



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y ADMINISTRATIVAS  
CARRERA DE ECONOMÍA**

**“ENERGÍA RENOVABLE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN EL  
ECUADOR”**

**Trabajo de Titulación para Optar al Título de Economista**

**Autor:**

López Montero Jessica Johanna

**Tutor:**

Econ. Verónica Adriana Carrasco Salazar

**Riobamba, Ecuador. 2023**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Yo, López Montero Jessica Johanna, con cédula de ciudadanía 0350005294, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado: “Energía renovable y crecimiento económico en el Ecuador”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a la fecha de 04 de agosto del 2023 de su presentación.



Jessica Johanna López Montero

C.I: 0350005294

**DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL;**

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**ENERGÍA RENOVABLE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN EL ECUADOR**”, presentado por López Montero Jessica Johanna, con cédula de identidad número 035000529-4, certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha de 04 de agosto del 2023 de su presentación.

Econ. Diego Logroño  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Econ. Patricio Juelas  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Econ. Wilman Carrillo  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Econ. Verónica Carrasco  
**TUTOR**



---

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “ENERGÍA RENOVABLE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN EL ECUADOR”, presentado por López Montero Jessica Johanna, con cédula de identidad número 035000529-4, bajo la tutoría de la Econ. Verónica Adriana Carrasco Salazar; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha de 04 de agosto del 2023 de su presentación.

**Presidente del Tribunal de Grado**  
Econ. Diego Logroño León



**Miembro del Tribunal de Grado**  
Econ. Patricio Daniel Juelas Carrillo



**Miembro del Tribunal de Grado**  
Econ. Wilman Gustavo Carrillo Pulgar





Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO

*en movimiento*



UNACH-RGF-01-04-02.20  
VERSIÓN 02: 06-09-2021

## CERTIFICACIÓN

Que, **JESSICA JOHANNA LÓPEZ MONTERO** con CC: **035000529-4**, estudiante de la Carrera de **Economía, NO VIGENTE**, Facultad de **Ciencias Políticas y Administrativas**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"ENERGÍA RENOVABLE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN EL ECUADOR"**, cumple con el **3 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 28 de julio de 2023

Econ. Verónica Adriana Carrasco Salazar.  
**TUTOR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

## **DEDICATORIA**

*Dedico mi trabajo de investigación a Dios, quien me ha dado la sabiduría, la paciencia y la determinación para hacer realidad este sueño porque el con su amor y misericordia de Padre me ha enseñado que **“Yo todo lo puedo, en Cristo que me Fortalece”**, Él es y será siempre el autor de mi camino por la vida.*

*A mis amados padres Octavio y Mercedes, quienes han sido y serán siempre mi pilar fundamental y mi mayor ejemplo de esfuerzo, perseverancia y superación; quienes, con su amor, paciencia y apoyo incondicional han sido mi motor para luchar cada día por mi sueño, ustedes son mi mejor regalo de Dios, los amo con mi vida gracias, por tanto.*

*A mi adorable hermanita Nancy por siempre creer en mí, por tu amor y comprensión incondicional, eres mi mayor inspiración; a mi hermano Oswaldo por impulsarme a levantarme las veces que sean necesarias e ir tras mis sueños y Ricardo por tu apoyo; a mis tiernas abuelitas que me reconfortan con su cariño; y queridos Padrinos Froilán y Rvd. Felipe por su apoyo incondicional.*

*A mis sobrinitos Emy, Kevin, Abigail, Jaquie y Christian, con su amor y ternura alegran mis días, gracias por hacerme la tía más feliz, los amo.*

*A mis ángeles en el cielo, María, Arcesio y Anita, siempre vivirán en mí y estarán presente en mi corazón en cada triunfo.*

***Con mucho amor y gratitud, Jessy.***

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios, por haber sido mi guía y mi fortaleza para enfrentar cada uno de los retos que se han presentado en el transcurso de esta etapa, que me han enseñado a crecer personal y profesionalmente. Padre, tú has sido mi mejor guía y compañía durante este arduo camino gracias, Padre amado por sostener mi mano y cuidar siempre de mí.*

*Eternamente agradecida con mis padres, por haber forjado en mi valores y principios que me han orientado para convertirme en la mujer que hoy soy, Papá gracias por tu esfuerzo, sacrificio y lucha incansable; y a ti mamita gracias por tu fe inquebrantable y por tu bendición diaria a lo largo de mi vida que me protege y me lleva por el camino del bien y por tu amor incondicional; queridos papás gracias por confiar en mí y darme la oportunidad de prepararme profesionalmente, y a mis hermanitas Nancy y Andreina gracias por sus palabras de aliento para nunca rendirme, hoy con mucha felicidad les digo lo logramos.*

*Un agradecimiento muy sentido a mis amigos, que me han acompañado durante esta trayectoria, gracias por las sonrisas vividas y por los retos superados juntos. Y un agradecimiento especial a mis queridos amigos que me guiaron y me apoyaron para la realización de mi Tesis, en especial a mis mejores amigos que me apoyaron incondicionalmente hasta el final Alex A., Daysi N., Sandrita M.*

*A la Universidad Nacional de Chimborazo, a la Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas, a la carrera de Economía, por haberme permitido formar profesionalmente, gracias a los conocimientos impartidos por mis estimados docentes, en especial a mi querida Tutora Econ. Verónica Carrasco por su paciencia, tiempo y conocimiento para la culminación de mi proyecto; y a los miembros del Tribunal Econ. Wilman Carrillo, Econ. Patricio Juelas y Econ. Diego Logroño, por su tiempo para evaluar mi proyecto.*

***Con cariño Jessy, gracias por ser parte de mi camino por la VIDA.***

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE GRÁFICOS

RESUMEN

ABSTRACT

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>14</b>
1.1 Introducción .....	14
1.2 Planteamiento del problema.....	16
1.3 Objetivos .....	19
1.3.1 General .....	19
1.3.2 Específicos .....	19
1.4 Hipótesis.....	19
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>20</b>
2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 ESTADO DEL ARTE.....	20
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	23
2.2.1 Fuentes de energía.....	23
2.2.2 Energías no renovables .....	24
2.2.3 Energías renovables .....	24
2.3 Tipos de energías renovables .....	25
2.4 Importancia de las fuentes de energía renovable .....	27
2.5 Crecimiento Económico.....	27
2.5.1 Producto Interno Bruto Per cápita.....	28
2.5.2 Determinantes del crecimiento económico .....	28
2.5.3 Formación Bruta de Capital Fijo.....	29
2.5.4 Apertura comercial.....	29
2.6 Relación entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico.....	30
2.8 Teorías Económicas .....	32

2.8.1 Teoría de crecimiento endógeno .....	32
2.8.2 Teoría de transición energética .....	34
2.8.3 Teoría de crecimiento verde.....	34
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>36</b>
3.1 Metodología .....	36
3.1.1 Método Hipotético-Deductivo .....	36
3.2 Tipos de investigación.....	36
3.2.1 Explicativa.....	36
3.2.2 Descriptiva .....	36
3.2.3 Correlacional .....	37
3.3 Diseño de investigación .....	37
3.3.1 No-experimental.....	37
3.4 Población y muestra .....	37
3.4.1 Población y muestra .....	37
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.5.1 Técnicas.....	37
3.5.2 Instrumentos.....	37
3.6 Variables y modelo econométrico.....	38
3.6.1 Descripción de las variables de la investigación.....	38
3.7 Modelo Econométrico .....	39
3.7.1 Formulación del modelo .....	40
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>42</b>
4. Resultados y discusión .....	42
4.1 Evolución del sector eléctrico .....	42
4.2 Análisis de las variables de estudio.....	45
4.2.1 Evolución del PIB per cápita.....	46
4.2.2 Evolución del consumo de energía renovable.....	48
4.2.3 Evolución de la Apertura Comercial.....	50
4.2.4 Evolución de la Formación Bruta de Capital Fijo.....	52
4.3 Estimación y análisis del modelo econométrico .....	54
4.3.1 Estimación del modelo econométrico .....	54
4.3.2 Estimación del modelo ARDL .....	54
4.3.3 Validación de los supuestos del modelo .....	55
4.3.4 Análisis de largo plazo a través del Test de Bound .....	56

4.3.5	Análisis de cointegración .....	57
4.3.6	Estimación del modelo de Corrección de Errores.....	58
4.3.7	Análisis de estabilidad del modelo.....	59
4.4	Discusión.....	60
<b>CAPÍTULO V</b>	.....	<b>62</b>
5.	Conclusiones y recomendaciones .....	62
5.1	Conclusiones .....	62
5.2	Recomendaciones.....	64
6.	Bibliografía .....	65

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> PIB per cápita. Ecuador, periodo 1990-2020 (US\$ a precios constantes de 2010).46	
<b>Figura 2</b> Consumo de energía renovable. Ecuador, periodo 1990-2020 (en porcentajes del consumo total de energía final).....48	
<b>Figura 3</b> Apertura Comercial. Ecuador, periodo 1990-2020 (en porcentajes del PIB) .....50	
<b>Figura 4</b> Evolución de la Formación Bruta de Capital Fijo. Ecuador, periodo 1990-2020 (en porcentajes del PIB).....52	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Descripción de las variables de estudio. ....38	
<b>Tabla 2</b> Estimación del modelo ARDL.....54	
<b>Tabla 3</b> Supuestos del modelo ARDL.....55	
<b>Tabla 4</b> Prueba de límites F del modelo ARDL.....56	
<b>Tabla 5</b> Prueba de cointegración de Johansen .....57	
<b>Tabla 6</b> Modelo de Corrección de Errores (ECM).....58	

