



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

CARRERA DE ECONOMÍA

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

Tema:

**“El precio del petróleo y el consumo de energía renovable; un análisis para
Ecuador en el período 1990 al 2018”**

Autor: Torres Masache, Jonathan Ivan

Tutor: Eco. Ortiz Román, Hermel David

Ambato – Ecuador

2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Eco. Hermel David Ortiz Román, con cédula de ciudadanía N° 180352065-4, en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación referente al tema: **“EL PRECIO DEL PETRÓLEO Y EL CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE; UN ANÁLISIS PARA ECUADOR EN EL PERÍODO 1990 AL 2018”**, desarrollado por Jonathan Ivan Torres Masache, 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 2021

TUTOR



.....
Eco. Hermel David Ortiz Román

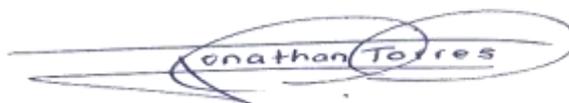
C.C. 180352065-4

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Jonathan Ivan Torres Masache, con cédula de ciudadanía N°. 180485238-0, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el proyecto investigativo, bajo el tema: **“EL PRECIO DEL PETRÓLEO Y EL CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE; UN ANÁLISIS PARA ECUADOR EN EL PERÍODO 1990 AL 2018”**, 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 2021

AUTOR

A handwritten signature in blue ink that reads "Jonathan Torres". The signature is stylized with loops and is enclosed within a hand-drawn oval.

.....

Jonathan Ivan Torres Masache

C.C. 180485238-0

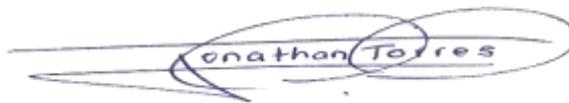
CESIÓN DE DERECHOS

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 2021

AUTOR

A handwritten signature in blue ink that reads "Jonathan Torres". The signature is stylized with loops and is enclosed within a hand-drawn oval.

.....
Jonathan Ivan Torres Masache

C.C. 180485238-0

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El Tribunal de Grado, aprueba el Proyecto de Investigación con el tema: **“EL PRECIO DEL PETRÓLEO Y EL CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE; UN ANÁLISIS PARA ECUADOR EN EL PERÍODO 1990 AL 2018”**, elaborado por Jonathan Ivan Torres Masache, 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 2021



Dra. Mg. Tatiana Valle

PRESIDENTE



Eco. Elsy Alvarez
MIEMBRO CALIFICADOR



Eco. Mery Ruiz
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado a mis padres y hermanos por todo el apoyo que me han brindado a lo largo de esta meta.

Además, a todos los docentes por haberme brindado no solo su conocimiento sino también sus consejos y amistad sincera.

Y principalmente a Dios por darme la vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de contabilidad y auditoría por haber sido la alma mater en todo este proceso de aprendizaje.

También quiero agradecer a mi tutor Economista David Ortiz por su valiosa guía en el desarrollo de esta investigación.

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

TEMA: “EL PRECIO DEL PETRÓLEO Y EL CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE; UN ANÁLISIS PARA ECUADOR EN EL PERÍODO 1990 AL 2018”

AUTOR: Jonathan Ivan Torres Masache

TUTOR: Eco. Hermel David Ortiz Román

FECHA: Septiembre 2021

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio se enfoca en determinar la relación que se presenta entre el consumo de energía renovables y los precios del petróleo en la economía ecuatoriana en el período 1990-2018. Esto debido a que la lenta adopción del uso de las energías renovables en nuestro país, pese a su probada eficiencia y beneficios tanto para la economía como para el desarrollo sostenible plantea la necesidad de entender si la condición de país petrolero del Ecuador, interviene en la adopción de las energías renovables como fuente principal de energía. Con este propósito se aplicó una herramienta econométrica de procesamiento de información que modeliza las variaciones del consumo de las energías renovables en base a las variaciones de los precios del petróleo internacionales utilizando como variables de control a las emisiones de CO₂ y el Pib per cápita. Por medio de esta metodología los resultados alcanzados señalan que el consumo de energías renovables presenta una relación negativa con los precios del petróleo de la misma manera el con PIB per cápita y las emisiones del CO₂ siendo estas últimas más explicativas de la variable dependiente que los Precios del Petróleo.

PALABRAS DESCRIPTORAS: ENERGÍAS RENOVABLES, PETRÓLEO, MATRIZ ENERGÉTICA, DESARROLLOS SUSTENTABLES, COMBUSTIBLES FÓSILES.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO

FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDIT

ECONOMICS CAREER

TOPIC: " THE PRICE OF OIL AND THE CONSUMPTION OF RENEWABLE ENERGY; AN ANALYSIS FOR ECUADOR IN THE PERIOD 1990 TO 2018"

AUTHOR: Jonathan Ivan Torres Masache

TUTOR: Eco. Hermel David Ortiz Roman

DATE: September 2021

ABSTRACT

This study focuses on determining the relationship between renewable energy consumption and oil prices in the Ecuadorian economy in the period 1990-2018. This is due to the fact that the slow adoption of the use of renewable energies in our country, despite its proven efficiency and benefits both for the economy and for sustainable development, raises the need to understand if the condition of Ecuador's oil country intervenes in the adoption of renewable energies as the main source of energy. For this purpose, an information processing methodology was applied which is based on econometric modeling of the variations in the consumption of renewable energies based on the variations in international oil prices, using CO2 emissions as control variables. and GDP per capita. By means of this methodology, the results achieved indicate that the consumption of renewable energies has a negative relationship with oil prices in the same way that with GDP per capita and CO2 emissions, the latter being more explanatory of the dependent variable than Prices of the oil.

KEYWORDS: RENEWABLE ENERGIES, PETROLEUM, ENERGY MATRIX, SUSTAINABLE DEVELOPMENTS, FOSSIL FUELS.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
PÁGINAS PRELIMINARES	
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	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
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	4
1.1.4 Formulación del problema de investigación.....	5
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1 Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6

2.1 Revisión de literatura.....	6
2.1.1 Antecedentes investigativos	6
2.1.2 Fundamentos teóricos.....	16
2.2 Hipótesis (opcional) y/o preguntas de investigación.....	28
2.2.1 Hipótesis de trabajo.....	28
2.2.1 Hipótesis nula	28
CAPÍTULO III	29
METODOLOGÍA.....	29
3.1 Recolección de la información.....	29
3.1.1 Fuentes primarias y secundarias	30
3.1.2 Instrumento para recolectar la información y su validez	30
3.2 Tratamiento de la información	31
3.3 Operacionalización de las variables	36
3.3.1 Variable dependiente.....	36
3.3.2 Variables independientes.....	37
CAPÍTULO IV.....	40
RESULTADOS	40
4.1 Resultados y discusión.....	40
4.2 Limitaciones del estudio	51
CAPÍTULO V	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1 Conclusiones	53
5.2 Recomendaciones	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 1: Matriz de correlaciones de las variables	48
Tabla 2: Estadísticos resultantes de la estimación del modelo Econométrico	49

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1: Precios del barril del petróleo (promedio simple, Brent, WTI,) entre 1990 y 2018.....	40
Figura 2: Consumo de energías renovables como porcentaje del total del consumo final de energía Ecuador 1990-2018.....	44
Figura 3: Gráfico de dispersión de las variables	47

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

1.1.1 Justificación teórica

El presente estudio se enfoca en determinar la relación que se presenta entre el consumo de energías renovables y los precios del petróleo en la economía ecuatoriana en el periodo 1990-2018. Esto debido a que, pese a la nociva dependencia de nuestra economía de los ingresos petroleros y los incontables problemas generados por el uso y la explotación de los combustibles fósiles en nuestro país, el consumo de energías renovables para nuestra economía ha presentado avances en las últimas décadas. Sin embargo, estos valores son mínimos en relación al consumo de energías obtenidas por medio de procesos poco amigables para nuestros ecosistemas y economía (Fontaine, 2016).

Según Sánchez & Zambrano (2017) la lenta adopción del uso de las energías renovables en nuestro país, pese a su probada eficiencia y beneficios tanto para la economía como para el desarrollo sostenible plantea la necesidad de entender por qué no se presenta un uso más extendido de estas energías superiores en todo ámbito (p.52).

Para entender las condiciones que han determinado el consumo energías renovables en el Ecuador debido a las características propias del país según varios autores como Breilh (2014); Alejos (2015); Álvarez, Felipe, González, Alemán, & Grey (2016); Golla & Gerke (2017) es necesario también poner en la mesa de análisis la condición de país petrolero del Ecuador, ya que la misma interviene en la adopción de las energías renovables, debido a que las dos son realidades que se contraponen de manera irreconciliable (Algarín, Llanos, & Castro, 2017)

A nivel mundial el crecimiento y desarrollo económico del último siglo o ha estado caracterizado por la progresiva depredación de los recursos naturales y ecosistemas

Siendo la extracción y uso de los combustibles fósiles el eje central en la depredación de los recursos (United Nations, 2013). Según la International Energy Agency (2017) hoy en día, este mismo paradigma de crecimiento es el que pone en peligro la existencia de la humanidad esto a consecuencia de la explotación sin medida de recursos naturales no renovables que destruyen los ecosistemas y la vida de miles de personas alrededor del mundo, en especial en los países en vías de desarrollo.

Si bien como aclara Angus Maddison (2003) el empleo de los combustibles fósiles jugó un papel indispensable en la evolución de la sociedad moderna, el consumo de la energía generada por los combustibles fósiles desde sus inicios generó una gran cantidad de problemas medioambientales, económicos, sociales y políticos. Problemas que solo han aumentado con el uso más extendido de los combustibles fósiles (OXFAM, 2014).

Esto ha determinado que muchas economías busquen una transición generalizada a energías renovables y limpias World Bank (2013) para detener los graves problemas que generan el uso de los combustibles fósiles y que a su vez desarrolle nuevos sectores económicos y conocimientos que permitan un mayor crecimiento sostenible. Con este fin, varios países de la Unión Europea se han planteado objetivos claros y metas para alcanzar este propósito por medio de impuestos subvenciones y líneas de financiamiento a las actividades que empleen estas energías, así como invirtiendo cantidades importantes en el desarrollo de adelantos y descubrimientos que permitan la generalización del uso de las energías renovables (Hook, Janouska, & Moldan, 2016; International Energy Agency, 2017).

Dentro de nuestra región esta problemática también está presente y pese a los problemas de inestabilidad política y desarrollo hoy en día Latinoamérica se ubica como una de las regiones de mayor crecimiento en el consumo de energías renovables, con proyectos relacionados mayormente con la energía hidroeléctrica, producto de exitosas políticas y legislaciones, objetivos nacionales sobre la producción, consumo e inversión en energías renovables que ha aprovechado las características naturales y geográficas y que permiten que incluso algunos de los países de la región actualmente exportan este tipo de energía (International Renewable Energy Agency, 2015). Lo cual se enmarca en estrategias de desarrollo que prevén que en el futuro los ingresos

estatales por las energías renovables replacen la importante parte de los presupuestos gubernamentales que ahora se cubren con los beneficios de la extracción y explotación de recursos no renovables (Robles & Rodríguez, 2018).

Por otra parte, pese a los avances en las legislaciones y programas de este tipo dentro de la región y sobre todo al gran crecimiento del empleo de estas energías el esquema energético de las economías en Latinoamérica refleja que todavía estas no han alcanzado niveles importantes del uso de las energías renovables respecto a las provenientes de las que se generan a partir de combustibles fósiles. Esto a consecuencias del escaso desarrollo industrial de las economías de la región, la falta de fuentes de inversión que permitan modernizar los procesos productivos para el empleo de estas tecnologías y sobre todo debido a la inestabilidad política y social endémica que impide el desarrollo de estrategias y planes de cambios de la matriz energética en el largo plazo (Heres Del Valle, 2015).

En el Ecuador, no se puede hablar sobre las energías renovables sin tomar la cuenta el mismo perfil del país como productor de petróleo ya que esta es una característica central del país. Los bajos costos de los derivados del petróleo en el territorio nacional a causa de ser productores de los mismos y a su vez de importantes subsidios a los mismos, enfocados en los combustibles para el transporte y el gas licuado para el uso doméstico limitan la transición hacia energías renovables y representan en el campo presupuestario un gran gasto para el estado que él mismo decide mantener con el fin de que no se dispare los costos del nivel de vida en la economía (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable , 2016; Acosta, El retorno del Estado , 2013).

Pese a esto, según Iglesias, Ruperti, Valencia, & Moreira (2017) dentro de las últimas décadas se han dado importantes cambios en la matriz energéticas del país promovidas como parte de cambios más importantes e integrales en la políticas económica y social. Estos cambios trataron de diversificar la oferta de energías renovables pero de manera central se priorizó la creación de infraestructura para aprovechar las naturales características del territorio para generar grandes cantidades de energía hidroeléctrica por medio de un gran número de importantes proyectos financiados por el estado y socios estratégicos, lo cual permitió que el país se convirtiera en una potencia

energética de la región y modificara en parte su matriz energética hacia un mayor consumo de las energías renovables.

1.1.2 Justificación metodológica

Con el fin de entender cómo los precios del petróleo internacionales influyen en el consumo de las energías renovables en el Ecuador aplicaremos una herramienta econométrica de procesamiento de información que modeliza las variaciones del consumo de las energías renovables en base a las variaciones de los precios del petróleo internacionales. Debido a que la información de las variables e indicadores necesarias para la aplicación de esta metodología se encuentra disponible en diferentes bases de datos tanto nacionales como internacionales y se puede identificar claramente la población para la aplicación de la herramienta de análisis de la información, lo que determina la viabilidad del estudio del tema planteado con la metodología descrita.

1.1.3 Justificación práctica

La consecución de esta investigación, así como la materialización de los resultados de los objetivos planteados significarán un aporte al entendimiento de la estructura tanto de la economía como de la matriz energética ecuatoriana.

Por medio de estos aportes se podrán crear políticas públicas más eficaces que guíen a la economía hacia una transición más rápida y efectiva, al igual que provechosa, hacia el uso generalizado de las energías renovables en las actividades productivas. Por otra parte, dentro de los estudios sobre el tema, los resultados de la investigación pueden generar nuevas preguntas y enfoques sobre el fenómeno de estudio que permitan investigaciones más profundas con resultados de mayor impacto en nuestra realidad. Finalmente dentro del ámbito empresarial los análisis que aporte esta investigación puede ayudar a las industrias ya existentes o a los nuevos emprendimientos basados en la creación e investigación de las energías renovables, ya que un entendimiento más

concreto de los factores determinantes tanto de la demanda como del consumo de este tipo de energías ayudará que estas empresas fortalezcan su planeación estratégica y guíen mejor sus recursos hacia actividades exitosas que le permitan subsistir y crecer.

