la naturaleza, estos movimientos sugieren que se restrinja la extracción de recursos en determinadas partes del territorio de un país buscando reducir los impactos que puede generar esta actividad para lo cual las autoridades del gobierno deberán emitir restricciones. La segunda que es una manifestación contraria a la conservadora que sostiene que la influencia de los monopolios que operan en la industria de los recursos naturales suelen ralentizar la producción de minerales o petróleo con la finalidad de presionar el mercado ocasionando que los precios sean exageradamente altos para los consumidores con el objetivo de obtener mayores rentas especulando con la escasez del recurso y por lo tanto, se muestran favorables a que varias industrias exploten los recursos de la naturaleza con la finalidad de reducir los precios en el mercado (Hotelling, 1931).

El sector de extracción de recursos naturales es vulnerable a los cambios inesperados en los precios de sus bienes como los metales, petróleo y minerales. Dichos movimientos inusuales son provocados por el descubrimiento de nuevas reservas, empleo de nuevos materiales y por el desarrollo de energías alternativas más eficientes que tienen la posibilidad de sustituir por ejemplo a la utilización de combustibles fósiles por la energía eléctrica en el sector de transporte (Solow, 1974).

En el año 2020 los países exportadores de crudo deben asumir una situación adversa, puesto que se han emitido sanciones y restricciones para la exportación de este tipo de crudo. Esta situación se origina debido a que la Organización Marítima Internacional estableció nuevos estándares de calidad para la utilización de combustibles en los buques de transporte de mercancías que entran en vigor en el año mencionado anteriormente.

Esto que significa que los países que comercializan crudo pesado deberán someterlo a mayores procesos de refinación para poder ofertar su producto a este sector (Agencia Internacional de Energía, 2015). Considerando esta situación, el objetivo de esta investigación es establecer la relación entre la fluctuación del precio internacional del petróleo y el PIB para la disminución de la dependencia petrolera en Ecuador. Además, se busca analizar el comportamiento de los precios internacionales del petróleo para ver su nivel de fluctuación durante el período 1976-2018. Los apartados presentados a continuación muestran la aplicación de un modelo econométrico para comprobar la teoría económica que explica la relación entre el PIB y el precio del petróleo para un país. Finalmente, se presenta la medición de la incidencia de los shocks del precio del petróleo en los cambios del PIB para evidenciar la dependencia petrolera del país en el período 1976-2018.

2. ANTECEDENTES

2.1. Ecuador y su dependencia petrolera

Tras el decaimiento de las exportaciones de banano en la década de los sesenta los inversores extranjeros dirigieron su mirada a la explotación de petróleo, dentro del mercado internacional de materias primas. Durante esta década el consumo de crudo se intensificó a nivel global, producto de la intensificación industrial. Por lo que, se incrementaron las reservas petroleras ante el inminente estallido de la demanda por este producto. El efecto de la activación del sector petrolero en Ecuador se evidenció en los ingresos por exportaciones que pasaron de 190 millones en 1970 a 2 500 millones en 1981. El primer shock de precios del crudo en el país tuvo lugar en 1972 como consecuencia del conflicto bélico árabe-israelí registrando un ajuste del precio inicial de \$3,83 por barril a \$13,4. Este incremento de renta del sector externo motivó a generar más confianza en los prestamistas internacionales por lo que la deuda externa del Ecuador se incrementó de \$260.8 millones en 1970 a \$5 868,2 millones en 1981. A pesar del aumento de recursos económicos disponibles el sector

industrial diferente de las materias primas no se desarrolló. Inclusive, la dependencia del país con respecto a este mercado se profundizó perdiendo la oportunidad de diversificar las industrias que operaban en el mercado interno. Las inversiones se centraron en la construcción de infraestructura necesaria para el almacenamiento y transporte del petróleo como lo es el Oleoducto Transecuatoriano (Acosta, 2006).

El desarrollo económico parecía ser una realidad puesto que los indicadores económicos como el Producto Interno Bruto - PIB entre 1972 y 1981 creció a una tasa promedio del 8%, además el PIB per cápita ascendió de \$260 en 1970 a \$1668 en el año 1981. En 1982 concluyó la década de bonanza petrolera para el país debido al continuo descenso del precio del petróleo hasta un valor crítico representado por una cotización de \$9 por barril en el año 1986. Conjuntamente Estados Unidos inició una política que limitaba y encarecía el otorgamiento de créditos para los países subdesarrollados esto produjo un recorte en el flujo de ingresos que obligó al gobierno a realizar múltiples medidas de ajuste para solventar y disminuir su déficit, es decir disminuyó su nivel de gasto público, tardíamente inició un plan de industrialización del país para disminuir la dependencia del sector externo para abastecer los bienes de consumo masivo de la población y tuvo que realizar procesos de renegociación del endeudamiento externo hasta el punto de adquirir nuevos créditos para poder hacer frente al servicio de la deuda contraída durante la bonanza (Acosta, 2006).

En los últimos años el nivel de dependencia petrolera ha disminuido, pero no de la forma necesaria para evitar fuertes impactos económicos. Las reformas implementadas en el año 2008, en la Constitución del Ecuador, del artículo 408, señalan que los recursos naturales renovables y no renovables incluyendo los productos del subsuelo son propiedad del Estado. Además, se modificaron las condiciones de los contratos petroleros en las cuáles se establecía que el Estado debe obtener la mayor participación de las rentas petroleras.

Los ingresos por exportaciones del sector petrolero para el estado han incrementado a partir del año 2002 que registraban un valor de \$2 055 millones y en el año 2014 alcanzaron un valor de \$13 302 millones. La contribución del sector petrolero en las exportaciones del país en este período fluctuó entre el 40% y 60% es decir que de cada \$10 de ingreso del sector externo \$5 derivan de la actividad petrolera. En cuanto al aporte del crudo al PIB en el año 2013 la industria petrolera registra un 13% de participación superando al sector manufacturero que ocupó el 12,1% y a la construcción con 10,7%. En comparación al año 2002 en el cuál la participación del petróleo ocupaba un 5.86% el ritmo de crecimiento de

esta actividad registró un crecimiento promedio del 14% hasta 2014. Es importante resaltar que en Ecuador los ingresos petroleros son considerados como un ingreso no permanente dentro del Presupuesto General del Estado (Herrera, 2016).