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1</b> Prueba de CUSUM .....59	
<b>Gráfico 2</b> Prueba de CUSUM al cuadrado.....59	

## RESUMEN

En el Ecuador durante el periodo de 1990-2020 se ha evidenciado que la mayor fuente de consumo de energía proviene de combustibles fósiles, siendo el petróleo la principal fuente de generación de energía, sin embargo, las fuentes de energía renovable han evidenciado una poca participación en el crecimiento económico del país, es por ello que la presente investigación tiene como objetivo determinar la relación entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico del Ecuador. Para ello se aplicó el modelo autorregresivo de rezagos distribuidos (ARDL), con el objetivo de explicar la relación en el corto y largo plazo de las variables. Para lo cual se establece una relación entre el PIB per cápita como variable dependiente y la variable independiente el consumo de energía renovable; además, se incluyen variables de control tales como: la Formación Bruta de Capital Fijo y la apertura comercial. Los resultados muestran que las variables exógenas y la variable endógena están cointegradas; así también, se encontró que el modelo de corrección de errores (ECM) muestra un coeficiente negativo y significativo; es decir, que las desviaciones en el corto plazo de las variables se corrigen el largo plazo en un 36.78% en cada periodo.

**Palabras claves:** Crecimiento económico, consumo de energía renovable, cointegradas, modelo autorregresivo de rezagos distribuidos, modelo de corrección de errores (ECM).

## ABSTRACT

In Ecuador during the period 1990-2020 it has been evidenced that the major source of energy consumption comes from fossil fuels, being oil the main source of energy generation, however, renewable energy sources have shown a low participation in the economic growth of the country, that is why the present research aims to determine the relationship between renewable energy consumption and economic growth in Ecuador. For this purpose, the autoregressive model of distributed lags (ARDL) was applied, with the objective of explaining the relationship in the short and long term of the variables. For this purpose, a relationship is established between GDP per capita as the dependent variable and the independent variable renewable energy consumption; in addition, control variables such as Gross Fixed Capital Formation and trade openness are included. The results show that the exogenous variables and the endogenous variable are cointegrated; also, it was found that the error correction model (ECM) shows a negative and significant coefficient; that is to say, that the deviations in the short term of the variables are corrected in the long term by 36.78% in each period.

**Key words:** Economic growth, renewable energy consumption, cointegrated, autoregressive model with distributed lags, error correction model (ECM).



Reviewed by:

Lic. Sandra Abarca Mgs.

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0601921505

# CAPÍTULO I

## 1.1 Introducción

En un mundo globalizado la creciente demanda de las necesidades sociales promovido por los hábitos de vida y la forma en que se establecen las diferentes regiones en el mundo ha originado un significativo crecimiento de la industria y por ende esto genera un aumento del consumo de energía (Umbarila et al., 2015). Según Ibrahiem (2015), la energía desempeña un papel fundamental en cuanto a la mejoras tanto económicas, humanas y sociales que son recursos esenciales para alcanzar un desarrollo sostenible, por tanto, el crecimiento de las economías alrededor del mundo ha optado por fortalecer e incrementar la demanda energética.

A partir de la revolución industrial, la demanda energética alrededor del mundo ha pasado a estar dominada por fuentes de energía derivadas de combustibles fósiles como es el petróleo, gas natural y carbono. Según las Naciones Unidas estas fuentes de energía engloban aproximadamente el 80% de la demanda actual de energía primaria en todo el mundo (Hannah et al., 2020). Durante esta época surge la preocupación de buscar reducir el coste de producción e incrementar la rentabilidad, siendo una de las formas para reducir el coste de producción haciendo uso de fuentes de energías más baratas (Saidi & Mbarek, 2016).

Según Umbarila et al., (2015), señala que el crecimiento de las economías es impulsado por el aumento industrial, el cual se relaciona directamente con el consumo de energía, que en su mayoría depende del uso de fuentes fósiles que resultan no ser compatibles con el medioambiente. Por tanto, el desarrollo del sector industrial es clave para fortalecer e impulsar la economía, pero también es indispensable mitigar el impacto que este sector causa en el medioambiente; si los sectores de las industrias y de transporte siguen consumiendo hidrocarburos, a largo plazo resultará inalcanzable la descarbonización global (Hannah et al., 2020). Según Altamonte et al., (2003), durante dos décadas en América Latina se ha debatido sobre la necesidad de lograr la eficiencia energética, fortaleciendo el uso de las energías renovables y dándoles un lugar más preponderante en las políticas energéticas.

Históricamente, la producción del crudo está caracterizada por una marcada inestabilidad que se mantiene hasta la actualidad; en la década de los setenta la producción promedio llegó a 64 millones de barriles de petróleo, de los cuales se exportó 51 millones de barriles; posteriormente,

durante la década de los noventa la producción se duplicó hasta alcanzar en promedio 129 millones de barriles de petróleo. Después de una década de precios altos a finales de la década de los noventa, la economía ecuatoriana sufre la caída del precio del petróleo (USD 9.1 millones por barril en 1998), provocando un menor dinamismo del sector productivo y exportador. A inicios de la década del 2000 y 2014 (a excepción del 2008), se dio comienzo a un periodo de precios bajos a medida que se detuvo el crecimiento de China, que provocó la caída de los precios de las materias primas alrededor del mundo, se prevé que este cambio en los próximos años los precios continúen bajos (Mateo & García , 2014).

El consumo de energía en el Ecuador ha estado basado principalmente de combustibles fósiles, siendo el petróleo el principal producto de exportación nacional y sus ingresos financian una parte importante del Presupuesto General del Estado. Por tanto, la existencia de este recurso natural a lo largo de la historia ecuatoriana representó el principal suministro de energía para abastecer la demanda energética de los sectores productivos del país (industrial, eléctrico, transporte y residencial). Además, la producción y las exportaciones del crudo aportaron significativamente al Producto Interno Bruto (PIB). Sin embargo, el petróleo es una fuente de energía no renovable, lo cual surge la preocupación de abastecer en las próximas generaciones la creciente demanda energética por las limitadas reservas del crudo, los bajos precios y el impacto que produce en el medioambiente, muestra que la etapa petrolera del Ecuador estaría llegando a su fin. El Ecuador posee un enorme potencial para superar el extractivismo; a través de la diversificación de la cartera energética; por esta razón, innovar en las fuentes de energía no es una opción, es una necesidad territorial y una obligación mundial, Ecuador posee recursos para potenciar el desarrollo con estrategias sostenibles en el ámbito social y ambiental, y de esta forma asegurar la sostenibilidad del futuro (Larrea, 2020).

Dentro de los últimos años Ecuador se ha centrado en promover el desarrollo de proyectos de generación de energía, fundamentalmente que sean provenientes de fuentes limpias, con la finalidad de promover el uso de recursos renovables, por lo que el Bloque de Energías no convencionales (ERNC), tenía como fin poner en marcha pequeñas centrales hidroeléctricas, proyectos fotovoltaicos, eólicos y de biomasa, en las provincias que se pueda aprovechar de estas fuentes de energía; para la realización de estos proyectos se busca captar inversión privada por alrededor de USD 968 millones de dólares (Ministerio de Energía y Minas, 2021).

## 1.2 Planteamiento del problema

Según el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (2016), el consumo de energía en el Ecuador está basado principalmente de fuentes fósiles con un aporte del 80% de la demanda total energética, manteniéndose esta dependencia durante los últimos 40 años. Durante el periodo de 1990 y 2000 ha habido una evolución creciente de la aportación de la electricidad, promoviendo el crecimiento a partir del 2005 con una contribución del 14%. Es importante mencionar que, hasta el año 2014 aproximadamente, el 50% de energía era generada con centrales termoeléctricas mediante el uso de combustibles fósiles y lo demás era generado ampliamente por las centrales hidroeléctricas, la misma que se esperaba que para el 2022 cubriese la demanda energética de alrededor del 84%. La matriz energética del país se conforma considerablemente por energía limpia, alcanzando en el 2014 el 83% de la capacidad instalada, de manera que el 2% de generación de energía proveniente de fuentes renovables no convencionales (Barragán, 2020).

La mayor parte de la demanda energética de Ecuador proviene de combustibles fósiles, siendo el petróleo la fuente principal de generación de energía en los últimos 10 años, con una producción anual de crudo de 190 millones de barriles en ese periodo; en 2014 alcanzó su máximo histórico con una producción de 203 millones de barriles. Por el contrario, la participación de las fuentes renovables en la producción de energía primaria ha sido menor que la del petróleo y gas natural. Sin embargo, la producción de energía renovable registró un crecimiento del 118% entre 2010 y 2020, debido principalmente al crecimiento de la generación hidroeléctrica, siendo la energía hidroeléctrica una de las energías renovables que más sobresale en el país (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020).