Dentro del perfil profesional como economistas el desarrollo de esta investigación y su conclusión permitirá generar aportes empleando los conocimientos adquiridos.

1.1.4 Formulación del problema de investigación

¿Cómo se da la relación entre el precio del petróleo y el consumo de energía renovable en el Ecuador en el periodo 1990 al 2018?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Definir la relación que existe entre el precio del petróleo y el consumo de energía renovable en el Ecuador en el periodo 1990 al 2018.

1.2.2. Objetivos específicos

- Analizar la evolución de los precios del petróleo para entender sus causas y sus efectos en la economía nacional.
- Describir los cambios en el consumo de energías renovables en el país para verificar si ha existido un crecimiento en el mismo.
- Aplicar una metodología de modelización econométrica basada en Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) con el fin de explicar la relación en la economía ecuatoriana entre los precios del petróleo y el consumo de energía renovable en el periodo 1990 al 2018.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 Antecedentes investigativos

Se realizará una revisión bibliográfica a continuación pretende sustentar nuestro tema de investigación. De esta manera la lectura de los trabajos investigativos, generalmente trabajos científicos indexados, que traten sobre los posibles efectos de los precios del petróleo en el consumo de energía renovable en las economías alrededor del mundo, en la región y de la misma manera realizados para el caso del Ecuador, nutrirán nuestro entendimiento del tema, así como nuestra comprensión de las relaciones económicas subyacente que se generan a partir de las relación entre las variables y de las mismas con su entorno.

Sadorsky (2009) trata de determinar los factores que inciden en el consumo histórico de energías renovables en los países del G7, esto dentro del contexto de los problemas económicos y sociales que se desglosan del calentamiento global y la destrucción de los ecosistemas. Mediante una metodología econométrica que busca la cointegración en una base de datos de panel con los indicadores para cada variable de los países de la muestra, el estudio llega a la conclusión de que los aumentos en la renta per cápita y las emisiones de CO₂ tienen una clara relación causa efecto en el aumento del consumo de energías renovables, siendo a su vez los incrementos en el precio del petróleo causa de una reducción a una menor medida en el consumo de este tipo de energías.

Es interesante, al revisar este estudio la relación inversa que guardan los incrementos en los precios del petróleo con la reducción en el consumo de las energías renovables. La cual es una relación opuesta a la que se podría esperar debido a que los altos precios de petróleo deberían motivar hacia una tracción al uso de energías renovables en las actividades productivas de la economía. Sin embargo, este fenómeno en el contexto de

las economías analizadas, las cuales son economías desarrolladas que depende en gran medida de las importaciones de crudo del extranjero, puede deberse a que el incremento de los costos de producción y en la economía en general que se desglosan de una alza en los combustibles reduce los excedentes y rentabilidad de las actividades productivas que permitan afrontar los costos de la transición al uso de energías renovables para las actividades productivas, lo cual degenera en una reducción en el consumo de las mismas ante las energías tradicionales.

Jacobs et al (2013) analizan los principales incentivos que tienen el consumo y la producción de las energías renovables en las economías de Latinoamérica y del Caribe, dentro del contexto de la alta demanda de energía, la dependencia de los combustibles fósiles y el cambio climático. Para esto dentro de una muestra de 12 países se analizan las políticas de estímulo a generación de energías renovables y reducción del consumo de combustibles fósiles y cómo estos afectan la matriz energética de los países. El estudio concluye que con pocas excepciones todos estos países y en mayor medida Argentina, Ecuador, Honduras, Nicaragua y República Dominicana han aplicado en los últimos años un gran número de políticas para el estímulo de la generación de energías renovables y la reducción del uso de combustibles fósiles siendo de especial importancia los acuerdos de tarifas de alimentación (FIT) los cuales son convenios a largo plazo en los cuales se establece un precio rentable para la compra de energías renovables por parte de los gobiernos a los productores con el fin de que puedan desarrollar más proyectos de este tipo.

Dentro del análisis de los resultados de la investigación podemos ver que el impulso a las energías renovables ha tenido un gran espacio en nuestra región a partir de las dos últimas décadas. Estos impulsos se han visto reflejados en políticas legislaciones y proyectos estratégicos a gran escala que motivan el desarrollo de este tipo de energías y su aplicación a todas las actividades económicas a largo plazo con el fin de reemplazar a los combustibles fósiles, detener el deterioro del medio ambiente y lograr un mayor desarrollo sostenibles. Dentro de este aspecto el Ecuador ha sobresalido con fuertes políticas y planes a gran escala de desarrollo de energías renovables que se analizarán con gran detalle más adelante.

Omri & Khuong (2014) por otra parte, al analizar los elementos determinantes en el consumo de las energías renovables en una muestra de 64 países, en las cuales se incluyen economías en desarrollo, ya desarrolladas así como otras en transición a alcanzar el desarrollo a las cuales se divide en tres sub paneles de datos diferenciando a los países de renta alta, media y baja en base a su renta per cápita anual, en un periodo de más de dos décadas entre 1990 y 2011. Mediante una modelización de datos de panel en base al Método Generalizado de Momentos (GMM) se llega la conclusión que los principales elementos que impulsan el consumo de energías renovables en todas las sub muestras son el grado de apertura comercial y las emisiones de CO₂, a su vez los incrementos en los precios de petróleo generan impactos negativos en el consumo de las energías renovables en las submuestras de países con una renta media y alta siendo discutible sus efectos en los países de renta baja.

Los resultados que presenta Sadorsky concuerdan con los de este estudio, en ambos estudios se afirma que las emisiones de CO₂ son uno de los factores determinantes para el incremento del consumo de energías renovables y de la misma manera estos concuerdan en que los incrementos en el precios del petróleo en los países de renta alta o desarrollados desmotivan el consumo de estas energías. Por otra parte, en relación a los efectos de alza en los precios del petróleo en el consumo de energías renovables en los países de ingresos medio y altos, grupo en el cual se encuentra en el Ecuador al ser un país clasificado como de renta media alta, mediante el método del Ingreso Nacional Bruto (INB) o también conocido como método Atlas, los criterios de los autores determinaron que la relación entre las variables debería ser débil y negativa.

Es importante analizar que ninguno de los autores aportan evidencias sobre la relación precios del petróleo consumo de energías renovables para los países de renta baja, pese a que este estudio trabajan con una muestra importante de países 64 en total.

Para el Ecuador, uno de los más importantes trabajos del tema para el caso de Ecuador tenemos a Robalino, Mena, & García (2014) quien de su analisis de los precios del petroleo, las emisiones de CO₂ y el consumo de energias renovables concluye que debido a las variaciones impredecibles de los precios de petróleo que afecta la economía y el medio ambiente se debe reducir la dependencia de los combustibles

fósiles y controlar las emisiones de CO₂ mediante un aumento del uso de energías renovables y un uso más eficiente de la tecnología de los combustibles fósiles.

Omri, Daly, & khoung (2015) replantean los métodos de análisis de su estudio anterior utilizando la misma muestra de 64 economías, con el fin de verificar y sustentar sus resultados anteriores. Esta vez los autores emplean un análisis de datos de panel mediante la técnica MCO, efectos fijos y efectos aleatorios que complementa el análisis GMM por medio de los cuales se concluye y ratifica el efecto de las emisiones de CO₂ y el comercio internacional como impulsores del crecimiento del consumo de energías renovables aportando a su vez una nueva evidencia mediante las nuevas herramientas de análisis por la que se puede concluir que no hay una significancia estadística para establecer una relación entre los incrementos de los precios del petróleo y el consumo de las energías renovables. Por esto los autores concluyen que en el corto plazo las energías renovables son un complemento de los combustibles fósiles y no un sustituto perfecto de los mismos.

La nueva evidencia planteada a la muestra de estudio por parte esta actualización a la metodología del trabajo anterior de los mismos autores, es menos concluyente y más clara al afirmar que las variables pueden no presentar una relación directa, lo cual podría presentarse también ser el caso Ecuatoriano al no ser la evidencia empírica lo suficientemente determinante para aceptar la hipótesis de trabajo de la investigación es decir que; el precio del petróleo incide en el consumo de energía renovables en el Ecuador en el periodo 1990 al 2018.

Apergis & Payne (2015) estudian la producción de energía renovable, emisiones de dióxido de carbono y precios del petróleo en América del Sur. Por medio del empleo de la técnica de cointegración de datos de panel el estudio trata de verificar la relación a largo plazo, así como la dinámica causal entre el consumo de energía renovable per cápita, los precios del petróleo, el producto interno bruto y las emisiones de dióxido de carbono de 11 economías de Sur América, en un periodo de treinta años de 1980 a 2010. Los resultados apuntan a que hay una fuerte evidencia estadística de que en el largo plazo hay efectos positivos de los incrementos en los precios del petróleo, el producto interno bruto y las emisiones de dióxido de carbono en el consumo per cápita

de energía renovables. Por otra parte, es importante resaltar que el consumo de energía renovable según los autores tiene efectos positivos en el crecimiento económico y en la reducción de las emisiones de CO₂.

Los resultados de este estudio son indicativos de que para las economías de la región los incrementos del precio del petróleo, así como otras variables, son una fuerte causa de un crecimiento del consumo de las energías renovables. Esto tiene una explicación y un sentido práctico al analizar la propia estructura económica de estos países; ya que la mayoría de estos son exportadores de petróleo, por lo que un alza en los precios de este rubro proporciona grandes recursos a estas economías. Por otra parte, al unir esta explicación con las conclusiones obtenidas por Jacobs et al, quienes manifestaba la gran importancia que le dieron en los países de la región a las políticas en pro de las energías renovables es claro que los incrementos del precio del petróleo no solo llevaron a grandes ingresos para estas economías sino que permitieron los recursos necesarios para implementar políticas y estrategias en pro de las energías renovables dentro de las últimas décadas.

Majano (2015), a su vez, estudia el desarrollo de las energías renovables en América Latina en el contexto de las variaciones de los precios del petróleo de las últimas décadas. En su estudio de las economías de la región la investigación resalta como varios países han utilizado los recursos provenientes de los altos precios del petróleo, y otras materias primas que se produjeron desde la década de los 2000s hasta mediados de 2014, para desarrollar proyectos y legislaciones que promovieron una transformación de la matriz energética de estos países. Esto ha permitido según la autora que la región sea una de las de mayor crecimiento de las energías renovables y de menor emisión de CO₂. Esto también ha llevado a grandes avances en la protección de los derechos humanos y de la naturaleza que permiten una mayor inclusión y oportunidades para un desarrollo sustentable a largo plazo.

Este estudio explica una coyuntura particular de latinoamérica que se generó a partir del cambio de milenio en la cual el gran crecimiento de las economías emergentes como China, India y Sudáfrica determinó que se dispararan los precios de las materias primas alrededor del mundo lo cual aportó grandes ingresos a los países de latinoamérica lo que permitió la inversión en grandes proyectos y estrategias de

desarrollo alguna de las cuales se direccionaron a sacar provecho de las características geográficas y naturales de los territorios por medio por ejemplo de la generación de la energía eléctrica por medio de fuentes hídricas, lo cual ya se explicó por ejemplo en otros estudios de la región. Esta coyuntura determinó un importante periodo que marcó un cambio de la visión de las economías de la región en búsqueda de modificar sus matrices energéticas, promover un crecimiento más sostenible y generar un crecimiento inclusivo lejos del paradigma extractivista que involucre la conservación medioambiental y la protección de los ecosistemas como ejes de las actividades productivas.

Al-Maamaryya, Kazem, & Chaichan (2017) al analizar el impacto de los precios del petróleo en las energías renovables en los países del Consejo de Cooperación de los Estados Árabes del Golfo conformado por Arabia Saudita, Bahrein, Emiratos Árabes Unidos, Kuwait, Omán y Qatar mediante una metodología bibliográfica documental y descriptiva los autores muestran evidencias de que estos países en su calidad de productores de petróleo, han fracasado en lograr que el crecimiento económico genere una transición de la matriz energética hacia recursos renovables, siendo los programas y legislaciones para este propósito prácticamente inexistentes, por otro lado los autores afirman que esta situación repercutirá gravemente en las siguientes décadas a las economías de estos países debido al incremento acelerado de uso de estas energías en los países desarrollados, lo que disminuirá la demanda de hidrocarburos los cuales representan el ingreso fundamental de sus economías.

El análisis y revisión de este estudio es de especial importancia para nuestra investigación no solo porque la muestra examina un grupo de países exportadores de crudo como el Ecuador, si no porque estas economías comparten con el Ecuador una altísima dependencia presupuestaria en sus gobiernos a los grandes ingresos provenientes de la extracción de los combustibles fósiles. Uno de los enfoques más importantes que nos aporta este estudio dentro de este contexto es que nos permite visualizar que para el caso específico de los países exportadores de petróleo y fuertemente dependientes de sus ingresos la alta rentabilidad de la extracción hidrocarburífera ha determinado un letargo en la política pública y las legislaciones de estas economías por generar las condiciones que permitan una diversificación de las

matriz energética, debido a los grandes yacimientos petroleros y a los bajos costos de la energía producida con combustibles fósiles para estas economías.

Este importante enfoque de la relación de las variables en determinadas condiciones será analizado más adelante para el caso específico de la economía ecuatoriana, con el fin de verificar si lo mismo ha acontecido en el caso del país.

De la misma manera, Hanif (2017) estudia el nexo que existe en las economías de Latinoamérica y el Caribe entre la energía, el medioambiente y la economía. Para esto la investigación explora cómo el consumo de combustibles fósiles, energías renovables, la importación y exportación de petróleo se relacionan en el contexto del crecimiento urbanístico y la degradación medioambiental. Por medio del uso de una base de datos de panel de 18 economías de ingresos medio y bajos en un periodo de casi tres décadas de 1990 a 2015 y a través del método GMM con un método de estimador en dos pasos se llega a la conclusión de que tanto la importación como exportación de petróleo y el consumo de combustibles fósiles afectan negativamente al consumo de energías renovables y a la degradación ambiental. Por lo cual es necesario la expansión del uso de las energías renovables dada la constante demanda e incremento de la necesidad de energía para estas economías.

Estas conclusiones son claras en llevarnos a analizar que varios estudios de la relación de las variables en economías de la región pueden llegar a resultados diversos. Esto como resultado de los diferentes periodos de tiempo que se analizan, las metodologías que se aplican y los indicadores que se utilizan en el caso de cada variable. Este estudio, por ejemplo, determina una relación ambigua entre las variables ya que solo precisa que el uso de los combustibles fósiles, así como su exportación o importación reduce el consumo de las energías renovables lo cual nos lleva a determinar que el tiempo de relación de las variables es opuesto al que explica Apergis & Payne, ya que los incrementos en el precio del petróleo reducirán su demanda y por lo tanto aumentarán el consumo de las energías fósiles.