En el último año que registra datos el Banco Central del Ecuador indica que la participación del petróleo en el PIB del país asciende al 8,5% siendo una de las actividades que mayor participación concentra y además las exportaciones de este recurso natural representaron el 37% del total de ingresos por la actividad en el sector externo (Banco Central del Ecuador, 2019).

2.2. Relación entre el precio del petróleo y el PIB

En esta sección se menciona la literatura existente acerca de la relación entre el precio del petróleo y el PIB tanto desde la perspectiva de exportador como de importador de crudo.

El caso analizado en un país importador como lo es República Dominicana utilizó datos trimestrales del precio del petróleo y el PIB en el período 1996-2002 encontraron que un incremento de los precios del petróleo afecta de manera negativa a la producción del país puesto que reduce su tasa de crecimiento, específicamente por cada punto porcentual de incremento del precio internacional del crudo el PIB disminuye en 0.04 puntos porcentuales considerando un año como rezago. Por otro lado, se evidencia que los precios de la economía doméstica se ven afectados puesto que el índice de precios al consumidor crece 0,1137 unidades ante los shocks alcistas (Marte & Villanueva, 2007).

Otro caso estudiado para un país exportador es el de Rusia que dentro del mercado internacional de petróleo es el segundo exportador de crudo. Los resultados del estudio arrojaron que un aumento del 1% de los precios del petróleo contribuye al crecimiento del PIB en un equivalente a 0,44% en el largo plazo. Mientras que efectos a corto plazo se evidencian en la inflación que presenta una disminución, el crecimiento económico que muestra un comportamiento creciente y el tipo de cambio real se aprecia. Los precios del crudo representan un arma de doble filo puesto que cuando los precios caen la economía rusa decrece por lo tanto al ser muy volátil el mercado petrolero es necesario que Rusia diversifique sus principales industrias y fomente la inversión extranjera. Finalmente, la respuesta del PIB de Rusia ante un shock en los precios del petróleo registró efectos positivos en los cuatro primeros trimestres (Ito, 2012).

En el caso de China, el segundo país importador de petróleo en el mercado internacional muestra que el país asiático pese a tener una enorme participación en la cuota de mercado como importador de crudo no tiene la capacidad de influir en los precios internacionales del petróleo, pero además se establece que los shocks en los precios afectan a su economía. Los resultados muestran que cuando el precio del crudo aumenta en 100% el PIB incrementa en 9% y la inflación crece en 2,08%. Por último, la descomposición de la varianza indica que la fluctuación del precio del crudo explica entre el 2% y el 4% de los cambios que ocurren en el PIB (Du, Yanan, & Wei, 2010).

Finalmente, el estudio realizado por Alonso & Martínez (2017) el cual implica ciertos países miembros de la Alianza del Pacífico (Perú, Chile, México y Colombia). Los resultados demuestran que para los cuatro países el precio del petróleo, el PIB, Índice de Precios al Consumidor y la tasa de cambio real mantienen una relación a largo plazo. A nivel individual se observa en Perú, los cambios inesperados del precio del crudo no tienen influencia en el PIB lo que contradice los hallazgos esperados para un país importador según la teoría económica existente. Chile, de igual manera, un país importador de petróleo muestra que a largo plazo no existe una relación entre su producción doméstica y los shocks petroleros, pero en el corto plazo si genera un cambio positivo en el PIB. Para el caso de los exportadores se encuentra que la evidencia empírica concuerda con lo que espera a partir de la teoría. No obstante, tanto en México como Colombia no existe una relación a largo plazo entre las variables. En México solo en el segundo y tercer trimestre se presenta un cambio positivo en el PIB a consecuencia de un alza de precios del barril de crudo mientras que en Colombia el efecto se mantiene por más tiempo, alrededor de seis trimestres.

3. METODOLOGIA

Los datos de estudio corresponden a los valores del PIB del Ecuador recuperados desde Banco Central del Ecuador (2019) del período 1976 a 2018 y los precios West Texas Intermediate del petróleo tomados desde BP Group (2018) correspondiente a los años 1976 a 1985 y del período correspondiente a 1986 hasta 2018 fueron extraídos desde U.S Energy Information Administration (2019). El proceso de desagregación de datos se realizó mediante el software Ecotrim con la finalidad de generar los valores trimestrales a partir de los datos anuales de las variables. En el caso del PIB este proceso se implementó para los

datos del período 1986-1990. Mientras que en el precio del petróleo se efectuó la desagregación a los datos del período 1976-1985.

Con la finalidad de cumplir con los objetivos de la investigación se implementó un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) mediante el software econométrico General Public License Regression, Econometrics and Time-series Library (GRET).

En la modelación se utiliza el PIB debido a que Samuelson & Nordhaus (2010) señalan que esta variable macroeconómica es la suma del valor monetario de los bienes y servicios finales producidos en un país en un año. Adicionalmente indican que el PIB constituye un indicador que brinda un panorama general del estado de la economía de un país el cual permite determinar si una economía se expande o se contrae.

Por otro lado, se incluye en el modelo el precio del petróleo WTI que es una corriente de petróleo en el estado de Texas y el sur de Oklahoma en Estados Unidos y que es utilizada como referencia para fijar el precio de otras corrientes de crudo (Agencia Internacional de Energía, 2019).

Considerando lo anterior se establece en el modelo como variable explicativa al precio WTI del petróleo debido a que según EP Petroecuador (2013) el precio de la corriente WTI es la referencia del precio de las corrientes Oriente y Napo que se producen en el país. Como variable dependiente se establece el PIB de Ecuador con la finalidad de establecer la relación que mantiene con el precio del petróleo y los efectos de los movimientos del precio del crudo en la economía nacional con la finalidad de determinar si las fluctuaciones que ocurren en el mercado petrolero afectan al país debido a la dependencia que tiene de este producto en su condición de país exportador.