De acuerdo a la tendencia histórica, el sector transporte es el mayor demandante de energía, con un valor promedio de 43 millones de barriles equivalentes de petróleo (BEP) en los últimos diez años. Seguido por el sector industrial con un valor promedio de 14,7 millones de BEP en este mismo período. Finalmente, la tercera mayor demanda de energía del país proviene del sector residencial, con un promedio de 11,9 millones de BEP (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020).

Por lo tanto, de entre todos los combustibles fósiles convencionales, el petróleo es el más utilizado, convirtiéndose en el principal recurso generador de ingresos para el país y la fuente de energía más utilizada, lo que ha llevado a lo largo de los años a que la economía sea dependiente del petróleo, por lo que, se estima que en el futuro sus reservas se llegarán a agotar, siendo cada vez más escaso y, por tanto, su extracción y procesamiento serán cada vez más costosos (García , 2014).

Durante los últimos 40 años de explotación petrolera, la economía ecuatoriana se ha mantenido altamente dependiente de los hidrocarburos; en la década de 2000 la producción muestra un relativo estancamiento con excepción del periodo 2004, se da un aumento de 25%; Durante el 2004 y 2010 representaron el 57% de las exportaciones y aportaron con el 26% de los ingresos fiscales. Entre el 2010 y 2020, con respecto a las exportaciones de energía, se dio un incremento estas pasaron de 10 GWh en el 2010 a 1.341 GWh en el 2020, mientras que las importaciones de energía se redujeron en un 71,3%, en 2010 se importaron 873 GWh, mientras que en 2020 alcanzaron un valor de 251 GWh. En este periodo la demanda energética ha sido menor que la producción total de energía primaria, lo que significa que Ecuador ha sido un exportador neto de energía en este período. No obstante, el país requiere de la importación de derivados de petróleo para el suministro de demanda energética sectorial ( Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2020).

En la investigación realizada por Larrea (2020), da a conocer que desde 1972 el petróleo ha constituido la columna vertebral de la economía ecuatoriana, con el boom petrolero se esperaba alcanzar un crecimiento económico alto y estable; sin embargo, no se ha logrado alcanzar estas expectativas, el crecimiento económico ha sido bajo, lento y sobre todo inestable; la fluctuación de los precios ha afectado fuertemente los ciclos de la economía ecuatoriana, con períodos críticos como la crisis de 1999 y la actual, y fases de bonanza en los años 1970s y a principios del siglo XXI comprendido entre el periodo 2005 – 2014. Sin embargo, después de casi medio siglo de extracción petrolera, el Ecuador sigue afectado por una economía poco diversificada y altamente endeudada, mientras tanto las condiciones de vida de los ecuatorianos aún se ven afectadas por la pobreza, la exclusión social, el desempleo y desigualdad. De la misma manera el gran impacto medioambiental que ha provocado la extracción del petróleo especialmente en la Amazonía.

El petróleo es un recurso no renovable, los bajos precios, las limitadas reservas y la creciente demanda nos da a conocer que la etapa petrolera en el país está llegando a su fin. La información acerca de las reservas del Ecuador muestra que el país seguirá exportando petróleo por no más de 10 a 15 años. Por lo que, más adelante las importaciones superaran a las exportaciones y, por ende, el Ecuador será un importador neto de petróleo. Otra problemática que ha generado inestabilidad en la economía nacional es la fluctuación de los precios de petróleo. En el 2013, el petróleo ecuatoriano que se vendió a USD 100 dólares por barril cayó a USD 51 dólares en enero de 2020 y en marzo, como consecuencia del coronavirus y la ruptura de la Alianza de OPEP con Rusia, el precio se desplomó hasta alcanzar los USD 24 dólares por barril, por lo que para el 2023 se prevé que los precios serán menores (Larrea, 2020).

Por lo consiguiente, una de las principales preocupaciones que surge a lo largo de la historia ecuatoriana es no solo satisfacer las necesidades básicas de energía, sino cómo conseguir una producción óptima y a costos bajos, de manera que pueda abastecer la creciente demanda energética y crear excedentes monetarios para que el Ecuador ya no tenga que importar energía, por lo que esta problemática pasa a ser un caso de estudio importante. En el Ecuador la transición energética hacia la adopción de fuentes renovables se ha convertido en una necesidad estratégica, principalmente debido al progresivo agotamiento de las reservas de petróleo, por lo que surge la necesidad de diversificar la matriz energética, por lo que resulta indispensable promover el desarrollo de proyectos enfocados en el aprovechamiento de energía limpia, renovable, que sean la base de un desarrollo social sustentable de manera que permita abastecer la creciente demanda energética en los próximos años; y que al mismo tiempo sea amigable con el medioambiente.

Ante lo expuesto surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo el consumo de energía renovable incide en el crecimiento económico del Ecuador, durante el periodo 1990-2020?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 General**

- Determinar la relación entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico del Ecuador para el periodo de 1990-2020.

### **1.3.2 Específicos**

- Identificar la participación de los recursos renovables en el sector eléctrico dentro de Ecuador.
- Describir la evolución de las fuentes de energía renovables y el crecimiento económico, periodo 1990-2020.
- Evaluar la relación entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico a través de un modelo econométrico.

## **1.4 Hipótesis**

**H0:** EL consumo de energía renovable incide positiva y significativamente en el crecimiento económico de Ecuador en el período 1990-2020.

**H1:** EL consumo de energía renovable no incide en el crecimiento económico de Ecuador en el período 1990-2020.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ESTADO DEL ARTE

En el artículo “Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries” realizado por Apergis & Payne (2010), analizan la relación entre el consumo de energías renovables y el crecimiento económico para 20 países de la OCDE durante el periodo 1985-2005 en un análisis multivariante, se utiliza un modelo de cointegración de panel y de correlación de errores para producir la relación causal. Con la prueba de cointegración heterogénea de panel se evidencia el equilibrio a largo plazo entre el PIB real, el consumo de energía renovable, la formación bruta de capital fijo real y la mano de obra con coeficientes positivos y estadísticamente significativos. A través de las pruebas de causalidad de Granger se evidencia que existe una causalidad bidireccional positiva entre el consumo de energías renovables y el crecimiento económico tanto a corto como a largo plazo. Además, el consumo de energías renovables afecta de forma indirecta al crecimiento económico por medio de su impacto positivo en la formación bruta de Capital Fijo real, pero no por medio de su impacto en la mano de obra.

El estudio realizado por Ibrahiem (2015), “Renewable Electricity Consumption, Foreign Direct Investment and Economic Growth in Egypt: An ARDL Approach”, utiliza un modelo de pruebas de límites autorregresivos distribuidos (ARDL) cuyos resultados evidencian que las variables están cointegradas, dando a conocer que existe una relación a largo plazo entre las variables de estudio; así como también el consumo de energía renovable y la inversión extranjera directa presentan un efecto positivo a largo plazo sobre el crecimiento económico. Además, a través de la prueba de causalidad de Granger se evidencia de que existe una causalidad unidireccional que va de la inversión extranjera directa al crecimiento económico y también se presenta entre el crecimiento económico y el consumo de electricidad renovable una causalidad bidireccional, lo que significa que existe una interdependencia entre las dos variables, cuyo resultado corrobora la hipótesis de retroalimentación. Estos resultados presentan una serie de implicaciones políticas para Egipto, debido a que el crecimiento

económico provoca el consumo de energía renovable, esto muestra la importancia del crecimiento económico en el crecimiento y mejora de las fuentes de energía renovables.

Los autores Šimelytė y Dudzevičiūtė (2017), llevaron a cabo la investigación “Consumption of Renewable Energy and Economic Growth”, que tiene como objetivo establecer la relación entre el consumo de energía renovable, el crecimiento económico, el comercio y la mano de obra, analizando a 28 países de la Unión Europea, donde se explica la relación entre el consumo de energía renovable, el crecimiento económico, el comercio, el capital y el trabajo. La energía se considera uno de los factores de producción, que desempeña una importante participación en el proceso de producción, por lo que para el estudio se ha utilizado la función neoclásica COBB-Douglas. Los resultados señalan que el consumo de energía renovables impulsa la economía en 12 de los 28 países, en 2 países se confirma la hipótesis de neutralidad, mientras que en otros seis países se apoya la hipótesis de la conservación. Los resultados evidencian que, en casi todos los factores, la relación más fuerte se presenta entre el consumo de energía renovable y el comercio, mientras que los demás dan a conocer relaciones diferentes con el consumo de energía renovable.

En el trabajo realizado por Shahbaz et al., (2016), analizan el efecto del consumo de energía de biomasa en el crecimiento económico, estudio realizado para el caso de los países BRICS durante el periodo 1991T1 a 2015T4, tiene como objetivo analizar la relación entre el consumo de energía de biomasa y el crecimiento económico, incluyendo las variables de apertura comercial y de capital en la función de producción. Para ello se aplicó pruebas de raíz unitaria y cointegración para analizar las propiedades del proceso estacionario de diferencia y de largo plazo. Los resultados dan a conocer que existe una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables. Concluyendo que el consumo de energía de biomasa promueve el crecimiento económico. El capital incrementa el crecimiento económico y la apertura comercial lo impulsa. Existe un efecto de retroalimentación entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico. La política de adoptar la biomasa como fuente primaria de energías renovables beneficiara a los países BRICS a lograr un desarrollo sostenible tanto a corto como a largo plazo.