Por otra parte, para el caso de Ecuador Nwani (2017) examina la relación entre los precios del petróleo, el consumo de energía y las emisiones de CO₂ entre 1971-2013 concluyendo que los precios más altos del crudo crean condiciones económicas que generan más consumo de energía fósiles y renovables y a su vez emisiones de CO₂.

Golla & Gerke (2017), de igual manera, predice una gran inestabilidad para el Ecuador de mantener la dependencia al petróleo afirmando por otra parte que el Ecuador puede lograr una autosuficiencia energética total mediante una instalación de fuentes de energía renovable en las cuencas de los ríos aptas para este propósito, a la vez que los excedentes de la extracción de los recursos fósil pueden ayudar a financiar estos proyectos.

Jones, Spratt, & Andrade (2017) investigan si las variaciones en el precio del petróleo afectan las inversión en la generación de energías renovables en los países de Latinoamérica y el Caribe. Por medio de una metodología de estimadores de efectos fijos en una muestra de datos de panel de estas economías el estudio llega a la conclusión de que las reducciones de los precios del petróleo, en especial desde 2014 con la desaceleración de la economía mundial, ha reducido significativamente la inversión en la generación de energías renovables. Esto a su vez, según los autores, representa una oportunidad para que los gobierno busquen apoyo y financiamiento con el fin de eliminar los subsidios a estos tipos de combustibles que mantiene la mayoría de estas economías y puedan destinar estos recursos a las transformación de la matriz energética de estos países. El estudio afirma por otra parte que el papel que desempeña la financiación en esta transformación es vital ya que la reducción de los precios del petróleo significa para la mayoría de estas economías una pérdida de importantes ingresos.

Este es un análisis muy actual de la condición actual de las economías y las energías renovables en la región, ya que posterior a la caída de los precios de petróleo en los gobiernos de la región la pérdida de importantes recursos por este rubro han significado la reducción de los presupuesto para infraestructura y apoyo a la generación de energías limpias, lo que determina un importante retroceso en este rubro ante lo cual este estudio reafirma el papel que deben jugar los organismos multilaterales de crédito que puede otorgar recursos para continuar con estos emprendimientos.

Sin embargo, hay que señalar que la caída en los ingresos de estos países a causa de la baja del precio del petróleo es tan importante que incluso al recibir financiación estas

economías deberán destinar estos recursos a necesidades más fundamentales debido a problemas estructurales de estas economías.

Ponce et al (2018), a su vez, afirman para el caso de Ecuador, que aunque el petróleo sigue siendo la principal fuente de energía y de ingresos económicos, el país ha reducido la dependencia del país del petróleo. Esto gracias a la capacidad hidroeléctrica desarrollada 93% mayor que en la última década y fruto de la implementación de la Ley Orgánica del Servicio Público de Electricidad y financiamiento externo para nuevos proyectos energéticos renovables.

Espinoza et al (2019) en el estudio más reciente del tema para Ecuador, proyectan la extracción petrolera en el país, afirmando que para 2035 las reservas de petróleo se terminaran en este año, pasando el país a convertirse en un importador de petróleo, afectando los ingresos del país en más 2 mil millones de dólares anuales lo que dejaría al país en una total quiebra. Por esto es necesario eliminar la dependencia petrolera considerando impulsar más fuertemente a las energías renovables y las políticas y diversificación de la matriz energética hacia evitar este futuro.

Dentro de la revisión de la relación de las variables de estudio en las economías del Sudeste Asiático Murshed & Masud (2020) analizan el efecto de los shocks en los precios del petróleo en las transición hacia el uso de las energías renovables en cuatro economías de la región Bangladesh, India, Pakistán y Sri Lanka las cuales comparten el rasgo de ser importadoras netas de crudo. El periodo de análisis abarca de tres décadas desde 1990 a 2018 y mediante una metodología de modelización no lineal de las variables el estudio concluye que pasado determinado umbral aproximado de los 135 dólares americanos los incrementos de los precios del petróleo posiblemente motiven el consumo de energías renovables, estando este precio muy por encima del precio vigente y de los precios históricos. Por otra parte, las pruebas de causalidad de la modelización señalan que hay una relación causal entre las variaciones de los precios del petróleo y la transición a las energías renovables. Ante esto los autores afirman que el futuro de la seguridad energética y la sustentabilidad de las región depende mucho de las políticas que se estipulen para eliminar la dependencia de las importaciones de crudo.

Esta visión de la relación de las variables en este estudio particular exclusivo para países importadores de crudo muestra la otra cara de la moneda en relación al estudio de Al-Maamary et al, realizado para los países del Arabes del Golfo exportadores de petróleo. En el podemos ver como la dependencia del crudo determina un problema estructural de la economía que retrasa la transición hacia el empleo generalizado de las energías renovables, lo cual muestra cómo de manera paradójica la dependencia tanto de los ingresos del petróleo en los países exportadores como la dependencia de crudo de los países importadores de hidrocarburos afecta la transición hacia el uso de las energías renovables. Lo que nos lleva a concluir que la fuerte dependencia de todo tipo de países hacia el uso de los combustibles fósiles ha determinado problemas estructurales en sus economías y retrasos en la implementación de energías más limpias. Sin embargo, estos problemas en ambos casos tanto de países exportadores como importadores de petróleo están dados por la falta de concreción de las políticas públicas y la planeación del estado.

Zhao, Zhang, & Wie (2021) investigan la relación que tienen las variaciones en los precios del petróleo en referencia a la inversión y producción de energía renovables así como los efectos de estos en la economía y el medio ambiente en China, mientras que por otra parte el estudio simula la aplicación de políticas ambientales dentro de los escenarios de las fluctuaciones de los precios del petróleo y la generación de energía renovable. Por medio de una modelo de equilibrio general el estudio concluye que los incrementos en los precios del petróleo determinan un incremento en la inversión y la producción de energías renovables y a su vez determinan una reducción de las exportación y mejora de los indicadores de salud del medio ambiente, siendo a su vez la reducción del precio del petróleo causa de lo opuesto a lo descrito. Por otra parte, el estudio concluye que las políticas en pro de las energías renovables ayudan a disminuir los efectos negativos de las bajas en el precio del petróleo en relación a la inversion y produccion de energia renovable asi como en el deterioro del medio ambiente.

El aporte principal de este estudio se relaciona a que revela la relación positiva que se manifiesta en esta economía entre los incremento de los precios del petróleo y el aumento en la producción e inversión en energías renovales. Sin embargo, hay que establecer que pocas investigaciones ponen de manifiesto esta relación. Esto a causa también de las particularidades propias de la economía china donde existe un gobierno

central y planificador con poder para planificar el crecimiento y desarrollo por rutas designadas, una economía que a su vez tiene una fuerte liquidez que le permite impulsar proyectos en el largo plazo y donde el papel que se le da a la innovación es crucial. Estas características especiales e irrepetibles para otras economías determinan esta relación entre las variables.

Por otra parte, el enfoque que recogemos de esta investigación para nuestro estudio es que él mismo pone en relevancia por medio de la aplicación de la metodología que las políticas a favor del empleo de las energías renovables tiene un efectos real en las economías, el medio ambiente y la relación de las variables de estudio.

2.1.2 Fundamentos teóricos

2.1.2.1 Precios del petróleo

El petróleo

El petróleo o crudo como también es conocido es un combustible fósil de consistencia líquida de color negro que se forma de restos de organismos muertos, en su mayoría algas y zooplancton que se quedan atrapados en la corteza terrestre (Heres Del Valle, 2015). Al refinarlo se trasforma en varios tipos de combustibles como Gasolina, Diésel, Nafta y otros derivados ampliamente utilizados en varias industrias en la actualidad. Debido a esto existe una alta demanda mundial de esta materia prima. La separación del crudo en sus diversos derivados se da en el punto de ebullición mediante fraccionamiento y destilación en las refinerías. El nombre petróleo se refiere normalmente al crudo sin procesar. Para la extracción del petróleo se realizan profundas perforaciones de la corteza terrestres en cuencas sedimentarias las cuales son los yacimientos más comunes de petróleo (Al-Maamarya, Kazem, & Chaichan, 2017).

Según International Renewable Energy Agency, (2015) la extracción de petróleo genera graves consecuencias ambientales y su uso para la generación de energía liberan grandes cantidades de gases de efecto invernadero, por lo que es la principal causa del cambio climático. Además, existen otros problemas con el petróleo como los derrames, contaminación del aire, el agua y los suelos.

Precios internacionales del petróleo

Los precios del petróleo se entienden generalmente al precio internacional que un barril de petróleo crudo toma en los mercados mundiales de commodities y que se usa de referencia para las transacciones con este bien. Existen diferentes tipos de petróleo que se valoran por su utilidad a la hora de obtener de estos derivados de gran calidad. Estos precios están dados por infinidad de factores como situaciones políticas económicas bélicas u otras, pero en general el factor determinante de los precios de este bien está dado por la oferta y la demanda internacional (Apergis & Payne, 2015).

A su vez los cambios en los precios de este bien de uso tan generalizado en las economías tienen efectos de gran envergadura en las economías. El alza de los mismos genera grandes excedentes para los países productores y a su vez problemas para los países importadores y que más utilizan crudo que en general son los países más industrializados. A su vez las caídas de estos precios degeneran en graves problemas presupuestario para los países exportadores de este bien y amplios beneficios para los importadores (International Renewable Energy Agency, 2015).

Combustibles fósiles

Los combustibles fósiles son plantas y otros organismos biológicos en descomposición, los cuales se encuentran enterrados bajo capas de sedimentos y rocas a gran profundidad y están sometidos a grandes presiones. Debido a estar sometidos a

estas condiciones en un proceso que tardó milenios se han convertido en depósitos ricos en carbono de los cuales se puede extraer gran cantidad de energía en forma de lo que hoy llamamos combustibles fósiles, según el Comité de Oxford de Ayuda contra el Hambre (OXFAM, 2014).

Una de las principales características de este tipo de combustibles, debido a la naturaleza y tiempo de su proceso de formación, es que no son renovables por lo cual una vez consumidos no se pueden regenerar. Entre los combustibles fósiles más usados tenemos al carbón, petróleo, las arenas bituminosas y al gas natural. El uso de estos combustibles genera alrededor del 80% de la energía mundial la cual consumimos. El uso de estos combustibles está muy extendido y se emplean en todas las áreas de la actividad humana: generación de electricidad, calefacción, transporte, manufacturas y agricultura y extracción de recursos (International Energy Agency, 2017).

En palabras de United Nations, (2013) a partir de los inicios del siglo pasado y con el uso cada vez más generalizado de los combustibles fósiles ha quedado al descubierto una serie de problemas que se generan del uso masificado de estos combustibles entre estos el que en la actualidad más preocupa a la comunidad científica y mundial es que al quemar combustibles fósiles con el fin de utilizar su energía para las actividades humanas se liberan en el ambiente cantidades importantes de dióxido de carbono y otros gases pesados que tiene fuertes efectos de invernadero en la atmósfera. Es decir que estos gases de invernadero actúan como una barrera que atrapan el calor de nuestra atmósfera y evita la refacción de los rayos solares, lo cual determina en el largo plazo y con el uso extendido de estos combustibles que se produzca un gradual y continuado incremento de la temperatura del planeta denominada calentamiento global, la cual conlleva un desequilibrio del estado natural del planeta y que conlleva cambios en las temperaturas y mayor intensidad en los fenómenos climáticos.

Según Andrade, Arteaga, & Segura, (2017) los principales tipos de combustibles fósiles son: el Carbón el cual se parece a trozos negros o marrones de roca y está formado por restos sedimentarios de algas y otras especies vegetales como bosques pantanosos que se solidificaron en estratos enterados a gran profundidad sobre sucesivas capas de lodo. Se estima que en la actualidad el carbón suministra un tercio de toda la energía en todo el planeta y a su vez genera el 44% de todas las emisiones

de carbono, siendo el combustible fósil que más altera el equilibrio global del planeta y aporta al calentamiento global (p.105).

Otro de los principales combustibles fósiles es el petróleo también conocido como crudo. Este es un líquido muy espeso de color negro que se compone principalmente de hidrogeno y carbono, el cual puede presentar diversas consistencias y utilidades como fuente de energía dependiendo su composición química. Este se forma de restos de seres vivos que fueron enterrados en estratos profundos de la tierra y los cuales fueron sometidos inmensas presiones y calor. El petróleo se extrae tanto de la tierra como en alta mar, y al refinarse y separarse en sus componentes hidrocarbúricos se puede utilizar para un sin fin de propósitos como generar diésel, gasolina, nafta, lubricantes y plásticos. El petróleo aporta el 10% de la energía mundial y debido a los múltiples usos su demanda mundial no ha dejado de incrementarse en las últimas décadas (p.106).

El gas natural también es un tipo de combustible fósil el cual es un gas generalmente inodoro, es decir sin olor, que se encuentra en depósitos subterráneos y que se formó como los otros combustibles fósiles a partir de la descomposición de materias orgánicas. Debido al constante incremento de la demanda por petróleo en países desarrollados importadores del crudo se han desarrollado nuevas técnicas de extracción de gas natural como la fractura hidráulica, la cual es una técnica muy controvertida debido a que se entiende que tiene altas implicaciones en los ecosistemas al contaminar las tierras y fuentes de agua por el uso de químicos y sustancias peligrosas para el medio ambiente, lo cual contrasta con el uso mismo del gas natural el cual genera menores cantidades de gases de invernadero que otros combustibles fósiles (p.107).

Gases de efecto invernadero

Son gases que absorben y emiten energía radiante calórica dentro del rango térmico infrarrojo, esto debido a que mantienen y reflejan el calor del sol hacia la atmósfera causando el efecto invernadero en el planeta (Bakker, 2019).

Los principales gases de efecto invernadero que existe en la atmósfera son el, CO₂, CH₄, N₂O y el O₃ (Mach, Kraan, & Adger, 2019). La gran cantidad de emisiones de efectos invernadero que se generan a partir del uso de los combustibles fósiles y sus efectos altamente nocivos para el medio ambiente ha determinado que tanto de manera individual como en grupos, los gobiernos alrededor del mundo ahondan sus esfuerzos por disminuir las emisiones de estos gases lo cual significa reducir también el consumo de energías provenientes de combustibles fósiles, con el fin de prevenir los drásticos cambios del clima producto del efecto invernadero y el incremento de la temperatura de la tierra (Apergis & Payne, 2015).

Como muestra de lo anterior en 2015 se firmó el Acuerdo de París, el cual establece esfuerzos conjuntos entre las economías más importantes por reducir el consumo de energías que generan gases de invernadero y generalizar el uso de fuentes de energía renovables más amigables con el medio ambiente (International Renewable Energy Agency, 2015).