3.1. Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

$$PIB_i = \beta_1 + \beta_2 Ppwti_i + \mu \quad (1)$$

Donde:

PIB_i = PIB de Ecuador (Variable dependiente)

β_1 = Intercepto

β_2 = Pendiente

$Ppwti_i$ = Precio West Texas Intermediate del petróleo (Variable independiente)

μ = Término de error

3.2. Formas funcionales del MCO

Modelo log-lin

$$\ln PIB_i = \beta_1 + \beta_2 Ppwti_i + \mu \quad (2)$$

Donde:

$\ln PIB_i$ = Logaritmo natural del PIB de Ecuador (Variable dependiente)

β_1 = Intercepto

β_2 = Pendiente

$Ppwti_i$ = Precio West Texas Intermediate del petróleo (Variable independiente)

μ = Término de error

Modelo lin-log

$$PIB_i = \beta_1 + \beta_2 \ln Ppwti_i + \mu \quad (3)$$

Donde:

PIB_i = PIB de Ecuador (Variable dependiente)

β_1 = Intercepto

β_2 = Pendiente

$\ln Ppwti_i$ = Logaritmo natural del Precio West Texas Intermediate del petróleo (Variable independiente)

μ = Término de error

Modelo log-log

$$\ln PIB_i = \beta_1 + \beta_2 \ln Ppwti_i + \mu \quad (4)$$

Donde:

$\ln PIB_i$ = Logaritmo natural del PIB de Ecuador (Variable dependiente)

β_1 = Intercepto

β_2 = Pendiente

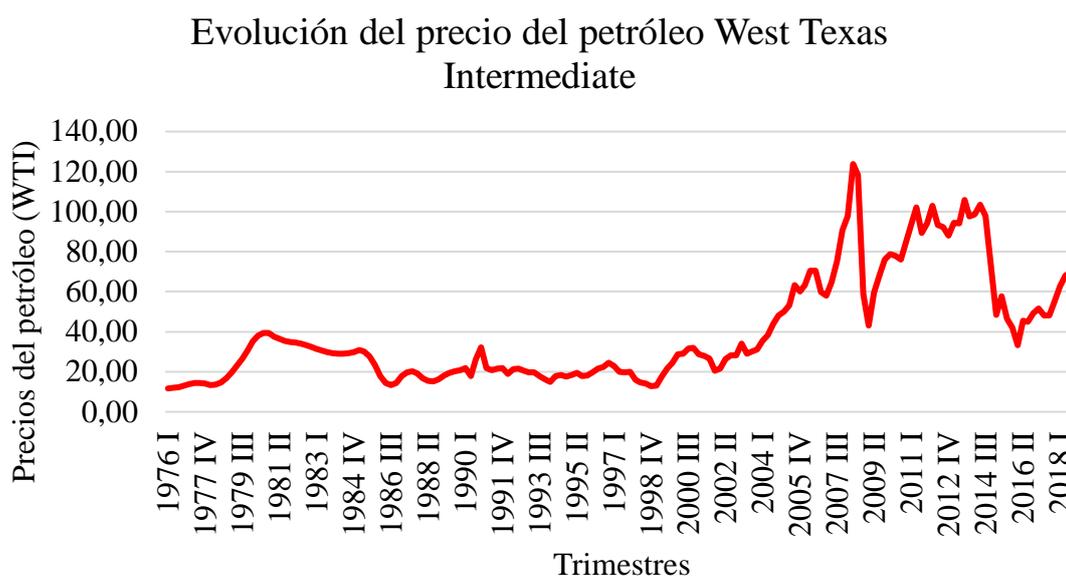
$\ln Ppwti_i$ = Logaritmo natural del Precio WTI del petróleo (Variable independiente)

μ = Término de error

4. RESULTADO

4.1. Estudio descriptivo

Figura 1: Serie temporal del precio del petróleo



Fuente: BP Group & U.S Energy Information Administration

Elaborado por el autor

En el inicio de la serie que implica el año 1976 se observa un comportamiento estable de los precios del crudo en torno a los \$14 por barril hasta antes del año 1978 en el cual se observa una tendencia creciente de los precios cercana a los \$40 por barril que se explica en lo citado por Acosta (2006) que señala que en esta época hasta el año 1982 tuvo lugar un conflicto bélicos entre árabes e israelíes siendo estos países productores de petróleo y a causa del conflicto su infraestructura petrolera se vio afectada disminuyendo la oferta petrolera. Dentro de este período el valor más bajo del crudo se registró en el año 1986 al acercarse a los \$13 debido a que como señala Coleman (2012) Arabia Saudita deja de ser un productor

autónomo del recurso y se une a la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) para iniciar una guerra de precios en el mercado internacional.

El shock del precio del petróleo más importante de todo el período estudiado tuvo lugar durante inicios del año 2007 y mediados de 2008 en el cual el precio alcanzó cifras récords que sobrepasaban los \$100. Esto explica Banco Central del Ecuador (2008) que en este año China registró su mayor tasa de crecimiento y se convertía en uno de los principales países importadores de crudo por lo que el nivel de demanda mundial superaba la capacidad productiva de los países exportadores ocasionando que la escasez del producto diera inicio a una masiva especulación de su valor de comercialización. No obstante, este boom en el precio fue momentáneo hasta fines de 2008 y 2009 tras la crisis hipotecaria en Estados Unidos ocasionó un efecto dominó en todo el mundo los precios descendieron hasta una cifra cercana a 40 dólares. El movimiento negativo más importante de la serie de tiempo se registró en 2014, año en el cual los precios descendieron más del 50% de la época anterior llegando a mínimos alrededor de los 30 dólares por barril. Los investigadores Arroyo & Cossío (2015) establecen que tal panorama surgió de la recesión económica que reportó la zona europea y además el gigante asiático, China sufrió una masiva desaceleración económica lo que disminuyó la demanda petrolera. Adicionalmente el fin del conflicto político en Medio Oriente conocido como la primavera árabe permitió a estos países reincorporarse al mercado petrolero y de igual manera Rusia, Estados Unidos y Arabia Saudita competían ferozmente por una mayor cuota de mercado ocasionando un exceso de oferta que se vio reflejada en la baja cotización de los precios hasta fines del año 2017.