Los autores Shahbaz et al., (2015), estudian como el consumo de energía renovable contribuye al crecimiento económico, estudio realizado para el caso de Pakistán que se utilizó datos trimestrales durante el periodo de 1972T1 a 2011T4, que tiene como objetivo analizar la relación entre el consumo de energías renovables y el crecimiento económico que incluyen dos factores importantes el capital y el trabajo como determinantes de la función de producción. Para este estudio se aplicó el modelo de retardo distribuido autorregresivo (ARDL) y el enfoque de ventana móvil (RWA) para la cointegración y para el análisis de causalidad se aplicó un enfoque de causalidad de Granger VECM y enfoques contables innovadores. Los resultados dan a conocer que todas las variables del estudio están cointegradas, lo que demuestra la relación a largo plazo entre las variables. Asimismo, se concluye que el consumo de energías renovables, el capital y la mano de obra promueven el crecimiento económico. En cuanto al análisis de causalidad se evidencia el efecto de retroalimentación entre el crecimiento económico y el consumo de energías renovables.

Diversos estudios han realizado investigaciones para analizar la relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico, donde sobresale el primer estudio de Kraft y Kraft (1978) los resultados muestran que existe una causalidad unidireccional entre el crecimiento económico y el consumo de energía en Estado Unidos, durante el periodo de 1947 a 1974. Mas adelante varios estudios tomaron como base el estudio de Kraft y Kraft (1978) para analizar la relación entre las variables de crecimiento económico y el consumo de energía (Abosedra y Baghestani, 1989; Soytaş et al., 2001; Ocal y Aslan, 2013; Sari et al., 2008; Tiwari, 2014; Lin y Moubarak, 2014; Shahbaz et al., 2015).

En cuanto a la relación teórica entre el PIB per cápita y consumo de energía renovable, se espera a medida que aumenta el PIB per cápita, los países tendrán más recursos disponibles para invertir en energía renovable. Esto se debe a que los países más desarrollados económicamente tienden a priorizar la sostenibilidad ambiental y destinan más recursos a la investigación, desarrollo y la puesta en marcha de las fuentes de energías renovables. Por consiguiente, el consumo de energías renovable podría producir un incremento del PIB per cápita. Así como también, se espera que un mayor PIB per cápita se asocia con una mayor Formación Bruta de Capital Fijo. A medida que los países se vuelven más prósperos, tienen la capacidad económica para invertir en maquinaria, infraestructura y equipos que promueven

el crecimiento económico. Por ende, el PIB per cápita y la FBKF están positivamente correlacionados, es decir, a medida que el PIB per cápita aumenta, también se incrementa la inversión en capital fijo (Shahbaz et al., 2016; Ibrahiem, 2015 ).

Por ende, estas relaciones presentan una relación positiva entre el PIB per cápita, el consumo de energía renovable y la Formación Bruta de Capital Fijo; por lo que, A medida que un país se desarrolla económicamente, existe una mayor posibilidad para invertir en energía renovable y en infraestructura que promueve el crecimiento económico a largo plazo.

En cuanto a la relación teórica entre el PIB per cápita y la apertura comercial, hace referencia a la liberación del comercio internacional, que conlleva la reducción de barreras arancelarias y no arancelarias para incentivar el intercambio de bienes y servicios entre países. Por lo que, una mayor apertura comercial contribuye al crecimiento económico y por ende al aumento del PIB per cápita, debido a que promueve la eficiencia económica, al permitir la entrada de nuevas tecnologías e incrementar la competencia, lo que promueve la productividad y la innovación en una economía. Mientras que, la relación entre la apertura comercial y el consumo de energía renovable dependerá de distintos factores. Por un lado, a través de la apertura comercial se facilita la obtención de tecnologías y conocimientos relacionados con la energía renovable, gracias a que permite el intercambio de bienes, servicios y tecnologías entre países. Por ende, esto promueve la disponibilidad y la accesibilidad de soluciones renovables. No obstante, también hay la posibilidad de que la apertura comercial produzca un aumento en la demanda energética total, incluyendo la demanda de fuentes de energía no renovables, que dependerá de la estructura productiva y de consumo de energía de cada país (Shahbaz et al., 2016).

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.2.1 Fuentes de energía**

Se denomina fuentes de energía a todos aquellos recursos existentes en la naturaleza de los que el ser humano puede utilizar para extraer energía con distintos fines, con el objetivo de realizar un determinado trabajo u obtener alguna utilidad (Colino & Caro, 2010).

Las fuentes de energía se clasifican en fuentes de energía no renovables y fuentes de energía renovables.

### **2.2.2 Energías no renovables**

Las fuentes de energía no renovables son aquellas que se encuentran en la naturaleza en una cantidad limitada en el planeta y su velocidad de consumo es mayor que la de su regeneración, lo que terminara agotándose (Colino & Caro, 2010).

Actualmente la demanda mundial de energía se satisface principalmente de combustibles fósiles como el petróleo, carbono y gas natural. El proceso para generar estas fuentes de energía es a través de la quema de combustibles fósiles que durante su combustión emiten una gran cantidad de efecto invernadero a la atmosfera, siendo los principales responsables del cambio climático (Colino & Caro, 2010). Cabe recalcar que el petróleo y el gas natural son la principal fuente de energía y los que mayor contaminación provocan tanto al usarlos como al producirlos y transportarlos.

### **2.2.3 Energías renovables**

Según la Naciones Unidas las fuentes de energías renovables son un tipo de energías procedentes de fuentes naturales que tienen la capacidad de regenerarse con mayor rapidez de lo que pueden consumirse, La generación de energías renovables tienden a originar menor emisiones que la quema de fuentes fósiles como es el petróleo, el carbón y el gas. Las fuentes de energía renovable son más baratas y resulta importante para mitigar los problemas ocasionados por el cambio climático. Las energías renovables se entienden como la fuente de energía basado en la utilización de los recursos naturales inagotables, tales como el sol, el agua, el viento o la biomasa, cuya renovación son mayor a la cadencia de su utilización, sin embargo, a medida que se utiliza puede excederse (Vivanco, 2020).

Según Guevara (2013), define las energías renovables como fuentes limpias que se generan de forma continua y son recursos inagotables que se obtienen de fuentes naturales ya sea por la gran cantidad de energía que poseen, o debido a que tienen la capacidad de regenerarse a través de medios naturales. La accesibilidad energética de las energías renovables es superior que las fuentes de energía convencionales, no obstante, su utilización es muy escasa. Por ende, las energías renovables se caracterizan por ser fuentes de energías que no contaminan, es decir, la forma de su obtención y uso, no producen ningún impacto negativo en el medio ambiente.

Según Spiegeler y Cifuentes (2016), señala que se denomina energía renovable a la energía que se origina de recursos naturales inagotables, las energías renovables se clasifican en Energías Renovables Convencionales que se considera a las grandes centrales hidroeléctricas y mientras que las Energías Renovables No Convencionales se encuentran a las generadoras solares, fotovoltaicas, eólicas, solares térmicos, mareomotrices, de biomasa, geotérmicas y las pequeñas hidroeléctricas.

### **2.3 Tipos de energías renovables**

- **Energía solar**

La energía solar se define como la fuente de energía obtenida del sol mediante placas solares capaces de absorber la radiación solar y de transformación en electricidad, y luego se almacena al sistema eléctrico. A través de los colectores solares, la fuente de energía solar tiene la capacidad de transformarse en fuente de energía térmica y a través del uso de los paneles fotovoltaicos la energía luminosa se transforma en fuente de energía eléctrica, en la actualidad la energía solar se considera como una de las fuentes de las energías renovables y que mayor uso le están dando en todo el mundo (Guevara, 2013).

- **Energía eólica**

La energía eólica es una fuente de energía renovable que se obtiene a través del aprovechamiento de la fuerza del viento, los aerogeneradores son los encargados de almacenar la energía cinética del viento para empezar el proceso de obtención de electricidad. Las aspas son las principales que recogen la fuerza del viento, el rotor sirve para transmitir el movimiento de las aspas, la multiplicadora se encarga de los cambios de velocidad y finalmente el generador que funciona como una turbina de imanes para producir el voltaje eléctrico es el encargado de transformar la energía mecánica en energía eléctrica (Endesa S.A., 2021).

- **Energía de biomasa**

Según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018), la energía de biomasa denominada como bioenergía, es la energía que se obtiene de la materia orgánica, es decir, consiste en la combustión de residuos orgánicos de origen animal y vegetal. El origen de la

biomasa se da a partir de la energía del sol, la cual se lleva a cabo mediante el proceso denominado fotosíntesis, a través de la cual las plantas que contiene clorofila absorben la energía luminosa del sol, agua del suelo y el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la atmosfera, las mismas que proceden a almacenar en ellas sustancias orgánicas con alto contenido energético y liberan oxígeno a lo largo del proceso. Después los animales al alimentarse de las plantas mezclan y transforman esta energía, por lo que los residuos que se obtiene del proceso de transformación pueden ser utilizados como recurso energético (Herguedas et al., 2012).