2.1.2.2 Variable dependiente: Energías renovables

Importancia y clases de energías renovables

Según Ellabban, Abu-Rub, & Blaabjerg (2014) se denomina energía renovable a la energía que se genera a partir de recursos que son de tipo renovable, es decir recursos que se restauran de manera natural en una escalada de tiempo relativamente pequeña para que puedan ser aprovechados de manera continua. Entre las fuentes para la producción de energía renovables más comunes están la luz solar, la lluvia, los ríos, el

viento, las mareas, las olas y el calor geotérmico de la tierra, estas fuentes de energía son muy importantes en la actualidad porque no producen gases de tipo invernadero para la producción de energía, por lo que representan la opción al uso de combustibles fósiles los cuales son los responsables del calentamiento de la tierra y el cambio climático (p.749).

En la actualidad los usos más frecuentes para los que se emplea la generación de energías a partir de recursos renovables son: calefacción, electricidad y el transporte, siendo para 2017 un aproximado de 20 % de la energía total utilizada en el planeta la generada a partir de fuentes renovables. Pese a esto este porcentaje en relación a la energía generada a partir de recursos no renovables como los combustibles fósiles es aún insuficiente para detener los efectos del calentamiento global y el cambio climático que cada vez se presenta con efectos más fuertes alrededor del mundo (Bakker, 2019).

En palabras de Moran & Lopez (2018) por esto tanto a nivel global como en cada país los esfuerzos por adoptar gradualmente un uso generalizado de estas energías son cada vez más intensos reflejándose los mismo en políticas, legislaciones, inversiones y planes estratégicos. Por ejemplo, hoy en día 30 países producen sobre un 25% de su energía total a partir de fuentes de energía renovables. A consecuencia de lo mismo también se provee que el mercado de las energías renovables crezca a nivel mundial abarcando más áreas y sectores y modificando las forma en la que vivimos hacia una menor depredación de los recursos naturales del planeta (Armaroli & Balzani, 2016).

Una gran ventaja de los recursos a partir de los cuales se generan las energías renovables es que estos están presentes comúnmente en la mayoría de zonas geográficas del planeta a diferencia de por ejemplo los combustibles fósiles los cuales solo están presentes en un pequeño grupo de países, lo cual conjuntamente con su uso generalizado a creado grandes desequilibrios sociopolíticos entre las regiones del planeta (Nwani, 2017).

Sin embargo, el uso generalizado histórico de los combustibles fósiles durante más de un siglo ha determinado que el despliegue de las tecnologías para aprovechar de manera eficiente los recursos que generan energías renovables sea recientes y a su vez tengan altos costos. Pero a su vez hoy existe un rápido crecimiento de nuevas tecnologías que permiten aprovechar de mejores maneras estos recursos y que son

fruto de las grandes inversiones tanto del gobierno como del sector privado en décadas anteriores, generadas con el fin de sustituir el uso de los combustibles fósiles con alternativas más amigables para el medio ambiente, lo cual determina que entre la opinión pública las energías creadas desde recursos renovables tenga un gran apoyo (International Renewable Energy Agency, 2015).

La gran preocupación por el cambio climático y el calentamiento global debido a la quema de combustibles fósiles y a la emisión de gases de invernadero, junto con las inversiones en la investigación de energías renovables que ha permitido una representativa caída en los costos de turbinas eólicas y paneles solares que están en estos días logrando un uso más generalizado de este tipo de energías no solo en las actividades productivas sino también de manera doméstica en los hogares alrededor del mundo (Andrade, Arteaga, & Segura, 2017).

Sin embargo, pese a este incremento del uso de estas energías grupos de científicos advierten que esta transición hacia el uso de energías más limpias está tardando mucho de manera que no es suficiente para detener el incremento de las temperaturas a nivel global y los efectos del cambio climático en el planeta.

Tipos de energías renovables

A mediados del siglo diecinueve, con el incremento de los problemas por el uso de las energías creadas a partir de fuentes fósiles, y aún más con su uso intensivo en las industrias de estos comenzaron a desarrollarse nuevas fuentes de combustibles a partir de fuentes renovable. Hoy en día, estas fuentes se han perfeccionado y se ha creado otras nuevas debido a que el mundo se está alejando de los combustibles fósiles un mayor uso de fuentes de energía alternativas.

Algunas de las energías alternativas creadas a partir de fuentes renovables son:

- **Energía de las mareas:** La energía de los mares es una forma de energía hidroeléctrica en la que las turbinas generan electricidad a partir de las mareas. Aunque esta tecnología no se utiliza mucho, es segura y respetuosa con el medio ambiente. Además, no emite gases de efecto invernadero.

- **Energía eólica:** Este es un tipo de energía alternativa que convierte la energía cinética del viento en energía mecánica. Usando turbinas, la energía mecánica se convierte en electricidad. En 2019, la capacidad de energía eólica alcanzó los 600 GW.
- **Energía de biomasa:** Esta es energía derivada de material orgánico principalmente plantas. Como fuente de energía renovable, la biomasa contiene energía almacenada. Cuando se quema, la energía química de las plantas se libera en forma de calor.
- **Energía geotérmica:** La energía geotérmica es limpia y sostenible. Depende de recursos hidrotermales, agua caliente y vapor, para la producción de energía. Las tecnologías en uso incluyen centrales eléctricas de vapor flash y centrales eléctricas de vapor seco.
- **Biocombustibles:** a diferencia de la energía de la biomasa, los biocombustibles son combustibles orgánicos producidos a través de un proceso biológico. Incluyen la digestión anaeróbica y la agricultura. Los ejemplos incluyen etanol, biodiesel, diésel verde y biogás.
- **Energía hidroeléctrica:** Como el tipo más común de energía renovable, la generación de energía proviene del agua de una presa. El agua fluye desde el depósito y a través de una turbina. Esto hace girar la turbina y activa un generador que conduce a la producción de electricidad.
- **Sistemas de energía híbridos:** esta es una nueva tecnología fuera de la red que cuenta con una turbina eólica y un sistema de energía solar. Gracias a la combinación de las dos fuentes, la generación de energía se duplica. El sistema es muy eficiente y asegura que la energía esté disponible en todo momento.
- **Energía solar:** Este es un sistema donde los paneles solares convierten los rayos del sol en corriente continua. Los paneles tienen muchas células solares que absorben los rayos del sol y generan corriente continua. Con un inversor, la corriente continua se convierte en corriente alterna para usar en casa.

- Tejas fotovoltaicas: Si no desea instalar paneles solares en su techo, puede elegir tejas fotovoltaicas. Diseñado para funcionar como un techo convencional, este es un tipo de solución de energía solar. También conocidos como energía fotovoltaica integrada en edificios, funcionan de manera similar a los paneles solares.

Cambio climático

Dentro del cambio climático se incluyen tanto los efectos de calentamiento global producto de las emisiones de gases de invernadero como efecto de las actividades humanas como otros cambios de gran magnitud en los patrones climáticos sobre los cuales el humano no tiene responsabilidad alguna y que se dan como producto de los cambios normales en la tierra y sus ciclos (International Renewable Energy Agency, 2015).

Según Hanif (2017), pese a que se considera que de manera natural en la tierra sufre periodos de calentamiento y enfriamiento que no responden las actividades humanas, estos ciclos naturales a partir de mediados del siglo anterior y con él unos generalizado de los combustibles fósiles las actividades humanas en el planeta han alterado el equilibrio natural de la temperatura del planeta provocando cambios en la temperatura del planeta a escala global.

Bamber & Oppenheimer, (2019) explica que, pese a que no hay un consenso sobre los efectos a largo plazo de este incremento en la temperatura del planeta, dentro de los círculos científicos si se tiene una certeza de que el factor más determinante de este fenómeno es la emisión de gases con efecto invernadero como resultado de la quema de combustibles fósiles para generar energía. Este aumento de la temperatura producto de la quema de combustibles fósiles genera efectos climáticos anormales como la disminución de hielo en los polos, los mismos que reflejan la luz solar, lo cual ahonda esta situación y prevé que estos efectos se extiendan a otros entornos como los océanos y las costas con efectos perjudiciales para las poblaciones.

Los impactos en los ecosistemas del cambio climático según los científicos pueden provocar en un futuro inmediato si no se toma medidas urgentes, extinción de especies, riesgos para la seguridad alimentaria, dificultades en el acceso al agua, subida del nivel de los mares y guerras por los recursos además de fenómenos climáticos cada vez más intensos como inundaciones, sequías, olas de calor y frío extremas, tormentas tropicales cada vez más frecuentes y de mayor intensidad (Hansen & Sato, 2016; Hawkins & Ortega, 2017; Mach, Kraan, & Adger, 2019; Kaczan & Orgill, 2020).

Pese a la negativa de muchos gobiernos, organizaciones y personas de tomar cartas en el asunto debido a los altos costos de cambiar los modos tradicionales de producción y el estilo de vida al que estamos acostumbrados la evidencia de calentamiento global se verifica en una amplia gama de fenómenos alrededor del planeta como aumentos en la intensidad de las precipitaciones, incrementos en la humedad atmosférica, cambios en los ciclos naturales de la flora y fauna y el enfriamiento de la atmósfera superior. Lo que hace más alarmante la situación y la necesidad de tomar cartas en el asunto (International Energy Agency, 2017).

Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible es un concepto que engloba o entiende que se pueden alcanzar las metas del desarrollo humano de las economías tomando en cuenta que la consecución del mismo no genere problemas en el largo plazo concernientes al medio ambiente, los ecosistemas y los recursos naturales. De la misma manera, el desarrollo sostenible puede verse como una guía para alcanzar los objetivos económicos y sociales de los países manteniendo los recursos naturales y ecosistemas como activos valiosos para el conglomerado social (Blewitt, 2015).

El desarrollo sostenible busca un equilibrio donde la sociedad pueda alcanzar las mejores condiciones de vida y a su vez los recursos naturales no sean depredados y se preserven para las futuras generaciones. Esto también sin desequilibrar la estabilidad del sistema natural del planeta. Por esto el desarrollo sostenible puede entenderse como

un desarrollo que por una parte satisface las necesidades en el presente y a su vez asegura la capacidad de nuestro planeta para seguirnos albergando en el futuro (Kahle & Gurel-Atay, 2014).

Según (Blewitt, 2015) al analizar los objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la ONU para los países se puede ver que esta es una propuesta integral que abarca todos los aspectos de la sociedad, tomando en cuenta los que hoy son los mayores desafíos para las economías como la pobreza, el cambio climático, la desigualdad económica, la degradación ambiental, la paz y la equidad de género (p.123).

Hoy en día, pese a que las economías alrededor del mundo en diferentes medidas estas tratando de asumir los postulados del desarrollo sostenible, siendo los países más desarrollados los cuales se preocupan más en la actualidad por alcanzar los objetivos económicos manteniendo la integridad de los recursos naturales, para la mayoría de países alrededor del mundo esto es muy difícil debido a que no cuentan con los recursos las tecnologías y los conocimientos para lograrlo (Pearce, Albritton, & Grant, 2012).

Esto por ejemplo se refleja en la situación de los países de Latinoamérica los cuales tienen varias dificultades para implementar el uso de energías más limpias, establecer legislaciones que protejan el medio ambiente y reducir la dependencia de sus economías a los recursos fruto de la explotación de materias primas y recursos no renovables. Esto determina que en estos países no se pueda tomar las acciones necesarias para adoptar los primeros pasos esenciales del desarrollo sostenible Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2017).

Debido a estas cuestiones existen varios grupos que critican las ideas del desarrollo sostenible, ya que tomando en cuenta los grandes problemas que existen en la actualidad en el mundo, pedirles a las pequeñas economías que no exploten sus recursos naturales o que establezcan legislaciones ambientales que dificulten la industrialización y la entrada de inversión extranjera sería un suicidio económico para estas economías. Por esto se considera que a nivel global las potencias económicas y los países más desarrollados son los que deben impulsar con acciones y recursos el cambio del modelo económico actual capitalista depredador de recursos hacia un modelo basado en las ideas del desarrollo sostenible (Stiglitz, 2002).

Matriz energética

El concepto de matriz energética, se entiende como la combinación de las distintas fuentes de energías primarias y secundarias que emplea una economía o zona geográfica específica. En esta los principales objetos de análisis son tanto las fuentes de las distintas energías como la participación de las mismas, sin dejar a un lado la evolución que tiene estas participaciones en el tiempo en relación a las políticas y legislación que se plantean para alcanzar objetivos específicos, estos podrían ser por ejemplo la reducción de la cantidad de energía proveniente combustibles fósiles o la independencia energética respecto a las exportaciones de la misma (Kumar, 2021).

Al respecto Gómez & Arrango, (2017) afirma que la matriz energética puede ser estudiada tanto en países como regiones o localidades, tomando además en cuenta que porcentaje de la energía debe ser exportada del exterior, lo que se relaciona mucho al concepto de independencia energética, la cual implica que la economía es capaz de generar la cantidad suficiente de energía que cubra su propia demanda (p.938).

La composición de la matriz energética dentro de un país es un importante factor de análisis para entender los costes y vulnerabilidad del suministro de energía para una economía, ya que de manera directa esta se ve afectada, por ejemplo, con los cambios en los precios internacionales del petróleo o la electricidad, si la economía importa las mismas (Alejos, 2015). Ante esto la matriz energética es un elemento básico de la planificación de los sectores productivos para los gobiernos ya que se puede emplear para asegurar el suministro de energía para los diferentes sectores y agentes económicos de la manera más eficiente y con los menores costos y externalidades (Breilh, 2014).

Hoy en día, un concepto que toma más y más fuerza es la transformación de la matriz energética, esto dentro del contexto de los graves problemas que está ocasionando el uso generalizado de los combustibles fósiles como la principal fuente de energía. En este sentido actualmente muchas economías países y regiones buscan una transformación de su matriz energética guiada a reducir el consumo de energías generadas en base a combustibles fósiles para reemplazarlas por energías creadas a partir de fuentes renovables, las cuales no emitan gases de efecto invernadero a la

atmósfera y por lo tanto detengan el cambio climático y el calentamiento global que sufre nuestro planeta en la actualidad (Kumar, 2021).

2.2 Hipótesis (opcional) y/o preguntas de investigación

2.2.1 Hipótesis de trabajo

Hi: ¿El precio del petróleo incide en el consumo de energía renovable en el Ecuador en el periodo 1990 al 2018?

2.2.1 Hipótesis nula

Ho: ¿El precio del petróleo no incide en el consumo de energía renovable en el Ecuador en el periodo 1990 al 2018?

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Recolección de la información

A causa de que la naturaleza de la metodología de procesamiento de la información permite identificar claramente la población y, por otra parte, se puede definir que la herramienta de análisis de la información es viable para el tema de estudio debido a que la información de las variables e indicadores necesarios para la aplicación de esta metodología se encuentra disponible en diferentes bases de datos tanto nacionales como internacionales.