4.2. Estudio correlacional

En esta parte de la investigación se menciona los principales resultados de los modelos econométricos planteados para determinar la relación entre el PIB y el precio del petróleo.

4.2.1. Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios

Tabla 1: Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios

Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
Const	105,567	668,337	0,158	0,8747	
Ppwti	234,174	13,9084	16,84	4,65e-38	***
Modelo log-lin					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
Const	7,86839	0,0586795	134,1	2,35e-174	***
Ppwti	0,0240531	0,00122115	19,7	9,77e-46	***
Modelo lin-log					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
Const	-26390,4	2062,12	-12,8	1,08e-26	***
l_Ppwti	10296,3	583,807	17,64	3,03e-40	***
Modelo log-log					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
Const	5,06229	0,168004	30,13	4,37e-70	***
l_Ppwti	1,08191	0,0475635	22,75	1,87e-53	***

Fuente: Elaborado por el autor

En la Tabla 1, se observa que el modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) presenta coeficientes estadísticamente significativos al 10%, 5% y 1% de nivel de confianza tanto para la constante como para la pendiente. Finalmente los valores de los coeficientes que en el caso de la constante toma el valor de 105.57 que indica que cuando los precios del petróleo son cero el PIB registra un valor de \$105,57 millones. El coeficiente del precio del petróleo arroja un valor de \$234,17 lo que se interpreta como ante un incremento de un dólar del precio internacional del petróleo el PIB aumentará en \$234,17 millones.

El modelo log-lin según Gujarati & Porter (2010) expresa la tasa de crecimiento de la variable independiente producto de un cambio absoluto en la independiente. Considerando esto el valor del coeficiente del precio del petróleo 0,0240 indica que ante un

incremento de un dólar del precio del petróleo el PIB aumenta en 2,40%. La relación se establece como directa, puesto que la pendiente presenta signo positivo.

El modelo lin-log como mencionan Gujarati & Porter (2010) permite medir el cambio absoluto en la variable explicativa producto de un cambio relativo en la explicada. Es decir, el valor de la pendiente del modelo 10 296,3 se interpreta como el aumento de 1% en los precios del petróleo incrementa el PIB en \$102,96 millones. Se indica que la relación es directa debido al signo positivo de la pendiente.

Para Gujarati & Porter (2010) el modelo log-log indica el cambio porcentual de la variable dependiente producto de un cambio porcentual de la independiente. Por lo tanto, se asevera que el modelo determina mediante el valor de 1,08 del coeficiente de la pendiente que ante una variación de 1% en los precios internacionales del petróleo el PIB crece en 1,08% de manera trimestral. Se indica la relación directa debido a la presencia del signo positivo en los estimadores.

4.2.2. Contrastes de los modelos MCO

Tabla 2: Comparación de modelos MCO

Cumplimiento de supuestos					
Supuesto	Contraste	Modelo MCO	Modelo log-lin	Modelo lin-log	Modelo log-log
		Valor	Valor	Valor	Valor
Linealidad	Contraste de linealidad cuadrados y cubos	7,31E-07	3,66E-12	0,0188474	0,338554
Correcta especificación	Contraste Reset de Ramsey	2,41E-07	5,61E-13	7,66E-07	1,44E-06
Media cero	Promedio de residuos	1,84E-12	7,24E-15	5,29E-13	6,02E-15
Heteroscedasticidad	Test de White	0,00001	0,004607	0,000001	0,0001
Autocorrelación	Breusch-Godfrey	1,69E-84	1,00E-63	4,48E-93	2,12E-67
Normalidad	Jarque Bera	1,76E-36	1,21E-12	2,83E-10	2,64E-04
Criterios de información					
Criterio de Schwarz		3422,06	208,9427	3411,909	173,0596
Criterio de Akaike		3415.765	202.2017	3405.614	166.7646
Crit. De Hannan-Quinn		3418.319	205.2017	3408.168	169.3187

Fuente: Elaborado por el autor

Los datos de la tabla 2 presentan los resultados de todos los modelos MCO elaborados. A nivel individual, con excepción de la constante del intercepto del primer modelo, todos los parámetros son significativos a nivel individual y en conjunto por lo que no se considera una característica diferenciadora del modelo óptimo. Considerando los criterios de información de Schwarz, Akaike y Hannan-Quinn el tipo de modelo que presenta los valores más bajos en los tres criterios ocurre en el modelo log-log. Finalmente, en el aspecto del cumplimiento de los supuestos todos los modelos cumplen el supuesto de media de residuos equivalente a cero con excepción del modelo log-log que además de este supuesto cumple con el primero que indica que los parámetros son lineales. Considerando esto se establece que, si bien los modelos presentan parámetros estadísticamente significativos y un considerable ajuste a la recta observada de regresión los problemas de autocorrelación, heteroscedasticidad, no normalidad e incorrecta especificación indican que no cumplen con la condición de ser un modelo con los mejores estimadores lineales insesgados por lo tanto no se considera a ninguna forma funcional del MCO como óptima.

4.2.3. Modelo de Vectores Autorregresivos

Al rechazar el modelo MCO como modelo óptimo para explicar la relación entre las variables estudiadas se recurre a este modelo que utiliza los valores pasados de las variables para explicar su comportamiento.

Estacionariedad de las variables

En primer lugar, antes de plantear el modelo es necesario determinar si las variables presentan raíz unitaria mediante el test de Dickey-Fuller Aumentado en GRETL puesto el modelo autorregresivo requiere que la varianza de los datos se mantenga constante.