- **Energía geotérmica**

Según Santoyo y Barragán (2010), la energía geotérmica hace referencia a la energía que se localiza en el interior de la tierra, que se obtiene mediante el aprovechamiento del calor del interior de la tierra, que se encuentra almacenado en rocas, suelos y aguas subterráneas, es una fuente de energía renovable, inagotable que posee una madurez tecnológica sólida, limpia y eficaz para la generación de energía eléctrica.

- **Energía Hidráulica**

Según Ingfocol Ltd (2015), la energía hidráulica es un tipo de energía que aprovecha el movimiento del agua, denominada también energía hídrica es la energía que utiliza la fuerza del agua cuando se mueve por medio de un cause (aprovechamiento de energía cinética) y potencial de las corrientes o saltos de agua (es decir, a modo de energía potencial) y se deja caer para generar energía. La energía generada por el movimiento de la fuerza del agua en la madre naturaleza es un recurso renovable, puesto que el ciclo hídrico anual es promovido por la energía solar.

- **Energía mareomotriz**

Se define la energía mareomotriz como la fuente de energía que se produce a través del movimiento de las mareas, movimientos periódicos de inmensas masas de agua que causan las fuerzas gravitatorias del Sol y de la Luna. A medida que las mareas suben y bajan, su movimiento es aprovechado a través de las turbinas que empieza el proceso de transformación junto con el conjunto mecánico del alternador, originándose así la energía eléctrica. (Total Energies, 2022)

## **2.4 Importancia de las fuentes de energía renovable**

Las energías renovables se caracterizan por ser fuentes de energías limpias, inagotables que pueden regenerarse en poco tiempo sin impactar en el medioambiente, provienen del sol, agua, el aire, calor de la tierra, lluvia, ríos, materia orgánica. Este tipo de energías tienen como finalidad contribuir al cuidado del medioambiente, actualmente alrededor del mundo su uso es muy importante debido a que ayuda a combatir el calentamiento global ya que no emiten gases de efecto invernadero ni emisiones contaminantes que alteran el medioambiente, se diferencian de las fuentes fósiles sobre todo en su diversidad, riqueza y potencial de aprovechamiento en cualquier lugar del mundo (Barrón et al., 2021).

A diferencia de las energías tradicionales, estas energías son ilimitadas, la cual favorece el desarrollo de un sistema energético sostenible en el tiempo, además a largo plazo las energías renovables son económicas, fortalecen las economías locales, son competitivas en el mercado, y generan mayor empleo que las fuentes tradicionales (Barrón et al., 2021). Por ende el futuro de la humanidad y del mundo en gran medida depende de la forma en la que produzcamos energía, resulta importante crear un sistema energético confiable, accesible y descarbonizado, es decir son las energías del futuro.

Según Cortés (2017), en su estudio señala que la fuente de energía es un componente indispensable para el desarrollo económico y social de un país. El rápido crecimiento de la población, la expansión del sector industrial, el acelerado crecimiento tecnológico, entre otros factores, han incrementado la demanda de energía, por consiguiente, el sistema eléctrico es cada vez más susceptible de no satisfacer el consumo energético; de la misma manera, la generación de energía derivada de fuentes no renovables como es de combustibles fósiles impacta negativamente al medioambiente. Por el contrario, mientras que la obtención de energía derivado de fuentes renovables solucionaría la problemática medioambiental y diversificar la matriz energética.

## **2.5 Crecimiento Económico**

Según Feroso (1997), señala que el crecimiento económico “es el aumento cuantitativo y cualitativo de las rentas reales de una nación en un tiempo determinado” (pág. 123). Comúnmente se ha empleado al sector industrial y actualmente al sector tecnológico. También, el

autor menciona que hay cuatro formas de crecimiento económico. La primera señala que es un crecimiento simple, en el cual se incorporan nuevas fuentes de producción, sin afectar la disposición ni las empresas. La segunda es la acumulación de capital, dado que se invierte más capital y se crea un aumento de las empresas, por tanto, del crecimiento. La tercera se produce por una modificación en la estructura y la organización, sin embargo, se mantiene el mismo capital y la tecnología. El cuarto punto es la introducción de una nueva técnica, mientras que los factores de capital y de la estructura no varían (Márquez et al., 2019).

Según Colom (2000), afirma que el crecimiento económico es la “expansión física, acumulación de capital, aumento en factores económicos, mayores recursos económicos, bien sea de gastos o consumo”. Además señala que el crecimiento se define como el proceso del incremento del factor de producción de la economía en un tiempo determinado (Márquez et al., 2019).

Según Smith el crecimiento económico “es un proceso continuo e ininterrumpido, en la medida en que la división del trabajo lo empieza y la acumulación de capital lo conserva y reproduce, tras incrementarse la producción, los salarios, la renta per cápita, y el consumo; sin embargo, la carencia de inversiones rentables puede interrumpir el proceso” (Enríquez , 2016).

### **2.5.1 Producto Interno Bruto Per cápita**

Según el INEE (2007), el Producto Interno Bruto per cápita “es la relación entre el valor total de todo los bienes y servicios finales producidos durante un año por la economía de un país el número de sus habitantes durante ese año que puede ser expresado a valores de mercado”.

### **2.5.2 Determinantes del crecimiento económico**

Según Castillo (2011), señala que algunos economistas entre ellos Samuelson y Nordhaus (2010) han descubierto que el principal motor del progreso económico de una país se basa en cuatro ejes principales.

- a) Recursos humanos:** La mano de obra es un factor importante para el crecimiento económico, debido a que, al contar con una mano de obra calificada, cuantificada con los conocimientos adecuados serán un factor clave para aumentar la productividad, mientras

que si no se cuenta con una mano de obra calificada disminuirá considerablemente los niveles de productividad.

- b) Recursos Naturales:** El segundo factor importante son los recursos naturales que son la tierra, el petróleo, el agua, los bosques y los recursos minerales. Por ende, un país que cuenta con mayores recursos naturales tiene la capacidad de producir más que uno que tenga limitados recursos, sin embargo, actualmente existen países que no poseen ninguno de estos recursos y han prosperado por dos factores claves el trabajo y el capital como es el caso de Japón y Hong Kong.
- c) Capital:** La mayoría de los países crecen rápidamente debido a que invierten gran cantidad de recursos en bienes de capital que contribuyen a aumentar la productividad, la mayoría de estas inversiones las realiza el gobierno, sirviendo como base para la inversión privada. Estas inversiones son capital social fijo y consiste en grandes proyectos de obras públicas.
- d) Tecnología:** El cuarto factor importante es el cambio tecnológico, que hace referencia a la incorporación de la tecnología en los procesos de producción para la obtención de nuevos productos con un valor agregado que permitan alcanzar una mayor y mejor producción con un menor número de factores.

### **2.5.3 Formación Bruta de Capital Fijo**

La Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) se refiere a la inversión que realiza un país, representada por la variación de los activos fijos no financieros tanto públicos como privados, que es el total de las adquisiciones menos las ventas de activos fijos, en un determinado periodo de tiempo. Por tanto, este indicador se considera un propulsor de crecimiento económico ya que permite mejorar e incrementar la capacidad de producción de una nación por varios periodos (Banco Central del Ecuador, 2021).

### **2.5.4 Apertura comercial**

La apertura comercial hace referencia a la capacidad que posee un país para intercambiar bienes y servicios con el resto del mundo a través del comercio (exportaciones e importaciones), este indicador es una herramienta importante para el crecimiento de la economía, impulsa la productividad, promoviendo una mayor competencia en el mercado interno y facilita la

especialización de las industrias locales gracias a la ventaja comparativa, lo que impulsa el crecimiento de la economía de un país (Puello et al., 2016).

## **2.6 Relación entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico**

A partir de la década de 1970, se han realizado varios estudios empíricos enfocados en determinar la relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico, siendo el estudio pionero de Kraft, A. y Kraft, J. (1978). No obstante, la investigación realizada por Tiba y Omri (2017) han estudiado 264 fuentes científicas publicadas a nivel mundial a partir de 1978 hasta el 2014 y afirman que la mayoría de los estudios aportan paradojas y resultados no concluyentes, que determinan que el consumo de energía impulsaría el crecimiento económico por medio del progreso de la productividad y, a la vez puede provocar un impacto negativo en el medioambiente (Šimelytė y Dudzevičiūtė, 2017).

En un estudio realizado en Irán por Taghvaei et al., (2016), plantean una relación entre el crecimiento económico con las diferentes fuentes de energías, estimando un modelo autorregresivo de rezagos distribuidos (ARDL), obtuvo una relación negativa entre el crecimiento económico y el consumo de energía, por lo que estos resultados proponen que ni el decreciente consumo de energía, ni el cambio en la cartera de energía influyen en el crecimiento económico. De esta manera se concluye que al incrementar las energías renovables en la cartera de consumo de energía mejorará la calidad ambiental, así como también la seguridad energética, pero no influirá en el crecimiento económico (Loaiza , 2018).

De igual manera en la investigación realizada por Ohler y Fetters (2014) analizan la relación entre el crecimiento económico y la generación de energía a partir de fuentes renovables (solar, hidroeléctrica, eólica, biomasa, geotérmica y desechos). Donde los resultados de un modelo de corrección de errores de panel encuentran una relación bidireccional positiva concluyendo que la energía renovable y la hidroelectricidad son fuentes de energía que incrementan el PIB.