Se determina además que para la presente investigación y de acuerdo a nuestra metodología y planteamiento teórico experimental consideramos como población a las siguientes variables: precios del petróleo, consumo de energías renovables, crecimiento económico y emisiones de CO₂ representadas por los indicadores: Consumo de energías renovables como el porcentaje del total del consumo final de energía, Precios del barril del petróleo Brent, PIB per cápita y las emisiones de CO₂ calculadas en forma trimestral para la economía ecuatoriana, tomadas de manera trimestral entre los años 1990 y 2018

Dicho lo anterior considerando la naturaleza de nuestra investigación la cual busca definir la relación que existe entre variables agregadas, debemos puntualizar que la misma no requiere de una muestra para el procesamiento de las informaciones ya que la población de la misma que se conforma de las series de tiempo de las variables agregadas es ya representativa del fenómeno de estudio como lo explica (Mills, 2009).

3.1.1 Fuentes primarias y secundarias

La presente investigación demandó una recolección de datos de fuentes secundarias, para esto se utilizaron bases de datos estatales o a su vez de organismos internacionales las cuales pudieran proporcionar información fidedigna para la metodología de trabajo. Dentro de las instituciones que proporcionaron la información están:

- ***Banco Mundial (BM)***: proporcionó la información de las variables; Precios del petróleo, Consumo de energías renovables como porcentaje del total del consumo final de energía y Emisiones de CO₂.
- ***Banco Central del Ecuador (BCE)***: guarda en su apartado de Cuentas Trimestrales Nacionales la información de la variable PIB per cápita.

3.1.2 Instrumento para recolectar la información y su validez

Debido a que la presente investigación de acuerdo a la naturaleza de la metodología de procesamiento de la información utilizó fuentes secundarias para recolectar la información necesaria para analizar el fenómeno, el instrumento de recolección de la información de la misma se constituye en la Ficha de observación. Debido a esto la validez de este instrumento de recolección de la información se certifica por las instituciones tanto gubernamentales como institucionales las cuales aprontan la información para este estudio.

3.2 Tratamiento de la información

A continuación se describe a detalle el procesamiento de la información que en la presente investigación se llevó a cabo con el fin de aportar las respuestas a la pregunta de investigación y además puntualmente determinó la consecución del *Objetivo Específico tres*: Aplicar una metodología de modelización econométrica basada en Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) con el fin de explicar la relación en la economía ecuatoriana entre los precios del petróleo y el consumo de energía renovable en el periodo 1990 al 2018.

Dado que la primera parte del procesamiento de la información se fundamenta en la modelización econométrica de las variaciones del consumo de energías renovables en función de la los precios del petróleo y otras variables que según la literatura económica incendien en la variable dependiente, el primer fue realizar las pruebas econométricas que aseguren que las series de los indicadores de las variables en la modelización econométrica contarán con las características necesarias para poder proporcionar resultados estadísticamente significativos en un proceso de estimación econométrica de los parámetros de las modelización (Gujarati, 2005).

Lo anteriormente mencionado determinó que se debió verificar la estacionariedad de las series a emplearse en la modelización econométrica. Esto debido a que tanto para la inferencia estadística y aún más para los procedimientos econométricos de variables agregadas macroeconómicas se ha determinado que las series de tiempo deben contar con una media y varianza constante durante el periodo de análisis. De no poseer las series estas características se ha probado que esto podría determinar que se obtengan resultados espurios en la parametrización de relaciones entre las variables analizadas.

Dado esto, se procedió en primer lugar a determinar si las series del modelo tenían una media y varianza constante por medio de identificar si estas se rigen por procesos estacionarios, esto mediante la prueba de Raíz Unitaria o también conocida como la prueba Aumentada de Dickey y Fuller cuya fórmula es:

$$\Delta Y = \alpha_0 + \alpha_1 + \gamma Y_{t-1} + \varepsilon_{n=1}^p \beta_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

La misma busca procesos estacionarios de raíz unitaria en las series del modelaje con el fin de comprobar su estacionalidad. Una vez que se realizó esta prueba a las series y que a su vez se transformó en estacionarias por medio de la diferenciación logarítmica las series que no presenten media y varianza constante pasamos a la modelización econométrica de las variaciones del consumo de energías renovables en función de la los precios del petróleo y otras variables que según la literatura económica incidien en la variable dependiente, mediante la cual podemos definir los efectos que tiene las variaciones en los precios del petróleo en el consumo de energía renovable en el Ecuador en el periodo del estudio.

Con el fin de realizar este proceso y una vez habiendo revisado a profundidad la literatura científica que trata la relación de las variables se plantea en base a la teórica económica los siguientes postulados para la modelización econométrica:

a) Existe una relación o asociación lineal entre las variables: Precios del petróleo y el consumo de energías renovables representadas por los indicadores: Precios del barril del petróleo Brent, Consumo de energías renovables como porcentaje del total del consumo final de energía. Esta relación se puede representar con la función matemática siguiente:

$$\mathbf{EnergyRC}_i = f(\mathbf{Poil})_i \quad (2)$$

Donde:

$\mathbf{EnergyRC}_i$ = Consumo de energías renovables como porcentaje del total del consumo final de energía

\mathbf{Poil}_i = Precios del barril del petróleo (promedio simple Brent, WTI)

i = periodo de análisis

La ecuación presentada establece una asociación lineal entre las variables en la cual el consumo de energías renovables se da en función de los precios del petróleo.

b) Debido a la naturaleza estructural de la economía no solo las variaciones en los precios del petróleo inciden en el consumo de energías renovables por lo cual con el fin de cumplir con los supuestos de correctas especificaciones del modelo econométricos planteado se deben agregar al mismo otras variables regresoras explicativas de la variable dependientes, las mismas que deben estar dadas por la evidencia empírica que analice el fenómeno en la teoría económica (Maddala, 1992).

Por lo mismo, y en base a un profundo análisis de la evidencia empírica sobre el tema se agregaron a la función matemática las variables: crecimiento económico y emisiones de CO2 representadas por los indicadores PIB per cápita y las emisiones de CO2. La siguiente función matemática representa la relación de las variables planteada:

$$\mathbf{EnergyRC}_i = f(\mathbf{Poil}, \mathbf{PIBc}, \mathbf{CO2})_i \quad (3)$$

Donde:

$\mathbf{EnergyRC}_i$ = Consumo de energías renovables (% del total del consumo final de energía)

\mathbf{Poil}_i = Precios del barril del petróleo (promedio simple Brent, WTI)

\mathbf{PIBc}_i = PIB per cápita

$\mathbf{CO2}_i$ = Emisiones de CO2

i = periodo de análisis

La ecuación presentada establece una asociación lineal entre las variables en la cual el consumo de energías renovables se da en función de los precios del petróleo, el crecimiento económico y las emisiones de CO2.

c) Debido a la naturaleza de las relaciones de las variables de estudio y tomando en cuenta que la variable dependiente está dada en función de una serie de variables explicativas según la teoría económica; los postulados econométricos afirman que el modelo de regresión lineal múltiple es el adecuado para definir los efectos que tiene las variaciones en los precios del petróleo y otras variables en el consumo de energías renovables en el Ecuador en el periodo del estudio.

La forma funcional del modelo regresión lineal múltiple se aprecia en la ecuación (4) y a su vez el modelo a estimarse adaptado a esta forma funcional con las variables dadas se aprecia en la ecuación (5).

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{1i} + \beta_3 X_{2i} + \beta_4 X_{3i} \dots u \quad (4)$$

En la función matemática modelo de regresión lineal múltiple se expresa que Y_i mantiene una relación lineal con una serie de variable regresoras X_{1i}, X_{2i}, X_{3i} . A su vez se expresas que los parámetros $\beta_2, \beta_3, \beta_4$ definen la relación de cada una de las variables independientes con las variables dependientes, siendo a su vez β_1 una constante de modelo que expresa el valor de la variable dependiente cuando los valores de todas las regresoras es 0. Finalmente, dentro del modelo u representa el error en la estimación de las variaciones de la variable dependiente en función de las regresoras.

$$EnergyRC_i = \beta_1 + \beta_2 Poil_i + \beta_3 PIBc_i + \beta_4 CO2_i \dots u \quad (5)$$

Donde:

$EnergyRC_i$ = Consumo de energías renovables (% del total del consumo final de energía)

β_1 = Constante del modelo

$\beta_2, \beta_3, \beta_4$ = Parámetros del modelo

$Poil_i$ = Precios del barril del petróleo (promedio simple Brent, WTI)

$PIBc_i$ = PIB per cápita

$CO2_i$ = Emisiones de CO2

i = Periodo de análisis

u = Término de error

Con el fin de realizar el proceso econométrico se usa el software Gretl y la estimación por vía MCO, que representa una técnica adecuada para modelizar las relaciones estructurales en la economía, siempre y cuando se lleve a cabo esta técnica tomando en cuenta el cumplimiento de todos los supuesto teóricos que requiere la misma (Berumen & Pérez-Megino, 2015). Debido a esto, una vez estimado el modelo y antes de analizar sus principales resultados procederemos a verificar el cumplimiento de los supuestos teóricos de las estimaciones MCO para verificar que no tengamos resultados espurios.

Posterior a aplicar el modelo regresión lineal múltiple estimado por medio de la técnica MCO con el fin de definir los efectos que tiene las variaciones en los precios del petróleo y otras variables en el consumo de energía renovable en el Ecuador en el periodo del estudio.

3.3 Operacionalización de las variables

3.3.1 Variable dependiente

Consumo de energía renovable

<i>VARIABLE</i>	<i>CONCEPTO</i>	<i>INDICADORES</i>	<i>ÍTEM</i>	<i>TÉCNICA O INSTRUMENTO</i>
CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE	Se refiere a la cantidad de energía que se consume en una economía y que está generada a partir de fuentes renovables que se pueden consumir sin desgastar estos recursos de forma irremediable.	<p>Consumo de energías renovables (% del total del consumo final de energía)</p> $EnergyRC \frac{TOTAL DE ENERGIA CONSUMIDA}{ENERGIA RENOVABLE CONSUMIDA} * 100$	<p>¿De qué depende el consumo de energía renovable en la economía ecuatoriana?</p> <p>¿Los precios del petróleo influyen en el consumo de energía renovable?</p>	Ficha de Observación

3.3.2 Variables independientes

Precios del petróleo

<i>Variable</i>	<i>Concepto</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Ítem</i>	<i>Técnica o Instrumento</i>
PRECIOS DEL PETRÓLEO	Se refiere al cual se vende el petróleo en el mercado internacional de commodities	<p>Precios del barril del petróleo (promedio simple Brent, WTI)</p> $Poli = (\text{Precio Brent} + \text{precio WTI})/2$	<p>¿Cómo ha evolucionado el precio del petróleo?</p> <p>¿Qué factores determinan los precios del petróleo?</p>	Ficha de Observación

PIB per cápita

<i>Variable</i>	<i>Concepto</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Ítem</i>	<i>Técnica o Instrumento</i>
PIB per cápita	Está dado por la razón que se genera entre el precio final de los bienes y servicios generados en una economía dividido para la población total de la misma.	PIB per cápita (precios constantes año base 2007) PIB per cápita = Precio final de los bienes y servicios /Población	¿Cómo incide la renta per cápita en el consumo de energía renovable?	Ficha de Observación

Emisiones de CO2

<i>Variable</i>	<i>Concepto</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Ítem</i>	<i>Técnica o Instrumento</i>
Emisiones de CO2	Determina la cantidad de emisiones de CO2 como gases de efecto invernadero arrojados a la atmosfera por las actividades productivas de una economía.	Emisiones de CO2 (Kilotoneladas métrica) Emisiones de CO2 = %<i>Partículas de CO2</i> (<i>Total gases invernadero</i>)	¿Cómo inciden las emisiones de CO2 en el consumo de energía renovable?	Ficha de Observación

CAPÍTULO IV

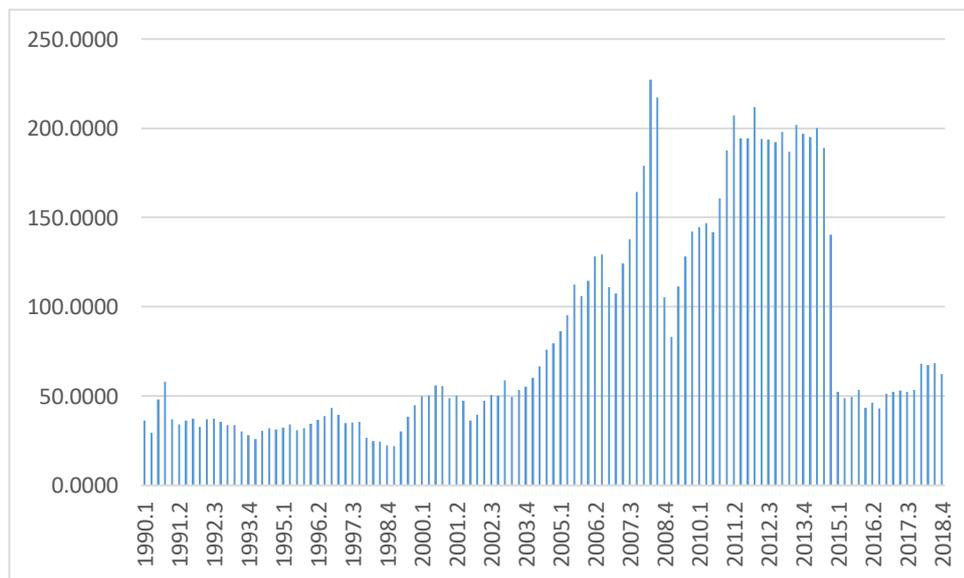
RESULTADOS

4.1 Resultados y discusión

Análisis de la evolución de los precios del petróleo para entender sus causas y sus efectos en la economía nacional.

Con el fin de analizar en primer lugar las variaciones en los precios del petróleo dentro del contexto del acontecer tanto nacional como internacional presentamos la **Figura 1** en la cual se visibiliza la evolución de los precios del barril del petróleo (promedio simple, Brent, WTI,) entre 1990 y 2018.

FIGURA 1: PRECIOS DEL BARRIL DEL PETRÓLEO (PROMEDIO SIMPLE, BRENT, WTI,) ENTRE 1990 Y 2018.