Tabla 3: Contraste de raíz unitaria de las series de tiempo

Contraste Dickey-Fuller Aumentado de raíz unitaria		
Variable	Valor p con constante	Estacionariedad
PIB	1	No
Ppwti	0,3846	No

Fuente: Elaborado por el autor

En la Tabla 3 se observa el contraste de raíz unitaria de Dickey-Fuller Aumentado ejecutado con el número de retardos que incluye por defecto GRETL siendo de 13. Se obtiene que el PIB presenta un p valor de 1 que es un valor mayor al nivel de significancia de 5% por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula y por lo tanto la serie de tiempo no es estacionaria. Por otro lado, se aprecia que los precios internacionales del petróleo muestran un p valor de 0,3846 que de igual manera resulta mayor al nivel de confianza y se determina que su serie temporal no es estacionaria. Partiendo de esta situación se procede a corregir la serie de tiempo mediante la extracción de la primera diferencia de las variables que según Gujarati & Porter (2010) este proceso permite obtener series de tiempo estacionarias.

Tabla 4: Contraste de raíz unitaria a primeras diferencias de las series de tiempo

Contraste Dickey-Fuller de raíz unitaria		
Variables	Valor p con constante	Estacionariedad
d_PIB	2.29e-06	Si
d_Ppwti	1.84e-21	Si

Fuente: Elaborado por el autor

Los resultados del test de raíz unitaria de Dickey-Fuller Aumentado que se aprecian en la tabla anterior muestran que la primera diferencia del PIB tiene un p valor de 2,29e-06 valor que es menor a 0,05 de nivel de significancia y por tanto se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa que indica la no existencia de raíz unitaria y en consecuencia la estacionariedad de la serie temporal. Mientras que la primera diferencia del precio internacional del petróleo arroja un p valor de 1,84e-21 que es menor al nivel de confianza y por lo tanto los datos de esta serie son estacionarios. Estos resultados son semejantes a los de la investigación realizada por Ito (2012) realizada en Rusia, un país exportador en la cual las series temporales del precio del petróleo y el PIB expresados en unidades monetarias presentan el problema de raíz unitaria y mediante la aplicación de la primera diferencia a cada serie de tiempo se logró rechazar la hipótesis nula.

Selección del orden del VAR

En este apartado se obtiene el número óptimo de retardos con el que se va a plantear el modelo VAR partiendo de la herramienta del mismo nombre disponible en GRETL.

Tabla 5: Orden del VAR

Criterio de información	Número óptimo de retardos
Akaike (AIC)	3
Bayesiano Schwartz (BIC)	1
Hannan-Quinn(HQC)	3

Fuente: Elaborado por el autor

La Tabla 4 muestra el número óptimo de rezagos con el que se debe plantear el modelo de Vectores Autorregresivos mediante el software econométrico que por defecto establece 8 retardos como máximo. Los criterios de información AIC y HQC consideran que el orden óptimo del VAR es tres retardos por lo que se especifica el modelo incluyendo tres periodos anteriores de las variables.

4.3. Especificación del modelo

El modelo VAR se establece con la primera diferencia del PIB y de la misma forma del precio WTI del petróleo y se incluye como variables endógenas al período inmediatamente anterior de las variables.

$$d_PIB = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_1 d_PIB_{t-1} + \sum_{i=1}^n \alpha_2 d_PIB_{t-2} + \sum_{i=1}^n \alpha_3 d_PIB_{t-3} + \sum_{i=1}^n \alpha_4 d_Ppwti_{t-1} + \sum_{i=1}^n \alpha_5 d_Ppwti_{t-2} + \sum_{i=1}^n \alpha_6 d_Ppwti_{t-3} + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$d_Ppwti = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_1 d_PIB_{t-1} + \sum_{i=1}^n \alpha_2 d_PIB_{t-2} + \sum_{i=1}^n \alpha_3 d_PIB_{t-3} + \sum_{i=1}^n \alpha_4 d_Ppwti_{t-1} + \sum_{i=1}^n \alpha_5 d_Ppwti_{t-2} + \sum_{i=1}^n \alpha_6 d_Ppwti_{t-3} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Contrastes del modelo autorregresivo

Tabla 6: Contraste de autocorrelación del VAR

Contraste de Autocorrelación			
p valor	Rezago 1	Rezago 2	Rezago 3
		0,7378	0,6607

Fuente: Elaborado por el autor

La Tabla 6 muestra el resultado del contraste de autocorrelación de tercer orden debido al número de retardos seleccionado para el VAR. El p valor de este contraste para los tres retardos muestra ser mayor al nivel de confianza de 0,05 y por tanto no se puede rechazar la hipótesis nula y se determina que no existe autocorrelación en el modelo.

Tabla 7: Contraste de heteroscedasticidad del VAR

Contraste de efecto ARCH			
p valor	Rezago 1	Rezago 2	Rezago 3
	0,0335	0,0000	0,0000

Fuente: Elaborado por el autor

La tabla anterior muestra los resultados del contraste de heteroscedasticidad condicional autorregresiva que muestra un p valor de 0,0335 que resulta menor al nivel de confianza del 5% pero mayor al nivel de confianza del 10% por tanto al 0,05 se rechaza la hipótesis nula y al 0,10 se acepta la nula que indica que no existe efecto ARCH en el modelo es decir que la varianza del término de error no se encuentra relacionada con el término de error de su rezago elevado al cuadrado. Mientras tanto en el tercer rezago se rechaza la hipótesis nula y señala la presencia del problema de heteroscedasticidad.

Tabla 8: Contraste de normalidad del VAR

Contraste de normalidad	
Chi-cuadrado (4)	308,932
P valor	0,0000

Fuente: Elaborado por el autor

La presente tabla muestra el resultado del contraste de normalidad de los residuos del modelo VAR que registra un p valor menor a todos los niveles de significancia y por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa que sugiere que no existe normalidad es decir que los residuos del modelo no mantienen una media en torno a cero ni su varianza constante. Cabe resaltar que Gujarati & Porter (2010) mencionan que cuando se obtienen muestras grandes de datos como la que se utiliza en la investigación que corresponde a 172

observaciones no es conveniente sostener el supuesto de normalidad, puesto que la gran cantidad diferente de datos dispersará la curva de distribución normal.