Según Šimelytė y Dudzevičiūtė (2017) en su investigación señala que en la economía de la energía se establece cuatro hipótesis que relaciona el consumo de energía y el crecimiento económico:

**La hipótesis de crecimiento:** sugiere que la energía desempeña un papel importante en el crecimiento económico de manera directa, por lo que un aumento (disminución) en la utilización de la energía lleva a un aumento (disminución) en el crecimiento de la economía de un país (Dogan, 2016). Por lo que existe una causalidad unidireccional que va del uso de la energía a los ingresos. Aslan (2016), analiza la relación de causalidad entre el crecimiento económico, la energía de la biomasa, el capital y el empleo en los Estados Unidos entre el periodo de 1961 y 2011. Los resultados de esta investigación apoyan la hipótesis del crecimiento, debido a que el consumo de energía proveniente de la biomasa tiene un impacto positivo en el crecimiento económico de los Estados Unidos.

**La hipótesis de conservación:** menciona que el consumo de energía cumple un papel importante en el desarrollo económico de manera directa e indirecta. Por consiguiente, significa que hay una relación unidireccional que va del crecimiento económico al consumo de energía. Lo que quiere decir que la disminución de la utilización de energía no influirá de forma negativa en el crecimiento económico. En la investigación realizada por Furuoka (2017) estudia la situación en los Estados bálticos entre 1990 al 2011, y los resultados corroboran la hipótesis de conservación. De esta manera en los Estados bálticos el desarrollo económico impulsa un crecimiento del consumo de energía renovable, pero no a la inversa.

**La hipótesis de retroalimentación:** afirma que existe una relación bidireccional entre la producción y el uso de energía. Por lo que esta relación plantea que la conservación de la energía genera un impacto negativo en el crecimiento económico y viceversa (Aslan y Ocal , 2016). Kahia et al., (2017) confirma la existencia de una relación causal bidireccional entre el crecimiento económico y la energía renovable y no renovable a largo plazo. No obstante, los resultados de los países MENA demuestran que existe una relación causal bidireccional entre el crecimiento económico y la energía renovable a corto y largo plazo, mientras que entre el crecimiento económico y la energía no renovable se confirma que existe una relación causal bidireccional solo a largo plazo.

**La hipótesis de neutralidad:** Esta hipótesis rechaza la relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico, por lo que esta relación confirma que la reducción del consumo de energía no afectara negativamente al crecimiento económico (Aslan & Ocal , 2016).

Tomando en cuenta que no hay una teoría que relacione el consumo de energía renovable y crecimiento económico. La evidencia empírica se ha extendido a lo largo de los últimos años, en razón de que se ha vuelto necesario transformar el actual modelo energético, donde varios de los estudios se enfocan en determinar la interrelación de causalidad entre el consumo de energías renovables y el crecimiento económico, ya que es una evidencia importante para la toma de decisiones políticas adecuadas, de manera que a partir de estas investigaciones se puede concluir que se encontraron diferentes resultados que muestran las relaciones de causalidad entre las variables, como es el caso de la investigación realizada por Sebri (2015) en su meta-análisis, donde determina la relación que existe entre el consumo de energía renovables y el crecimiento económico, concluye que la variación de los resultados se debe a diversas características como la especificación del modelo, las técnicas de estimación, la observación de los datos y el nivel de desarrollo de cada país analizado.

## **2.8 Teorías Económicas**

Actualmente hay varias teorías económicas que sugieren una relación entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico que surgen de diversas investigaciones y debates de diferentes disciplinas como la economía, la política y la ciencia.

### **2.8.1 Teoría de crecimiento endógeno**

Según Jiménez (2011), la teoría del crecimiento endógeno esta principalmente representada por la investigación de Paul Romer (1986:1990), Robert Lucas (1988), Rober Barro (1990) y Sergio Rebelo (1991). Durante los años cuarenta y cincuenta, los economistas keynesianos y neoclásicos desarrollaron y estudiaron la teoría del crecimiento económico. No obstante, en la década de setenta, el interés por estudiar el crecimiento se estaba agotando. Sin embargo, a finales de 1980 el crecimiento económico vuelve a ser un tema de debate teórico, que gracias a las aportaciones de la nueva teoría de crecimiento aportó al renacimiento del crecimiento económico a través de la incorporación de herramientas fundamentales que impulsan la nueva economía mediante la introducción de nuevos temas, tales como:

- La endogeneidad de progreso técnico.
- La importancia del capital humano.

- La capacitación en el ámbito laboral.
- La relevancia de invertir en temas de investigación y desarrollo (I+D).

La teoría del crecimiento endógeno pretende explicar el crecimiento económico a largo plazo mediante factores internos; en otras palabras, esta teoría se basa en que el crecimiento de una economía se fundamenta en la implementación de factores endógenos y no exógenos. La teoría del crecimiento endógeno sostiene que el crecimiento económico sostenido a largo plazo está impulsado principalmente por factores internos, como la acumulación de capital humano, la inversión en investigación y desarrollo (I+D), la innovación y la acumulación de conocimiento. Desataca la importancia de las políticas que fomentan la educación, la investigación y el desarrollo tecnológico para promover el crecimiento económico (Romer, 1993).

Por ende, la teoría del crecimiento endógeno se basa en la importancia de la innovación tecnológica como una de las principales explicaciones del crecimiento (es decir, introducción del modelo simple de tecnología AK). De modo que, esta teoría sugiere que el crecimiento económico no dependa exclusivamente de los factores de producción tradicionales que es el capital y el trabajo, sino también del conocimiento y la tecnología.

Por lo consiguiente, de acuerdo con esta teoría, la inversión en energías renovables y en tecnologías limpias puede estimular el desarrollo de conocimientos y habilidades especializadas, lo que a su vez puede mejorar la competitividad y el crecimiento a largo plazo. Al invertir en la investigación y el desarrollo de tecnologías renovables, se promueve la innovación y la creación de nuevos productos y servicios. Esto, a su vez, generaría empleo y aumentaría la productividad económica. Además, el uso de energía renovable tendría efectos positivos en la productividad y la eficiencia de otros sectores económicos. Por ejemplo, al utilizar fuentes de energía renovable, reduciría la dependencia de fuentes fósiles y, por tanto, disminuiría las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto puede conducir a una mayor eficiencia energética y ahorros de los costos de producción para las empresas, lo que a su vez estimularía el crecimiento económico (Hernández C. , 2002).

### **2.8.2 Teoría de transición energética**

Teoría de transición energética es un enfoque que sostiene que las economías modernas pasarán de utilizar fuentes de energía basadas en combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón) a fuentes provenientes de energía renovable (eólica, solar, hidroeléctrica, biomasa). Esta transición se basa en la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar los impactos del cambio climático (Netzer & Kofler, 2014).

La teoría de transición energética implica la adopción de nuevas tecnologías y enfoques para la generación, distribución y uso de energía. Esto estimula la innovación y el desarrollo de tecnologías más eficientes y sostenibles. Estos avances impulsarían la creación de nuevas industrias, la generación de empleo y el crecimiento económico a través de la inversión en investigación y desarrollo.

Según FES (2017), la teoría de transición energética sugiere que esta transición será impulsada por una combinación de factores económicos:

- El bajo costo de la tecnología renovable.
- Un aumento de los precios de las fuentes fósiles.
- Resolver los problemas medioambientales que son resultado de las emisiones de gases de efecto invernadero y el cambio climático.

Entre los expertos que han contribuido a la teoría de transición energética se encuentran científicos y académicos como Amory Lovins en su libro *Soft Energy Paths* (1979), Jeremy Rifkin con su libro *The Third Industrial Revolution* (2011) y Tony Seba con su libro *Clean Disruption of Energy and Transportation* (2014), entre otros. También hay organizaciones y grupos de expertos que se dedican a estudiar y promover la transición energética, como el Instituto de Transición Energética y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

### **2.8.3 Teoría de crecimiento verde**

Mientras que la teoría de crecimiento verde es un enfoque económico que busca promover el crecimiento económico sostenible y el desarrollo humano sin destruir el medioambiente. Esta teoría sostiene que la economía y el medioambiente son interdependientes y que la protección

ambiental es indispensable para el bienestar económico a largo plazo (OCDE, 2011). Por tanto, esta teoría busca establecer una conexión positiva entre la economía y el medio ambiente, de manera que el desarrollo económico se produzca de manera sostenible y responsable con el medio ambiente.

La teoría tiene un enfoque multidisciplinario que ha sido desarrollado e impulsado por varios expertos en diferentes campos, entre ellos se encuentran los economistas más relevantes que han contribuido al desarrollo de esta teoría como es Paul Romer (1993) y Nicholas Stern (2006). También, varios expertos en energía y medioambiente como Amory Lovins (1979), Herman Daly y Robert Costanza han contribuido al desarrollo y estudio de la teoría de crecimiento verde.

Cabe recalcar que estas teorías sugieren que el uso de energía renovable puede tener efectos positivos en el crecimiento económico a través de la innovación tecnológica, la mejora de la eficiencia energética, la reducción de costos ambientales y la especialización en la producción de tecnología limpia.