Fuente: Banco Mundial (BM)

Elaborado por: El autor

Podemos ver en la Figura 1 como entre 1991 y 1997 los precios del petróleo presentan un precio con pocas variaciones que va entre los 30 y 50 dólares por barril. A partir de 1998 existe un incremento de estos precios los cuales suben hasta en los 2000 alcanzar los 50 dólares. Entre los años 2000 y hasta 2007 los precios del petróleo presentan un acelerado incremento el cual hace que para 2005 se llegue a más de 100 dólares por barril y en 2007 este valor llegue a superar los 200 dólares por barril, lo cual representa un incremento del 300% con relación al precio del año 2000 en un periodo de tan solo siete años. Para 2008 el precio del petróleo cae drásticamente llegando a los 70 dólares por barril, sin embargo, estos se recuperan rápidamente y entre 2009 y 2014 estos se mantienen entre los 170 y 190 dólares por barril. Finalmente, a partir de 2015 se presenta una drástica reducción de los precios del petróleo y una tendencia de los mismos a mantenerse entre los 50 y 60 dólares hasta el fin de nuestro periodo de análisis en 2018.

El primer aspecto de relevancia del análisis de la gráfica de los precios del petróleo es que presenta gran variabilidad y cambios de tendencia en el periodo de estudio. Esta variabilidad al ser el petróleo un bien que se oferta en los mercados internacionales depende netamente de las variaciones en la oferta y la demanda del mismo (Zhao, Zhang, & Wie, 2021).

A su vez estas variaciones en la oferta y demanda de este bien sin embargo como lo refieren diversos estudios como Apergis & Payne (2015); Hansen & Sato, (2016); Espinoza et al (2019); Murshed & Masud (2020) se dan por una multitud de situaciones como; el crecimiento de las economías, las expectativas decrecimiento de los mercados emergentes, las restricciones de extracción y venta de crudo que se imponen entre los países petroleros, las recesiones mundiales, los conflictos armados en los países productores, el impacto de las medidas económicas en los países compradores e infinidad de otros eventos que se dan en el contexto mundial y determinan la variabilidad de la oferta y demanda del petróleo y por tanto de sus precios.

Sin embargo, dentro de nuestro periodo de análisis 1990-2018 existen tres coyunturas puntuales que definen los precios internacionales del crudo y que se generan las tres a partir de las expectativas de crecimiento de ciertas economías (CEPAL, 2017).

La primera coyuntura, como narra Ponce et al (2018), explica como la década de los noventa estuvo marcada por una drástica caída de los precios del petróleo, la misma que venía manteniéndose desde inicios de la década de los 80s y que sucedió luego de las crisis del petróleo en los 70s, donde este alcanzó niveles récord respecto a sus anteriores valores. Esta caída drástica de los precios de esta materia prima que se debió a una generalizada recesión mundial de los países desarrollados, principales compradores de la materia prima y la cual afectó profundamente los precios de esta.

Ante esta drástica caída de los precios los países exportadores de petróleo reunidos en la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) lejos de tomar la decisión de reducir la oferta de este bien, con el fin de lograr subir los precios en el mediano plazo, decidieron incrementar la producción de petróleo con el fin de que este incremento pudiera saldar los recursos que esperaban obtener para sus países (Zhao, Zhang, & Wie, 2021).

Este incremento como lo manifiesta Apergis & Payne (2015) de la oferta de petróleo en los mercados mundiales provocó una caída más drástica de los precios que se mantuvo desde principios de la década de los 80s hasta finales de la década de los 90s.

La segunda coyuntura de análisis para entender la evolución de los precios del petróleo en el periodo que se da a principios de los 2000s. Como lo explica Fontaine (2016) para este año la economía mundial dejó de ser impulsada por las economías desarrolladas las cuales no podían enfrentar los problemas estructurales y altas tasas de desempleo interno. Sin embargo un nuevo grupo de economías emergente; China, India, Brasil y Sudáfrica surgió en este periodo a partir de países que hace varias décadas habían cimentado las bases de su desarrollo económico y las cuales pese a que enfrentaban todavía grandes problemas como pobreza, desigualdad, conflictos sociales y pugnas de poder generaban importantes expectativas de crecimiento que impulsaron la economía mundial.

La importante demanda de materias primas por parte de estas economías impulsó debido a su gran tamaño el comercio mundial de materias primas, lo cual ante una caída de la oferta petrolera que se venía dando desde la década de los noventa degeneró

en altísimos precios del petróleo que presentaron una tendencia al alza a partir del año 2000 (Hansen & Sato, 2016).

Esta tendencia de crecimiento de los precios del petróleo se mantuvo de manera sostenida, esto pese a que la crisis financiera mundial de 2008 generó una importante caída en las expectativas de crecimiento de la economía mundial y los precios del petróleo que sin embargo se recuperaron rápidamente gracias al crecimiento de las economías emergentes. El fin de esta tendencia de crecimiento de los precios del petróleo que duró cerca de quince años terminó con la tercera coyuntura del periodo cuando en 2015, pese a los esfuerzos y la inversión tanto de los organismos multilaterales como de las economías emergentes estas presentaron importantes reducciones en sus tasas de crecimiento, ante lo cual las expectativas de crecimiento de la economía mundial tanto como los precios del petróleo comenzaron una tendencia al decrecimiento que aún hoy se mantiene (Murshed & Masud, 2020).

El claro efecto de las variaciones de los precios del petróleo en la economía nacional y en su contexto económico son claros a partir del hecho puntual de que la economía desde la década de los 70s presenta una profunda dependencia de los ingresos petroleros. Por lo mismo, el análisis de la evolución de los precios del petróleo tiene su contraparte en el análisis de la coyuntura nacional ya que los precios del petróleo marcaron el pulso de la estabilidad presupuestaria de la economía (Gachet et al, 2013).

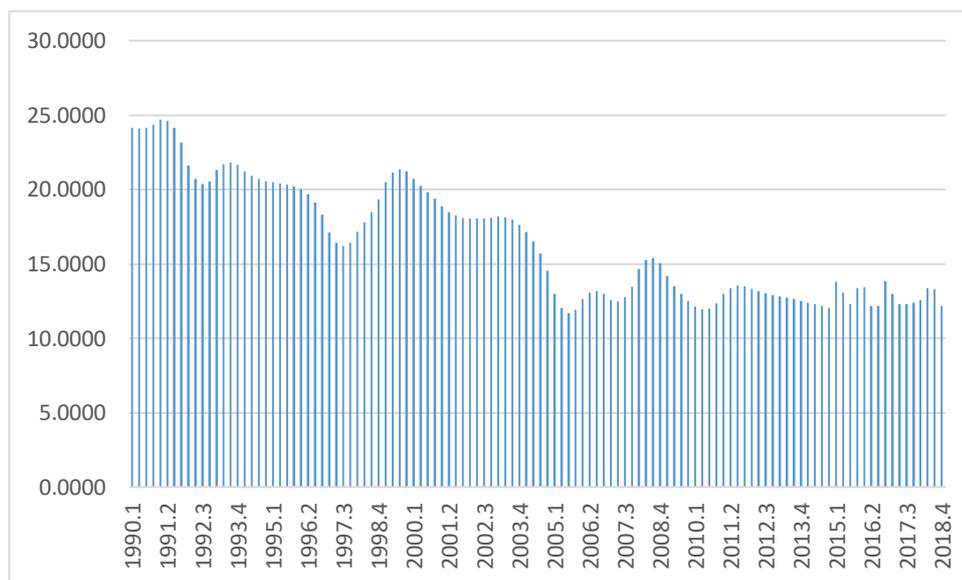
Así como lo explican Acosta & Cajas (2018), la caída de los precios del petróleo en los 80s y 90s representó graves problemas para la economía ecuatoriana que marcaron el inicio de los desequilibrios de la deuda que se profundizaron más y más a medida que los precios del petróleo seguían bajando hasta el final de la década de los noventa y que culminó para el país con la más grande crisis de su historia. A partir de los 2000s con la dolarización que le dio una nueva estabilidad a la economía, los incrementos en el precio del petróleo le dieron a la economía años de bonanza en los cuales estos recursos sirvieron para generar importantes obras públicas, transferencias e inyecciones de dinero a la economía que sin embargo no pudieron vencer los problemas estructurales de la misma, la cual crecía no por su cuenta si no solo por el impulso de las inyecciones de capital por parte del estado. Esto último determinó que

la caída de los precios del petróleo de 2015 marcará un retorno a los problemas presupuestarios y desequilibrios de la balanza comercial tan conocidos para nuestro país en las épocas de caídas de los precios del petróleo.

Descripción de los cambios en el consumo de energías renovables en el país para verificar si ha existido un crecimiento en el mismo.

De la misma manera para analizar el consumo de energías renovables en el país y su evolución a lo largo del periodo de estudio utilizaremos la **Figura 2**, la cual presenta el consumo de energías renovables como porcentaje del total del consumo final de energía.

FIGURA 2: CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES COMO PORCENTAJE DEL TOTAL DEL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA ECUADOR 1990-2018



Fuente: Banco Mundial (BM)

Elaborado por: El autor

La Figura 2 indica como en el principio de nuestro periodo de estudio, el año 1990 el consumo de energías renovables representaba un 24% del total de consumo de energía en el país. A partir de este valor, desde 1990 hasta 1997 se presentó un decrecimiento

del consumo de estas energías ya que para 1997 estas solamente representaban un 16% dentro del total de energía consumida, esta reducción significa que en un periodo de 7 años el consumo de las energías renovables en el país se redujo un 33%. Entre 1997 y el año 2009 el consumo de estas energías se incrementó por un breve periodo de tiempo hasta llegar, en su punto más alto el último trimestre de 1999, a un 21% del total de energías utilizadas. Desde el año 2000 sin embargo, el consumo de energías renovables presentó una tendencia a reducirse dentro del total de la energía utilizada hasta llegar a un 12% del total de consumo de energía en 2005, lo cual representó una reducción del 50% en el consumo de estas energías dentro del consumo total de energía con relación al año de 1990. Este consumo ha presentado desde entonces pocos cambios desde el 2005 hasta el final de nuestro periodo de estudio en 2018 donde el consumo de energías renovables fue de 12,5% del consumo total de energías, solo presentado leves incrementos de este valor en el 2008.

Antes de realizar el análisis de la evolución del consumo de energías renovables en el país, es importante recalcar un punto clave. Debido a la falta de interés de las instituciones y organismos nacionales por generar información e indicadores que puedan dar un seguimiento a la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible y en especial el uso de las energías renovables resulta muy difícil darle un seguimiento a este fenómeno ya que los únicos datos correspondientes a este apartado se presentan por parte de organismos internacionales, y en una limitada cantidad. Siendo para el caso de Ecuador, el que presentamos a continuación uno de los pocos indicadores creados para el uso de energías renovables. Esto es importante ya que como veremos continuación esto dificulta en gran medida el entendimiento de la evolución del consumo de las energías renovables en la economía (Robalino, Mena, & García, 2014; Sánchez & Zambrano, 2017; Nwani, 2017; Ponce, Castro, Pelaez, Espinoza, & Ruiz, 2018).

Siguiendo con el análisis, una breve inspección a primera vista de la gráfica determinaría que concluyamos que el consumo de energías renovables ha ido disminuyendo progresivamente en el transcurso del periodo de estudio. Sin embargo, esta conclusión está fuera de la realidad y refleja la escasez de datos para comprender el fenómeno a cabalidad. Esto debido a que el indicador que analizamos representa el consumo de energía renovable como porcentaje en el total de energía utilizada. Por lo

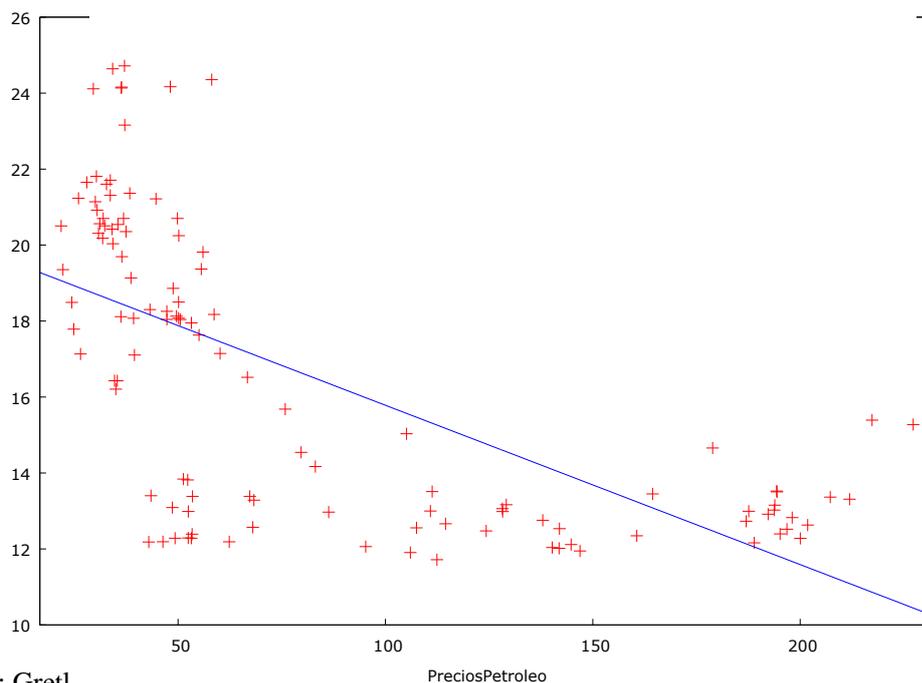
mismo pese a que a primera vista parezca que el consumo de energía renovables ha disminuido con el paso del tiempo, lo que realmente acontece es que; existe un incremento importante en el uso de las energías renovables que sin embargo se da en menor medida que el crecimiento de las cantidades de energía totales que se utiliza en la economía (Breilh, 2014).

Este incremento se da como resultado de una diversidad de proyecto que se han generado desde el sector público para la generación de energías renovables en especial plantas hidroeléctricas y eólica, que hoy aporta una importante parte de consumo de energías total y su creciente demanda, y que además permiten que incluso el país exporte energía a los países vecinos. Estas obras son el producto de la gran inversión en infraestructura que el estado pudo permitirse a partir del auge petrolero de los 2000s y que en gran medida se acompañaron de convenios internacionales y legislaciones para continuar con estos proyectos que sin embargo luego de 2015 se dejaron en abandono (Iglesias et al, 2017).

Aplicación de una metodología de modelización econométrica basada en Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) con el fin de explicar la relación en la economía ecuatoriana entre los precios del petróleo y el consumo de energía renovable en el periodo 1990 al 2018.

Como primer paso para la aplicación de la metodología de análisis de la información del objetivo procederemos a realizar una primera inspección gráfica que pueda darnos una idea del posible sentido en la relación de las variables; esto por medio de un gráfico de dispersión, en el cual observaremos las interacciones de las variables de estudio.

FIGURA 3: GRÁFICO DE DISPERSIÓN DE LAS VARIABLES



Fuente: Gretl

Elaborado por: El autor

Un rápido análisis de la gráfica permite plantear que entre las variables existe una relación inversa. Sin embargo, este breve análisis no permite ver que tan explicativos o significativamente estadísticos son los precios del petróleo en el consumo de energías renovables por lo cual generaremos una matriz de correlaciones entre las variables para dar valores específicos a esta relación que visualizamos en la gráfica.