Cointegración del modelo

Tabla 9: Cointegración de Engle-Granger

Contraste de cointegración Engle-Granger		
Contrastes individuales		
Variable	p valor	¿Existe raíz unitaria?
d_PIB	2,30e-06	No
d_Ppwti	8,12e-14	No
uhat (término de error)	6,42e-05	No

Fuente: Elaborado por el autor

La tabla anterior muestra el resultado del contraste de cointegración de Engle-Granger el cual muestra que el p valor 2,30e-06 del contraste de raíz unitaria de Dickey-Fuller Aumentado para el PIB es menor al nivel de confianza de 0.05 y por tanto se rechaza la hipótesis de existencia de raíz unitaria. De la misma forma los precios del petróleo muestran un p valor de 8,12e-14 menor al nivel de confianza y se rechaza la hipótesis nula. Finalmente, el contraste sobre las perturbaciones del modelo arroja un p valor 6,42e-05 que permite rechazar la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria.

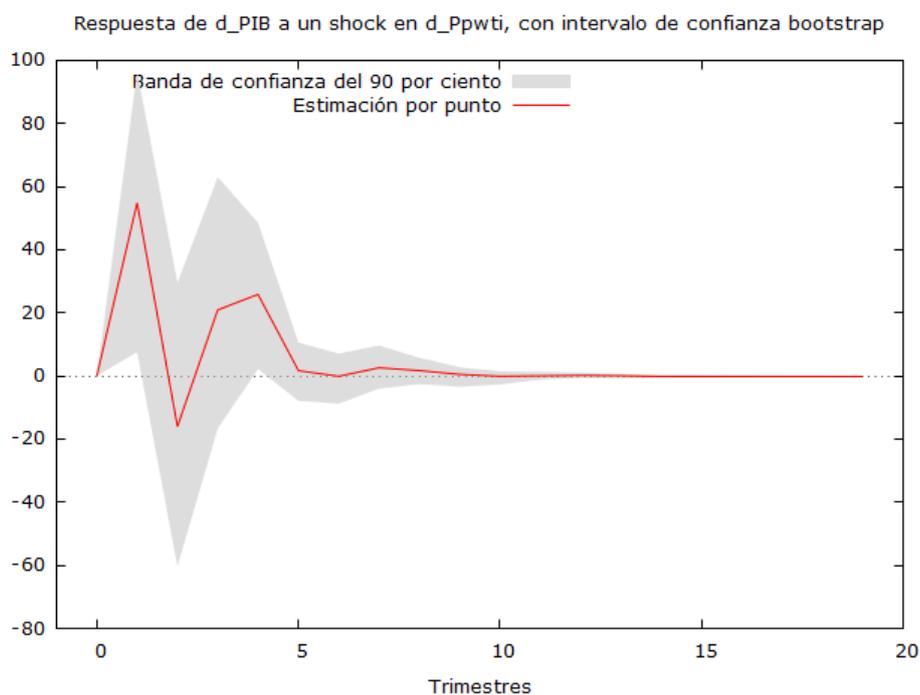
La no existencia de cointegración indica que el PIB de Ecuador y los precios West Texas Intermediate no tienen una relación de equilibrio entre sí en el largo plazo, es decir sus valores no se mueven de la misma forma en períodos de tiempo de hasta diez años.

4.4. Incidencia de los shocks de los precios del petróleo en los cambios del PIB

Finalmente, para cumplir el tercer objetivo de la investigación que consiste en medir la incidencia de los shocks del precio del petróleo en los cambios del PIB se hace uso de la Función Impulso Respuesta para determinar dicho cambio. Cabe señalar que antes de recurrir a esta herramienta se busca determinar si las series del modelo son estacionarias y si dicho modelo tiene estabilidad. Se considera el modelo de vectores autorregresivos planteado anteriormente para cumplir este objetivo.