## **CAPÍTULO III**

### **3.1 Metodología**

#### **3.1.1 Método Hipotético-Deductivo**

En la presente investigación se utilizó el método hipotético deductivo que, según Hernández et al., (2014) parte de lo general a lo particular, sigue un proceso secuencial y probatorio apoyada en los siguientes pasos:

- a) Parte de una idea que una vez delimitada se procede al planteamiento del problema en donde se logra la determinación y conocimiento de las variables de estudio: Crecimiento económico (PIB per cápita) y el consumo de energías renovables (% del consumo total de energía final).
- b) Luego en base a la literatura se realiza la formulación de hipótesis para explicar la problemática de estudio.
- c) Posteriormente, se procede a la recopilación de información a partir de fuentes secundarias de las variables de estudio.
- d) La investigación se concluye con la verificación o contrastaciones de la hipótesis a través del modelo econométrico Autorregresivo de Rezagos Distribuidos (ARDL).

### **3.2 Tipos de investigación**

#### **3.2.1 Explicativa**

Esta investigación es explicativa, porque a partir de la obtención de los datos de las variables se estableció una explicación de los resultados que permitieron determinar el comportamiento del crecimiento económico, el consumo de la energía renovable, la Formación Bruta de Capital Fijo y la apertura comercial.

#### **3.2.2 Descriptiva**

Esta investigación es descriptiva pues describe la relación de las variables del PIB per cápita y el Consumo de energía renovable del Ecuador, durante el periodo de estudio. Así también Hernández et al., (2014), al respecto, señala que la investigación descriptiva tiene como finalidad detallar las características y propiedades importantes de las variables de estudio (pág. 92).

### **3.2.3 Correlacional**

Este estudio es correlacional porque utiliza el análisis estadístico para examinar la relación entre dos o más variables a través de la aplicación del modelo econométrico. Por tanto, Hernández et al., (2014) manifiestan que este tipo de investigaciones tienen como finalidad conocer el grado de asociación que presentan el comportamiento de las variables (pág. 93).

### **3.3 Diseño de investigación**

#### **3.3.1 No-experimental**

El diseño de la investigación es No experimental ya que no existe la manipulación de los datos de las variables de estudio. Por lo que se procedió a realizar la recopilación de información oficial sobre las variables de consumo de energía renovable, PIB per cápita, Formación Bruta de Capital Fijo y la apertura comercial.

### **3.4 Población y muestra**

#### **3.4.1 Población y muestra**

Para realizar esta investigación se considera población a los datos históricos de todas las variables analizadas en el estudio. La muestra utilizada está dirigida a los datos estadísticos obtenidos de fuentes secundarias como del Banco Mundial, del periodo comprendido entre los años de 1990 a 2020, mismos que se obtiene de manera anual (total de 31 observaciones).

### **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.5.1 Técnicas**

Para el desarrollo de la investigación se utilizó la técnica de recopilación de datos, que provienen de fuentes secundarias como es el Banco Mundial.

#### **3.5.2 Instrumentos**

El instrumento que se utilizó para el desarrollo de la investigación es la ficha bibliográfica, que hace referencia a la utilización de fuentes de información obtenidas en libros, artículos, revistas electrónicas y registros oficiales disponibles en el Banco Mundial.

### 3.6 Variables y modelo econométrico

#### 3.6.1 Descripción de las variables de la investigación

**Tabla 1.**

*Descripción de las variables de estudio.*

<b>Variable Dependiente</b>			
<b>Variable</b>	<b>Concepto</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fuente</b>
<b>Crecimiento Económico</b>	El crecimiento económico se define como el incremento de renta y a la producción de bienes y servicios finales que produce un país durante un periodo específico.	PIB per cápita (Expresado en precios constantes)	Banco Mundial
<b>Variable independiente</b>			
<b>Variabes</b>	<b>Concepto</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fuente</b>
<b>Consumo de energía renovables</b>	Esta variable hace referencia al consumo de energía a partir de fuentes naturales que producen energía de forma inagotable e indefinida. En las que se encuentra la energía solar, la energía eólica, la energía hidráulica, la energía de biomasa y la energía mareomotriz.	% del consumo total de energía final (el consumo de energía renovable es la proporción de energía renovable en el consumo total de energía final).	Banco Mundial
<b>VARIABLES DE CONTROL</b>			
<b>Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF)</b>	Esta variable hace referencia a la inversión que realiza un país, que se encuentra representada por la variación de los activos fijos no financieros en un periodo de tiempo determinado.	Formación bruta de capital fijo (en porcentaje del PIB)	Banco Mundial
<b>Apertura Comercial</b>	Se define como la capacidad que tiene un país para exportar e importar bienes y servicios con el resto del mundo, a través de la cual se promueve la entrada de capital humano especializado y patrimonio desde el exterior.	Exportaciones e Importaciones de bienes y servicios (Porcentajes %)	Banco Mundial

Nota. Elaboración propia.

### 3.7 Modelo Econométrico

Siguiendo los estudios realizados por Kraft & Kraft (1978), Akarca & Long (1980), Ibrahiem (2015), Taghvaei et al. (2016), Naseri et al. (2016), Aslan y Ocal (2016), Aslan (2016), Shahbaz et al. (2015). Se plantea el modelo autorregresivo de rezagos distribuidos ARDL, propuesto por Pesaran y Shin (1995) y Pesaran et al. (1996), el cual permite analizar la relación en el largo y corto plazo de las variables. El modelo antes planteado combina características de los modelos de Corrección de Error (VEC) y los modelos Autorregresivos (AR), las cuales permite analizar la dinámica y relación de las variables incluidas (Gujarati & Porter , 2010)

La estimación estándar sería:

$$\Delta \ln mva_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_{1i} \Delta \ln mva_{t-i} + \sum_{i=1}^q \alpha_{2i} \Delta \ln imp_{t-1} + \sum_{i=1}^q \alpha_{3i} \Delta \ln rexch_{t-i} + \lambda ECT_{t-1} + e_t$$

$\lambda$  parámetro de velocidad de ajuste con signo negativo.

$ECT = (\ln mva_{t-1} - \theta X_t)$  el término de corrección del error son los residuos extraídos de la regresión de la ecuación de largo plazo.

$\theta \frac{\sum_{i=0}^q \beta^i}{\alpha}$  es el parámetro a largo plazo.

$\alpha_{1i}$ ,  $\alpha_{2i}$ ,  $\alpha_{3i}$  son los coeficientes dinámicos a corto plazo del equilibrio a largo plazo del ajuste del modelo.

Según Pesarán et al., (2001) el modelo Autorregresivo de Rezagos Distribuidos se caracteriza por ser un modelo flexible y tiene la facilidad de manejar de diferentes tipos de variables, incluyendo variables de series de tiempo y variables estáticas. Se elige el modelo ARDL ya que presenta ciertas ventajas, una de ellas es que se puede aplicarse independientemente de que las variables de la serie se temporal sean I(0), I(1) (Ibrahiem, 2015).

Según Perktold et al., (2021) el modelo antes descrito, permite analizar la relación entre variables estacionarias y no estacionarias. En este sentido, los pasos a seguir serían:

- Análisis de raíces unitarias mediante las pruebas Dickey Fuller aumentada (ADF) para averiguar la no estacionariedad, en el caso de mostrar ordenes de integración, se podría analizar la cointegración.

$H_0$  = Presencia de raíces unitarias

$H_1$  = No presencia de raíces unitarias

- Se procede a la estimación del modelo ARDL.
- Posterior a la estimación se analiza los supuestos básicos del modelo (normalidad, homocedasticidad y no autocorrelación) para garantizar que coeficientes sean eficientes.
- Para el análisis de largo plazo se analiza el test de Bound y el test de cointegración de Johansen, en el primer caso se evalúa el F calculado antes distintos niveles de significación: 1%, 5% y 10%. En caso del F calculado estar fuera de los límites superior e inferior se asume que existe relación en el largo plazo y para el segundo caso se analiza los distintos juegos de hipótesis para evaluar la presencia de cointegración.
- Por último, se analiza la relación en el corto plazo a través de un modelo de corrección de errores (ECM), el cual se espera que sea negativo y significativo.

### **Supuestos básicos del modelo**

- El supuesto de normalidad hace referencia a que los errores aleatorios de la estimación econométrica se distribuyen como una curva de distribución normal.
- El supuesto de independencia o no autocorrelación se refiere a que los residuos del modelo no están correlacionados con su antecesor y se comportan de manera independiente.
- El supuesto de homocedasticidad se refiere a que los errores aleatorios se comportan de manera homogénea, es decir que permanece constantes. La violación de estos supuestos traería como consecuencia la ineficiencia y la poca veracidad de los coeficientes.

#### **3.7.1 Formulación del modelo**

Para la representación del consumo de energía renovable y el crecimiento económico del Ecuador durante el periodo 1990-2020, se plantea la siguiente función en la que el crecimiento económico es la variable dependiente y el consumo de energía renovable es la variable independiente; además, se incluyen a la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) y la apertura comercial.

$$Y = f(x_1, x_2, x_3)$$

### **Variable dependiente**

**Y**= Representa el crecimiento económico se mide a través del PIB per cápita en USD a precios constantes, mismos que se obtuvieron del Banco Mundial.