TABLA 1: MATRIZ DE CORRELACIONES DE LAS VARIABLES

preciopetroleo	consumoenergiasrenovables	pibpercapita	co2	
1,0000	-0,6476	0,5992	0,5908	preciopetroleo
	1,0000	-0,8325	-0,8739	consumoenergiasrenovables
		1,0000	0,9346	pibpercapita
			1,0000	co2

Fuente: Gretl

Elaborado por: El autor

Como pudimos observar en la primera inspección mediante el gráfico de dispersión de las variables de estudio, existe una visible correlación lineal inversa entre las variables, esto se verifica en la matriz de correlaciones de variables, la cual arroja el valor de la correlación de Persson entre cada una de las variables. De esta manera vemos que la corrección de Persson para las variables de estudio: Precios del petróleo y Consumo de energías renovables es de -0,85 lo cual determinaría una fuerte relación inversa entre las mismas. Este primer paso revela que existe una relación lineal entre las variables sin embargo no determina que los precios de petróleo estén de alguna manera influyendo o no en el consumo de las energías renovables por lo cual deberemos probar esto realizando el modelo econométrico planteado.

Con el fin de verificar lo antes mencionado procedemos a correr el modelo lineal múltiple por medio de la técnica de mínimos cuadrados con corrección de heterocedasticidad, dicho esto también en referencia a la estacionariedad de las series de estudio así como de las series de control que se emplea en el modelo no es necesario verificar la misma por medio de la prueba de Dickey y Fuller esto a consecuencia de que trabajamos con un número de observaciones mayor a 30, un total de 116, lo cual determina que no sea necesaria la aplicación de esta prueba ya que la estacionariedad no se presenta en muestras tomadas en largos periodos (Wooldridge, 2018). Una vez

estimado el modelo obtenemos los siguientes resultados a manera de una tabla estadística.

TABLA 2: ESTADÍSTICOS RESULTANTES DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO ECONOMÉTRICO

Modelo: con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1990:2-2018:4 (T = 115)

Variable dependiente: Consumo Energías

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
Const	32,0008	1,28183	24,96	<0,0001	***
Petróleo	-2,63463	1,02106	-2,580	0,0112	**
PIB	-0,00805369	0,00199691	-4,033	0,0001	***
CO2	-0,000992549	0,000147360	-6,736	<0,0001	***

Estadísticos basados en los datos ponderados:

Suma de cuad. residuos	647,2925	D.T. de la regresión	2,414842
R-cuadrado	0,791941	R-cuadrado corregido	0,786318
F(3, 111)	140,8345	Valor p (de F)	1,09e-37
Log-verosimilitud	-262,5302	Criterio de Akaike	533,0605
Criterio de Schwarz	544,0402	Crit. de Hannan-Quinn	537,5171
Rho	0,880124	Durbin-Watson	1,834024

Estadísticos basados en los datos originales:

Media de la vble. dep.	16,44047	D.T. de la vble. dep.	3,858232
Suma de cuad. residuos	427,5873	D.T. de la regresión	1,962686

Fuente: Gretl

Elaborado por: El autor

El análisis de los principales estadísticos del modelo deja de las siguientes conclusiones:

- El signo de los coeficientes para los regresores; precios del petróleo y las variables de control son los esperados por la teoría económica y el marco teórico referente a los determinantes del consumo de energías renovables en

los países exportadores de crudo, siendo negativo para los precios del petróleo, el PIB per cápita y las emisiones de CO2.

- En lo concerniente a la significancia de las regresoras para el modelo tanto de forma individual como colectiva y que se determinan por el valor del estadístico *T* y el *p valor*, las regresoras presenta los siguientes resultados:

	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>
Petróleo	-2,580	0,0112
PIB	-4,033	0,0001
CO2	-6,736	<0,0001

De lo que podemos concluir que: al estar el estadístico *t* de las tres regresoras fuera del rango de no significancia, con valores entre -2 hasta +2 las regresoras son significativas para el modelo de manera colectiva.

Por otra parte, en cuanto al *p valor* de las regresoras se puede decir que los precios del petróleo son estadísticamente significativos para el modelo al 0,0112 y en el caso del PIB per cápita y las emisiones de CO2 estas son significativas para el modelo al 0,0001. Al ser los *p valor* de las tres regresoras menores al nivel de significancia 0,05 concluimos que las tres regresoras son estadísticamente significativas para el modelo, sin embargo, de que el PIB per cápita y las emisiones de CO2 son más significativas para explicar las variaciones del consumo de energías renovables que los precios del petróleo.

- El valor del coeficiente nos indica que cuando se incrementa en un 1% los valores del PIB por habitante, las emisiones CO2 y los precios del petróleo a su vez el consumo de energías renovables se reduce en 2,63463%, 0,00805369 y 0,000992549%.
- Por otra parte, entre los estadísticos generales del modelo tenemos un *r cuadrado* 0,79 un *F de Fisher* 140,84 de y una *Suma Cuadrada de Residuos* 640.29 lo que no indica que el modelo explica el 79% de los datos observados, la estimación en su conjunto es buena y por último el error de estimación es considerable pero aceptable. Ante todo, podemos decir que el modelo y la

estimación es explicativa y se ajusta a los datos observados y a su vez se cumplen todos los supuestos de estimación del MCO.

Una vez realizado el análisis de los principales estadísticos del modelo podemos concluir que: los resultados del modelo comprueban la primera inspección gráfica pudiéndose determinar que el consumo de las energías renovables presenta una relación negativa con los precios del petróleo, lo que nos indica que los incrementos en los precios del petróleo reducen el consumo de energías renovables. De la misma manera, en cuanto a las variables de control del modelo; el PIB per cápita y las emisiones del CO2 de igual manera presentan una relación negativa con el consumo de energías renovables.

Dentro de las variables regresoras el PIB per cápita y las emisiones de CO2 son más explicativas de la variable dependiente que los Precios del Petróleo, sin embargo, todas estas relaciones son estadísticamente significativas individualmente y en su conjunto, esto como consecuencia de que las variables del modelo se escogieron tomando en cuenta las variables representativas para explicar el consumo de energías renovables según la literatura científica.

De la misma manera los estadísticos de la estimación en lo pertinente a la fiabilidad de los parámetros estimados y el cumplimiento de los supuestos muestran que el modelo está estimado correctamente según los criterios planteados por (Gujarati, 2005).

4.2 Limitaciones del estudio

Dentro de las principales limitaciones que encontramos en el estudio está la grave falta de interés de las instituciones y organismos nacionales por generar información e indicadores que puedan dar un seguimiento a la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible. Dentro de esto queda de relevancia que hay poco interés por diagnosticar la situación real del uso de las energías renovables y otros aspectos de gran importancia para la consolidación del cambio del modelo de crecimiento de nuestra economía; desde un modelo primario extractivista hacia un modelo de

desarrollo sustentable que asegure y resguarde las provisiones de recurso no renovables para las futuras generaciones.

Esto dificulta los estudios relacionados con el tema y la evaluación de las políticas públicas en pro de reducir el uso de combustibles fósiles y en otros temas igual de importantes relacionados a la conservación del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el cambio climático en el país.

Dentro de nuestro tema específico la falta de información e indicadores del tema dentro de las fuentes nacionales es casi total, teniendo que presentarse la mayoría de la información correspondiente al tema por parte de organismos internacionales. Estos organismos internacionales vigilan y evalúan la transición energética hacia el uso de energías que se generan a partir de fuentes renovables en el país, ya que el gobierno no cumple esta función.

De igual manera esto se ha presentado en los últimos gobiernos, los cuales, pese a manifestarse en favor de promover el uso de estas energías hicieron pocos esfuerzos por diagnosticar la verdadera situación del país en relación al uso de combustibles fósiles y recursos renovables para la generación de energías, lo que deja de manifiesto su débil compromiso con los objetivos de desarrollo sustentable y los esfuerzos de la sociedad por la conservación del medio ambiente.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Con el fin de sintetizar las conclusiones obtenidas en este estudio a continuación presentamos las mismas organizadas de acuerdo a los objetivos específicos planteados en la investigación.

- *Objetivo específico 1:*

La gran variabilidad en los precios de petróleo observada durante el periodo de estudios se debe a las variaciones en la oferta y la demanda del mismo que a su vez responde a diversas coyunturas internacionales como; las expectativas de crecimiento de los mercados emergentes, las restricciones de extracción y venta de crudo que se imponen entre los países petroleros, las recesiones mundiales y los conflictos armados en los países productores. Sin embargo, dentro de nuestro periodo de análisis 1990-2018 existen tres coyunturas puntuales que definen los precios internacionales del crudo. Entre 1990 y 1999 se dio una caída de los precios del crudo producto de la sobre oferta y la reducción del crecimiento de los países desarrollados. Entre 2000 y 2014 se presentó un incremento de los precios debido a la gran demanda de materias primas de los países emergentes. Por último, entre 2015 hasta 2017 se presenta una caída de los precios producto de las bajas tasas de crecimiento de las economías emergentes.

Estas variaciones de los precios del petróleo repercutieron fuertemente en la economía nacional: la caída de los precios del petróleo en los 80s y 90s representó graves problemas para la economía ecuatoriana que marcaron el inicio de los desequilibrios de la deuda que culminaron con la más grande crisis de la historia del país. A partir de los 2000s los incrementos en el precio del petróleo le dieron a la economía años de bonanza en los cuales estos recursos

sirvieron para generar importantes obras públicas, transferencias e inyecciones de dinero a la economía. Para 2015 la caída de los precios del petróleo marca un regreso a los problemas presupuestarios y desequilibrios de la balanza comercial.

- ***Objetivo específico 2:***

El análisis de la evolución del consumo de energías renovables en el país deja al descubierto que debido a la falta de información e indicadores resulta muy difícil darle un seguimiento a este fenómeno. Pese a esto se puede afirmar que existe un incremento importante en el uso de las energías renovables que sin embargo se da en menor medida que el crecimiento de las cantidades de energía totales que se utiliza en la economía.

- ***Objetivo específico 3:***

Las energías renovables presentan una relación negativa con los precios del petróleo en la economía ecuatoriana en el periodo de estudio 1990-2018, con un valor de la correlación del Persson entre las variables de -0,85, lo que nos indica que los incrementos en los precios del petróleo reducen el consumo de energías renovables.

De la misma manera el PIB per cápita y las emisiones del CO₂ presentan una relación negativa con el consumo de energías renovables. Dentro de las variables regresoras el PIB per cápita y las emisiones de CO₂ son más explicativas de la variable dependiente con un *p valor* para ambas de 0,0001 mientras que los Precios del Petróleo son menos explicativos de las variaciones en el consumo de energías renovables ya que presenta un *p valor* de 0,0112 en los resultados de la regresión econométrica.

5.2 Recomendaciones

- El poco éxito que han tenido las políticas públicas por generar un cambio en la matriz energética del país e impulsar el desarrollo y consumo de las energías renovables es el resultado directo del poco continuismo que se le da a las estrategias y planes que permitan alcanzar estos objetivos. La constante pugna política por alcanzar el poder, los problemas económicos y presupuestarios del estado y sobre todo la falta de un interés real en promover un cambio han determinado escasos avances en este ámbito. Por lo mismo se deben crear instituciones que generen, pongan en práctica y evalúen estrategias que aseguren el cambio en la matriz energética del país, hacia un mayor uso de energías de fuentes renovables, esto independientemente del cambio de los gobiernos y los ciclos económicos que son los responsables de que cada iniciativa por hacer avances en este campo se quede a medias.
- Las estrategias centradas en el crecimiento del consumo de energías renovables y la disminución del consumo de energías de fuente fósiles deben asegurarse por medio de inversiones y la generación de proyectos tanto públicos como privados que generen este tipo de energías y la empleen en sus procesos productivos. Esto se puede lograr por medio de la regulación y la estipulación de políticas fiscales que brinden estímulos a la generación de estos proyectos y a su vez pongan impuestos a las actividades que se mantengan en el uso y generación de energía a partir de combustibles fósiles.
- La experiencia de otros países demuestra que la única vía para alcanzar verdaderos avances dentro del cambio de la matriz energética hacia el uso de energías más limpias y amigables con el medio ambiente se logra por medio de estipular metas concretas, apoyadas por legislaciones fuertes e inversión continua en los sectores que produzcan o se adapten al uso de estas nuevas energías.

- La dependencia tanto de la economía como de los procesos productivos de la extracción de crudo en el país tanto para la generación de recursos como para la generación de las energías es un arma de doble filo para la sociedad. Esto ya que por un lado atrasa el cambio de la matriz energética hacia soluciones más limpias, pero peor aún crea una dañina dependencia de las rentas petroleras que determina una alta sensibilidad de la economía al precio de esta materia prima en el mercado mundial. Dependencia que ya en innumerables ocasiones nos ha llevado a graves crisis de las cuales el país ha salido muy afectado. Ante esto se podría utilizar los excedentes de las rentas petroleras en los periodos de altos precios de esta materia prima para generar fondos de inversión que aseguren una fuente constante de recursos que permita solventar el desarrollo tanto de nuevas actividades productivas que generen recursos para el país como vías más limpias para generar energías en base a recursos renovables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A. (2013). El retorno del Estado . En F. Ecuador, *Situación económica y ambiental del Ecuador en un entorno de crisis internacional* (pág. 19). Quito - Ecuador .
- Acosta, A., & Cajas, J. (2018). Patologías de la Abundancia . *Espacios* , 391-427.
- Alejos, R. (2015). *Proyecciones de la matriz energética al largo plazo*. Quito - Ecuador: Ediciones Abya - Yala.
- Algarín, C., Llanos, A., & Castro, A. (2017). An analytic hierarchy process based approach for evaluating renewable energy sources . *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(4), 38-47.
- Al-Maamary, H., Kazem, H., & Chaichan, M. (2017). The impact of oil price fluctuations on common renewable energies in GCC countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 75, August, 989-1007.
- Andrade, H., Arteaga, C., & Segura, M. (2017). Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia) . *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, Mosquera (Colombia)*, 18(1), 103-112.
- Apergis, N., & Payne, J. (2015). Renewable Energy, Output, Carbon Dioxide Emissions, and Oil Prices: Evidence from South America. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, Volume 10 - Issue 3 , 281-287.
- Armaroli, N., & Balzani, V. (2016). Solar Electricity and Solar Fuels: Status and Perspectives in the Context of the Energy Transition. *Chemistry – A European Journal*. 22 (1), 32–57.
- Bakker, D. (2019). Global Carbon Budget 2019. *Earth System Science Data*. 11 (4), 1783–1838.
- Bamber, J., & Oppenheimer, M. (2019). Ice sheet contributions to future sea-level rise from structured expert judgment". *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 116 (23), 11195–11200.
- Berumen , S., & Pérez-Megino, L. (2015). El papel de la desigualdad de ingresos en el proceso de crecimiento en Europa. *Serie Documento de trabajo*.