Efecto de un shock en el precio del petróleo sobre el PIB en Ecuador

Figura 2 : Respuesta del PIB ante un shock en el precio del petróleo



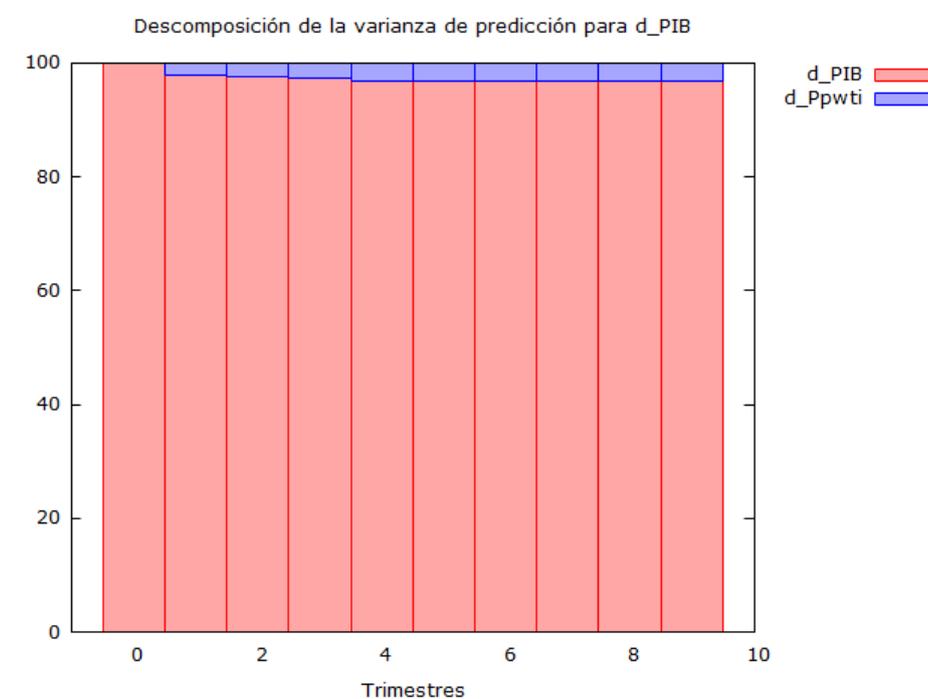
Fuente: Elaborado por el autor

La Figura 2 presenta, a partir de la Función Impulso Respuesta, la reacción del PIB de Ecuador ante un shock en los precios West Texas Intermediate del petróleo. Efectivamente se observa que un shock petrolero tiene un efecto positivo en el PIB ecuatoriano efecto que se mantiene creciente hasta el final del primer trimestre posterior al shock. Inmediatamente se observa un descenso continuo del efecto sobre el PIB hasta el segundo trimestre del primer año y nuevamente el efecto retoma su tendencia creciente hasta el cuarto trimestre del mismo año. A partir del segundo año del shock en los precios petroleros el PIB comienza a estabilizarse y pierde el efecto del shock. Por lo tanto, se comprueba la teoría económica que indica que los países exportadores de petróleo muestran un efecto positivo ante el alza de los precios petroleros lo que además corrobora la dependencia económica del país ante la cotización de esta materia prima en el mercado internacional, puesto que los choques positivos influyen en su PIB. No obstante choques negativos también afectan a la producción lo que compromete el crecimiento económico del país al verse comprometida una de las principales fuentes de ingresos por exportaciones al país.

Este resultado coincide con lo encontrado por Jiménez & Sánchez (2005) en la cual el país exportador Noruega mediante la generación de la función impulso respuesta presentó una respuesta positiva en su PIB producto de los shocks en el precio internacional del petróleo que se mantiene durante los dos primeros trimestres y muestra efectos negativos en los dos siguientes trimestres. De igual manera Ito (2012) determinó que en otro país exportador como Rusia un choque en los precios internacionales del petróleo ocasiona un efecto positivo en el PIB con la diferencia de que este efecto se mantiene durante cuatro trimestres.

Efectos de la fluctuación de los precios del petróleo en el PIB del Ecuador

Figura 3: Efectos de la fluctuación del precio del petróleo en el PIB del Ecuador



Fuente: Elaborado por el autor

Para concluir el estudio se determinó la descomposición de la varianza mediante GRETL. El gráfico señala el porcentaje de influencia del shock en los precios internacionales en el PIB. Como se puede ver en el primer trimestre los retardos del PIB explican en un 100% la reacción ante un shock del precio del petróleo mientras que el precio del crudo tiene un efecto nulo que coincide con la representación gráfica de la función impulso respuesta. Posteriormente en el segundo trimestre se observa que el cambio en el PIB se encuentra

explicado en un 2,21% por el shock petrolero que de igual manera se observa en la función impulso respuesta que este período registra el mayor impacto del choque en la variable explicativa. En el tercer trimestre en el que en el gráfico anterior se observó una disminución de la producción el precio WTI del petróleo explica esta reacción en 2,39% mientras que los valores anteriores del PIB la explican en 97,61%.

Finalmente en el primer trimestre del segundo año a partir de la generación del choque en el precio del petróleo que corresponde al primer período en el cuál el efecto tiende a estabilizarse se registró que el shock petrolero explica el comportamiento del PIB en 3.06%. Los periodos subsiguientes no requieren de interpretación, puesto que sus efectos en el gráfico de la función impulso respuesta se encuentran fuera del intervalo de nivel de confianza del 95%. Este resultado es similar a lo encontrado por Du, Yanan & Wei (2010) a partir de la descomposición de la varianza que indica que los cambios en el PIB producto de la fluctuación petrolera ocurren entre un 2% y 4%.

5. CONCLUSIÓN

El petróleo es un producto que provoca impactos ambientales y económicos de acuerdo con su nivel de extracción presente y futuro. La relevancia de mantener un modelo de extracción responsable se indicó en la teoría económica citada en la investigación en la cual Solow (1974) indica que se debe mantener un equilibrio intergeneracional al acceso al recurso, es decir que tanto las generaciones actuales como las futuras deben contar con los beneficios económicos y ambientales. Además, recalca la importancia de elaborar políticas que establezcan niveles óptimos de explotación procurando agotar el recurso en el momento en el que pierda su valor monetario con la finalidad de evitar la pérdida de esos recursos para generar riqueza y bienestar en la población.

A partir del estudio descriptivo se determinó que los movimientos importantes del precio del petróleo dentro del periodo estudiado se registraron en la década del 2000 por ejemplo, en el 2006 se registró una tendencia alcista del precio del petróleo debido al crecimiento económico mundial que bordeaba el 3% siendo China el país que mayor cantidad de petróleo demandó fruto de su dinámica económica positiva. Por contrario en 2008 y 2009 el precio del petróleo presentó un comportamiento negativo debido a la crisis

inmobiliaria de Estados Unidos que derivó en un efecto dominó al resto de economías del mundo provocando una disminución de la demanda de crudo.

Con la utilización del modelo MCO log-log se estableció que existe una relación positiva entre el PIB del Ecuador y el precio West Texas Intermediate del petróleo en la cual ante un incremento de 1% del precio del crudo el PIB de Ecuador crece en 1.08%. Mediante un modelo VAR se determinó que el precio del petróleo y el PIB del Ecuador no mantienen una relación de equilibrio en el largo plazo, es decir sus series de tiempo no se mueven conjuntamente a lo largo del tiempo.

Los resultados no coinciden con los de Awunyo, Samanhyia & Bonney (2018) quienes hallaron la existencia de al menos una ecuación de cointegración en sus respectivos modelos. No obstante, el resultado si es coherente con lo establecido por Alonso & Martínez (2017) en el caso de Colombia y México los cuáles demostraron no tener una relación a largo plazo entre el precio del petróleo y el PIB. Este tipo de resultado advirtió que los efectos de la fluctuación petrolera solo se evidencian en el corto plazo mientras que a largo plazo tiende a estabilizarse.

De igual a partir del modelo autorregresivo se concluyó que ante un shock positivo en el precio del petróleo el PIB del Ecuador presenta efectos positivos que se mantienen hasta el tercer trimestre después de la fluctuación de los precios al alza. Estos resultados son similares a los encontrados por Jiménez & Sánchez (2005) en Noruega donde el efecto del shock se presenta positivo en los primeros periodos y posteriormente se obtuvo un efecto negativo. Por otro lado, también coincide con la investigación de Ito (2012) quien señaló que un shock en el precio del petróleo provoca una reacción positiva en el PIB para Rusia en su condición de país exportador.

La descomposición de la varianza permitió concluir que el precio del petróleo genera un cambio en el PIB del Ecuador de entre un 2% y 3% a partir del segundo trimestre desde que ocurre la fluctuación del precio del crudo. Esto es coherente con lo encontrado por Ito (2012) para el caso del país exportador de crudo Rusia. Se determinó que en este país la función impulso respuesta muestra un efecto positivo en el PIB ante la generación de un shock en el precio del petróleo. Curiosamente el resultado de la presente investigación es concordante con el de Du, Yanan & Wei (2010) en China que mediante la descomposición de la varianza encontró que entre un 2 % y 4% los shocks petroleros explican los cambios del PIB en este país. Esto quiere decir que a pesar de su condición de importador los choques

en el precio del crudo no le afectan negativamente porque su economía no es dependiente del sector petrolero.

Finalmente, los resultados obtenidos en la investigación reflejan que el comportamiento de los precios del petróleo es ajeno a Ecuador y por ende desde esta perspectiva la política pública no tiene dominio sobre los factores que mueven al mercado petrolero internacional por lo que los efectos que provocan los shocks petroleros son inevitables. Sin embargo, el país puede adoptar medidas para disminuir el impacto de los shocks negativos del precio del crudo puesto que el 37,5% de los ingresos del sector externo dependieron de las exportaciones petroleras en el 2018 y además este sector contribuyó con el 8,5% al PIB durante ese año siendo esta la razón por la cual se debe disminuir el nivel de dependencia de la actividad petrolera. De esta manera se evita repetir los errores del pasado, puesto que como se mencionó en lo recuperado de Acosta (2006) desde los inicios de la actividad petrolera el país tiende a gastar todos los recursos de este recurso natural en actividades que no implican un cambio estructural y además se adquiere deudas que sobrepasan la capacidad de pago del país y que se agravan cuando los precios disminuyen súbitamente ocasionando la contracción del PIB y comprometiendo el crecimiento económico del país.

REFERENCIAS

Acosta, A. (2006). *Breve historia económica del Ecuador*. Quito. Ecuador: Corporación Editora Nacional.

Agencia Internacional de Energía. (2015). Oil 2019 Executive Summary. *Oil 2019*, 1–3.

Agencia Internacional de Energía. (2019). *Glosario*. Washington DC, EU.: U.S. Energy Information Administration. Recuperado de <https://www.eia.gov/tools/glossary/index.php?id=W>

Alonso, J. y Martínez, D. (2017). Impacto del precio del petróleo sobre el PIB de los países de la Alianza del Pacífico. *Revista Finanzas y Política Económica*, 9(2), 249-264.

Arroyo, A., & Cossío, F. (2015). *Impacto fiscal de la volatilidad del precio del petróleo en América Latina y el Caribe*.

Awunyo-Vitor, D., Samanhyia, S., & Addo Bonney, E. (2018). Do oil prices influence economic growth in Ghana? An empirical analysis. *Cogent Economics and Finance*, 6(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/23322039.2018.1496551>

Banco Central del Ecuador. (2008). *Análisis del sector petrolero III Trimestre 2008* (9). Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/ASP200809.pdf>

Banco Central del Ecuador. (2019). *Reporte del Sector Petrolero IV Trimestre de 2018*. Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/ASP201812.pdf>

Banco Central del Ecuador. (2019). *Estadísticas del sector real*. Obtenido de <https://www.bce.fin.ec/index.php/informacioneconomica/sector-real>

BP Group. (2018). *Statistical Review of World Energy*. Obtenido de <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/oil.html>

Coleman, L. (2012). Explaining crude oil prices using fundamental measures. *Energy Policy*, 40, 318-324.

Constitución de la Republica del Ecuador. Publicada en el Registro Oficial 449. , Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008 (2008).

Du, L., Yanan, H. y Wei, C. (2010). The relationship between oil price shocks and China's macro-economy: An empirical analysis. *Energy Policy*, 38, 4142-4151.

EP Petroecuador. (2013). *El petróleo en el Ecuador la nueva era petrolera*. Quito: EP Petroecuador. Obtenido de <https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/El-Petr%C3%B3leo-en-el-Ecuador-La-Nueva-Era.pdf>

Gujarati, D. y Porter, D. (2010). *Econometría*. Ciudad de México, México: Mc Graw Hill.

Herrera, J. (2016). *Análisis de la dependencia real hacia la renta petrolera en Ecuador y las brechas existentes en el reporte de su información* (Tesis de maestría). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Ecuador.

Hotelling, H. (1931). The Economics of Exhaustible Resources. *Journal of Political Economy*, 39(2), 137-155.

International Energy Agency. (2019). *Energy Policies of IEA Countries. 2019, United States Review*.

Ito, K. (2010). The impact of oil price volatility on the macroeconomy in Rusia. *Original Paper*, 48, 695-702.

Jiménez, R. y Sánchez, M. (2004). Oil Price shocks and real GDP growth Empirical evidence for some OECD countries. *Working Paper Series*, 362, 4-66.

Marte, O., y Villanueva, B. (2007). Los precios internacionales del petróleo, el PIB real y los precios en la economía dominicana. *Ciencia y Sociedad*, 32(2), 190-216.

Samuelson, P. y Nordhaus, W. (2010). *Macroeconomía con aplicaciones a*

lacionamérica. Ciudad de México. México: Mc Graw Hill.

Solow, R. (1974). The Economics of Resources or the Resources of Economics. *American Economic Review*, 64(2), 1-14.

U.S. Energy Information Administration. (2019). *Short Term Energy Outlook Data Browser*.
Obtenido de <https://www.eia.gov/outlooks>