- Blewitt, J. (2015). *Understanding Sustainable Development (2nd ed.)*. London: Routledge.
- Box, G., & Jenkins, G. (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. New Jersey: John Wiley and Sons Inc.
- Breilh, P. (2014). *Aceleración global y matriz energética en el Ecuador*. Quito - Ecuador: Editorial Abya-Yala.
- CEPAL. (2017). *Panorama social de America Latina*. Santiago de Chile: Cepal.
- Ellabban, O., Abu-Rub, H., & Blaabjerg, F. (2014). Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 748–764.
- Espinoza, V., Fontalvo, J., Martí-Herrero, J., Ramírez, P., & Capellán, I. (2019). Future oil extraction in Ecuador using a Hubbert approach. *Energy, Volume 182, 1 September*, 530-534.
- Fontaine, G. (2016). *Petróleo y desarrollo sostenible en Ecuador: las apuestas*. Quito - Ecuador: Rispergraf C.A.
- Gachet, I., Maldonado, D., Oliva, N., & Ramirez, J. (2013). Hechos estilizados de la economía ecuatoriana: El ciclo económico 1965-2008. *Revista Fiscalidad*, 59-122.
- Golla, S., & Gerke, S. (2017). First Complete and Sustainable Energy Transition Study for Ecuador “The End of Oil”. *Energía*, 247-265.
- Gómez, C., & Arrango, S. L. (2017). Construction of a Chilean energy matrix portraying energy source substitution: A system dynamics approach. *Volume 162, 20 September*, 903-913.
- Gujarati, D. (2005). *Econometria*. MacGrawhill.
- Hanif, H. (2017). Economics-energy-environment nexus in Latin America and the Caribbean. *Energy, Volume 141, 15 December*, 170-178.
- Hansen, J., & Sato, M. (2016). Ice melt, sea level rise and superstorms: evidence from paleoclimate data, climate modeling, and modern observations that 2 °C global warming could be dangerous. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16 (6), 3761–3812.
- Hawkins, E., & Ortega, P. (2017). Estimating Changes in Global Temperature since the Preindustrial Period. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 98 (9), 1841–1856.

- Hook, T., Janouska, S., & Moldan, B. (2016). Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. *Ecological Indicators: January*; 60, 565–573.
- International Energy Agency. (2017). *International Energy Outlook 2017*. Obtenido de <https://goo.gl/quVQuN>
- International Renewable Energy Agency. (2015). *Renewable Energy in Latin America 2015. An Overview of Policies*. Obtenido de <https://goo.gl/9s1xjD>
- Jacobs, D., Marzolf, N., Paredes, J., Rickerson, W., Flynn, H., Becker-Birck, C., & Solano-Peralta, M. (2013). Analysis of renewable energy incentives in the Latin America and Caribbean region: The feed-in tariff case. *Energy Policy, Volume 60, September* , 601-610.
- Jones, G., Spratt, S., & Andrade, S. (2017). Investment in renewable energy, fossil fuel prices and policy implications for Latin America and the Caribbean. *Financing for development*, 1-49.
- José Alberto Mauricio. (2013). Regresión lineal múltiple. *Departamento de Economía Cuantitativa*, 5-76.
- Kaczan, D., & Orgill, J. (2020). The impact of climate change on migration: a synthesis of recent empirical insights. *Climatic Change. 158 (3)*, 281–300.
- Kahle, L., & Gurel-Atay, E. (2014). *Communicating Sustainability for the Green Economy*. . New York : M.E. Sharpe.
- Kumar, A. (2021). Material conscious energy matrix and enviro-economic analysis of passive ETC solar still. *Materialstoday: Proceedings. Volume 38, Part 1*, 1-5.
- Mach, K., Kraan, C., & Adger, W. (2019). Climate as a risk factor for armed conflict. *Nature, 571 (7764)* , 193–197.
- Maddala, G. (1992). *Introduction to Econometrics*. New York: McMillan.
- Maddison , A. (2003). *The World Economy: Historical Statistics*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Majano, A. (2015). Study on the Development of the Renewable Energy Market in Latin America and the Caribbean. *Banco Interamericano de Desarrollo Working Pappers*, 78-90.
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable . (2016). *Proyectos de generación eléctrica*. MEER: Quito - Ecuador.

- Moran, E., & Lopez, M. (2018). Sustainable hydropower in the 21st century . *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 115 (47), 11891–11898.
- Moreno, P., Rodriguez, J., & Soberon, A. (2005). *Heterocedasticidad*. España: Departamento de economía.
- Murshed, M., & Masud, M. (2020). Oil price shocks and renewable energy transition: Empirical evidence from net oil-importing South Asian economies. *Energy, Ecology and Environment*. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s40974-020-00168-0>
- Nwani, C. (2017). Causal relationship between crude oil price, energy consumption and carbon dioxide (CO2) emissions in Ecuador. *OPEC Energy Review*, Volume41, Issue3, 201-225.
- Omri, A., & Khuong, D. (2014). On the determinants of renewable energy consumption: International evidence. *Energy*, 554-560.
- OXFAM. (2014). *Alimentación, Combustibles FÓsiles y Fondos Sucios* .
- Pearce, J., Albritton, S., & Grant, G. (2012). A new model for enabling innovation in appropriate technology for sustainable development. *Sustainability: Science, Practice and Policy*. 8 (2), 42–53.
- Ponce, A., Castro, M., Pelaez, M., Espinoza, J., & Ruiz, E. (2018). Electricity sector in Ecuador: An overview of the 2007–2017 decade. *Energy Policy*, Volume 113, February, 513-522.
- Quesada, M. (2011). *Análisis de series temporales. Modelos heterocedásticos*. España: Estadística Aplicada.
- Robalino, A., Mena, A., & García, J. (2014). System dynamics modeling for renewable energy and CO2 emissions: A case study of Ecuador. *Energy for Sustainable Development*, Volume 20, June, 11-20.
- Robles, C., & Rodríguez, Á. (2018). Un panorama de las energías renovables en el Mundo, Latinoamérica y Colombia. *Revista ESPACIOS Vol. 39 (Nº 34)*, 10-26.
- Sánchez, M., & Zambrano, M. (2017). Retos para el Ecuador y la Comunidad Internacional frente alcambio climático. *Revista AFESE*, 54-72.
- Sancho, A., & Serrano, G. (2005). *Análisis de diferentes formas funcionales en un modelo de comercio exterior. El problema de la heterocedasticidad*. Econometría de Económicas.

- Stiglitz, J. (2002). *Malestar en la Gobalización* . Madrid: Taurus.
- United Nations. (2013). *Sustainable Energy for All*. Obtenido de <https://goo.gl/ztf7Hk>.
- Universidad de Vigo. (2016). *Modelos autocorrelados: un caso particular de los modelos de regresión lienal generalizado*. España: Economía.
- World Bank. (2013). *Atlas of Global Development: A Visual Guide to the World's Greatest Challenges*. Washington DC: Collins.
- Zhao, Y., Zhang, Y., & Wie, W. (2021). Quantifying international oil price shocks on renewable energy development in China. *Applied Economics, Volume 53 - Issue 3*, 329-344.

ANEXOS

Anexo 1.- Ficha de observación

T/I	Precios del barril del petróleo (promedio simple, Brent, WTI,)	Consumo de energías renovables (% del total del consumo final de energía)	Pib per capita (precios constantes año base 2007)	Emisiones de CO2 (Kilotoneladas métricas)
1990.1	36.3747	24.1590	869.8591	4038.7
1990.2	29.5675	24.1128	913.2159	4122.8
1990.3	48.1182	24.1681	886.1788	4207.0
1990.4	58.1105	24.3544	944.2071	4459.4
1991.1	37.0951	24.7179	879.2439	3959.5
1991.2	34.2215	24.6410	917.9107	4042.0
1991.3	36.2968	24.1356	959.0149	4124.5
1991.4	37.1488	23.1580	928.0092	4371.9
1992.1	32.7537	21.6033	899.4572	3679.4
1992.2	36.8551	20.7008	973.2597	3756.0
1992.3	37.4500	20.3550	915.4457	3832.7
1992.4	35.4942	20.5424	907.2190	4062.6
1993.1	33.6549	21.3082	848.3565	3649.4
1993.2	33.6639	21.7063	915.2034	3725.4
1993.3	30.3053	21.8091	943.8072	3801.5
1993.4	27.9988	21.6504	966.3519	4029.6
1994.1	25.9897	21.2304	886.9815	3756.5
1994.2	30.4769	20.9203	930.0363	3834.8
1994.3	31.9493	20.7002	961.1401	3913.1
1994.4	31.1323	20.5618	976.9273	4147.8
1995.1	32.3144	20.5071	930.1676	4042.0
1995.2	34.0820	20.4201	964.1619	4126.2
1995.3	30.8053	20.3093	944.7855	4210.4
1995.4	31.8197	20.1800	931.8167	4463.1
1996.1	34.2855	20.0349	927.2441	4125.9
1996.2	36.4483	19.6948	943.8713	4211.8
1996.3	38.6478	19.1347	953.8800	4297.8

1996.4	43.2306	18.3014	947.7558	4555.7
1997.1	39.4919	17.1060	966.0638	4406.6
1997.2	34.6787	16.4310	962.8236	4498.4
1997.3	34.9913	16.2079	969.7871	4590.2
1997.4	35.3418	16.4263	976.6988	4865.6
1998.1	26.4802	17.1330	1026.0076	4670.5
1998.2	24.8600	17.7868	983.6236	4767.8
1998.3	24.3879	18.4904	980.4313	4865.1
1998.4	22.2433	19.3529	953.4218	5157.0
1999.1	21.8144	20.5039	1054.0150	4439.0
1999.2	30.0550	21.1404	1022.6315	4531.5
1999.3	38.3571	21.3625	905.8827	4624.0
1999.4	44.6748	21.2164	721.0201	4901.4
2000.1	49.8553	20.7006	897.6996	4972.5
2000.2	50.1694	20.2477	910.8011	5076.0
2000.3	56.0119	19.8163	927.8615	5179.6
2000.4	55.6002	19.3676	939.5474	5490.4
2001.1	48.8055	18.8603	932.0782	5548.0
2001.2	50.1192	18.4999	936.8817	5663.6
2001.3	47.2997	18.2564	932.5094	5779.2
2001.4	36.2218	18.1148	938.9205	6125.9
2002.1	39.2684	18.0730	946.4713	5988.1
2002.2	47.3088	18.0440	955.7261	6112.8
2002.3	50.5307	18.0399	958.0144	6237.6
2002.4	50.1333	18.0761	956.8298	6611.8
2003.1	58.6883	18.1733	965.2232	6472.1
2003.2	49.6193	18.1279	942.6927	6606.9
2003.3	53.2121	17.9497	959.1165	6741.8
2003.4	55.0516	17.6310	987.0835	7146.3
2004.1	60.1411	17.1457	1007.8857	6971.1
2004.2	66.7241	16.5180	1022.0682	7116.3
2004.3	75.8377	15.6814	1029.8052	7261.6
2004.4	79.6698	14.5428	1046.9864	7697.3
2005.1	86.3181	12.9693	1056.5388	7263.3
2005.2	95.2483	12.0617	1066.5683	7414.6
2005.3	112.4211	11.7169	1063.2497	7565.9
2005.4	106.0125	11.9046	1076.0577	8019.9
2006.1	114.5033	12.6634	1082.7262	6926.2
2006.2	128.1974	13.0613	1092.7307	7070.5
2006.3	129.1328	13.1637	1100.6417	7214.8
2006.4	110.8417	12.9977	1096.0837	7647.7
2007.1	107.4821	12.5555	1087.1243	7662.0

2007.2	124.2942	12.4736	1090.2074	7821.6
2007.3	137.9324	12.7548	1100.7694	7981.2
2007.4	164.4228	13.4487	1110.7751	8460.1
2008.1	178.8963	14.6584	1123.4696	8128.4
2008.2	227.2549	15.2746	1153.5336	8297.8
2008.3	217.3403	15.3902	1185.5994	8467.1
2008.4	105.0970	15.0328	1216.4179	8975.1
2009.1	83.1004	14.1688	1209.9820	8656.5
2009.2	111.2709	13.5102	1182.7458	8836.8
2009.3	128.2650	12.9842	1154.2194	9017.2
2009.4	141.9639	12.5348	1134.8889	9558.2
2010.1	144.7627	12.1160	1126.2997	8750.6
2010.2	146.9091	11.9467	1139.2361	8932.9
2010.3	141.8716	12.0168	1153.1373	9115.2
2010.4	160.6036	12.3470	1185.0324	9662.2
2011.1	187.5988	12.9917	1193.1127	8755.9
2011.2	207.2646	13.3642	1219.1897	8938.3
2011.3	194.3321	13.5240	1232.7296	9120.7
2011.4	194.4195	13.5029	1238.7796	9668.0
2012.1	211.9098	13.3094	1253.5062	7806.3
2012.2	193.8869	13.1527	1270.0700	7968.9
2012.3	193.7254	13.0232	1274.6839	8131.6
2012.4	192.2676	12.9150	1277.1415	8619.5
2013.1	198.0657	12.8246	1284.8557	9948.4
2013.2	186.9568	12.7299	1306.4557	10155.7
2013.3	201.8137	12.6291	1326.7889	10362.9
2013.4	196.8210	12.5193	1323.2451	10984.7
2014.1	195.1610	12.3963	1313.6269	11076.7
2014.2	200.0325	12.2786	1338.9442	11307.5
2014.3	188.9070	12.1607	1352.1687	11538.2
2014.4	140.2129	12.0369	1350.1945	12230.5
2015.1	52.3247	13.8166	1347.7568	10384.9
2015.2	48.6288	13.0892	1321.6312	10601.3
2015.3	49.2773	12.2826	1313.1766	10817.7
2015.4	53.4849	13.3839	1295.9578	11466.7
2016.1	43.4653	13.4014	1278.1590	9877.1
2016.2	46.3453	12.1895	1284.2380	10082.9
2016.3	42.9402	12.1836	1278.9756	10288.7
2016.4	51.3038	13.8394	1293.8509	10906.0
2017.1	52.4634	12.9861	1285.5427	10418.9
2017.2	53.1910	12.2834	1293.6617	10636.0
2017.3	52.4483	12.2894	1290.9556	10853.1

2017.4	53.3829	12.3894	1300.1901	11504.2
2018.1	68.0253	12.5702	1345.5434	10855.7
2018.2	67.2927	13.3849	1357.3923	11081.9
2018.3	68.2927	13.2839	1356.3283	11308.1
2018.4	62.3408	12.1883	1379.2830	11986.5