### **Variable independiente**

**X1**= Representa el consumo de energía renovable, la cual se mide como el porcentaje del consumo total de energía final, que hace referencia al consumo de fuentes naturales que producen energía de forma inagotable. Los datos se obtienen del Banco Mundial. De acuerdo con varios estudios como los de Apergis y Payne (2010), Ibrahiem (2015), Šimelytė y Dudzevičiūtė (2017), Shahbaz et al., (2015), Ohler y Fetters (2014). Se plantea una relación positiva con respecto al crecimiento económico, ya que, ante un aumento en la cartera energética y consumo de la misma, se espera un mayor crecimiento de la economía.

### **Variables de control**

Se incluyen las variables de control, ya que se busca incorporar a la estimación de variables adicionales que permiten explicar el comportamiento del crecimiento económico del Ecuador como se muestra a continuación:

**X2**= Representa la Formación Bruta de Capital Fijo medido en porcentaje del PIB, esta variable hace referencia a la inversión que realiza un país, se encuentra representada por la variación de los activos fijos no financieros en un periodo de tiempo determinado. Los datos se obtienen del Banco Mundial. Se espera una relación positiva con el crecimiento económico de acuerdo con los estudios de Šimelytė y Dudzevičiūtė (2017); Shahbaz et al., (2016).

**X3**= Representa el índice de la apertura comercial como porcentaje. Este indicador está conformado por las exportaciones e importaciones que realiza un país en un determinado periodo de tiempo. Se espera una relación positiva con el crecimiento económico siguiendo los estudios de Shahbaz et al., (2016); Dudzevičiūtė (2017).

## CAPÍTULO IV

### 4. Resultados y discusión

#### 4.1 Evolución del sector eléctrico

##### ➤ Década de los noventa

Según Flores (2011), en el Plan Maestro de Electrificación de 1989 al 2000 se determinó que era indispensable mantener la política energética renovable, por lo que el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) se enfocó en incorporar los distintos proyectos de recursos hídricos y geotérmicos, los mismos que serían claves para ampliar la capacidad generadora y lograr cubrir uno de los sectores más desfavorecidos y olvidado, el sector rural.

Como previo al surgimiento de INECEL, los municipios se encargaban de proveer energía a los ciudadanos, no obstante, su acción se limitaba más a las grandes urbes, desabastecidos a los pequeños pueblos rurales. De manera que con la creación de INECEL se pretendía cambiar este panorama, sin embargo, tras cuatro décadas de que Ecuador dependa de los recursos petroleros impidió que se conserve un programa específico que permita solucionar todas sus limitaciones (Flores, 2011).

INECEL previa a su liquidación, dejó dos importantes legados que son las obras de infraestructura eléctrica, esta entidad fue el gestor de las tres centrales hidroeléctricas más importantes que sobresalen en el Ecuador: Paute (1100 Mw), Agoyán (226 Mw) e Hidronación (213 Mw) y el capital humano técnico con el que contaba INECEL fue altamente capacitado (Flores, 2011).

Según Anchundia et al., (2018), señala que a partir de 1990 el sector eléctrico empieza un proceso de desaceleración del consumo y de demanda del sector eléctrico, debido a que se presentaban problemas de distribución eléctrica, lo cual generaban constantes cortes de energía a causa de la disminución del caudal del Rio Paute, que en ese tiempo era la principal central que abastecía la gran parte de demanda del país. A causa de estos problemas y con el objetivo de mejorar el servicio energético para el año de 1996 la estructura del servicio de energía se modificó por decisión del congreso nacional.

Por lo que se formuló una nueva estructura para beneficio del sector eléctrico, se procedió a derogar la ley Básica de electrificación, donde el 31 de marzo de 1999 INECEL concluyó su vida jurídica y el 10 de octubre de 1996 se publicó la Ley del Régimen del Sector Eléctrico (LRSE), de manera que el sector eléctrico dejaría de ser un monopolio y el Estado desempeñaría una mayor participación, por lo que el Estado sería el encargado del suministro de energía eléctrica con la finalidad de satisfacer las necesidades de energía eléctrica del país a través el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales ( Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2020).

Según Neira y Ramos (2003), señalan que durante el periodo de 1993-2002, el sector eléctrico reflejo una aportación del 1% al producto Interno Bruto. En cuanto al crecimiento del sector en este periodo, se evidencia que en promedio esta actividad creció alrededor del 5 %, siendo en 1999 el periodo que mayor incremento ha presentado alcanzando cerca del 23 %, ya que el Consejo Nacional de Supervisión (CONELEC) empezó la gestión de supervisión y control en este sector, para transparentar su accionar económico.

#### ➤ **Dicenio comprendido del 2000 al 2020**

Según Manzano (2022), señala que en el año 2000 se ejecuta la Ley para la transformación económica del Ecuador, denominada Ley Trole I, con la finalidad de atraer inversionistas de nuevas sociedades anónimas del sector eléctrico, en 1999 se incrementó la participación del sector privado hasta el 51% de las acciones. La administración de estas empresas estaba a cargo del Fondo de Solidaridad: Instituto encargado de la administración de las empresas encargadas de generación, transmisión y distribución de energía hasta su posterior venta al sector privado.

El 31 de diciembre del 2001 se dio a conocer la consolidación de la deuda que tenía el Gobierno con los agentes del sector eléctrico, cifra que ascendía a USD 192 millones, para el periodo de 2002, Conelec dio a conocer el nuevo Plan Nacional de Electrificación 2002-2011, que tenía como perspectiva impulsar el traspaso parcial de 25 empresas eléctricas destinadas a inversionistas privados (Manzano, 2022).

En el 2003, durante el primer trimestre comenzaron a incrementarse las tarifas de manera progresiva, lo que implicaba una subida del 1,64% mensualmente por planilla. La medida se mantendría vigente hasta el 2005, por lo que quienes consumen lo mínimo (hasta 80 kilovatios por

hora al mes) tienen la obligación de pagar un aumento en sus planillas de entre 5 y 11 centavos mensualmente (El Universo , 2003).

Según Manzano (2022), en el 2004 el sector eléctrico presentó una gran pérdida eléctrica alcanzando un valor de 23%, que reflejó la cifra más alta a lo largo de la historia nacional y la más alta de la región. Para el año 2005, el país se vio afectado por una fuerte crisis climática que causó la caída de la producción de energía, con una producción menor del 50% proveniente de fuentes hídricas, por tanto, se potenció el uso de termoeléctricas (entre el 43 y 47%), que aparte de ser costosas provocan un impacto negativo en el medio ambiente. Sin embargo, empezaron a surgir pequeños proyectos que utilizan fuentes provenientes de energía renovable, como fueron las turbinas eólicas en las Galápagos; y la empresa Azucarera San Carlos que generaba energía a través de biomasa.

Según ASTUREG S.A. (2007), señala que en el año 2006 la generación de energía producida por centrales hidráulicas fue de 43,52%, térmicas gas 10,86%, térmicas gas natural 5,4%, térmicas MCI 12,33%, térmicas vapor 18,3%, fotovoltaica menor al 0,00%. Para el 2007 se da la creación del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, a diciembre de ese año se obtuvo una generación bruta de 18.197,52 GWh; la energía proveniente de centrales hidroeléctricas fue de 49,66%, energía térmica 17,42%, térmicas TurboVapor 15,21, Térmicas TurboGas 12,96%, solar 0,018 GWh, eólica 0,96 GWh (0,01%) y la energía proveniente de la importación desde Colombia fue del 4,73% (CONELEC, 2007).

La oferta primaria energética en el 2008 era de 205.381 miles de barriles equivalentes de petróleo. Lo cual el 94,57% corresponde a la oferta de energía no renovable derivado de petróleo y gas natural y las energías renovables provenientes de hidroenergía y otras energías renovables (biomasa, eólica) representan solamente el 5,43%, de lo cual el 60,63% fue destinado con fines de exportación, mientras que para el 2018: se evidenció un incremento de la oferta primaria de energía alcanzando una cifra de 216.002 miles de barriles equivalentes de petróleo, el 92,18% corresponde a la oferta de energía derivado de fuentes fósiles mientras que el 7,82 representa a las energías provenientes de fuentes renovables, de lo cual el 60,10% fue exportado (Vicente, 2021).

En el 2020, la producción total de energía primaria alcanzó un valor de 203.551 miles de barriles equivalentes de petróleo, el 92,50% corresponde a la oferta de energía derivado de fuentes fósiles en tanto que el 7,50% representan a las fuentes provenientes de energía renovables. En cuanto a la producción del petróleo se alcanzó una cifra de 175.714 kBEP, el 72,07% se exporto y el 46.133 kBEP fue destinado a las refinerías para la obtención de derivados, los principales demandantes son del sector de transporte, industria y construcción (Vicente, 2021).

A lo largo de la historia ecuatoriana el sector eléctrico ha venido desarrollando su infraestructura con el propósito de ofrecer el servicio público de energía eléctrica que garanticen la calidad, continuidad y seguridad bajo condiciones de soberanía, promoviendo el consumo de las fuentes de energías renovables, complementando con la utilización de energía térmica eficiente, garantizando la estabilidad del sistema eléctrico (Ministerio de Energía y Minas, 2020). Cabe recalcar que la principal fuente de energía renovable que más sobresale es la hidroenergía con una producción de 17.077 kBEP provenientes de centrales hidroeléctricas, los principales consumidores de energía serán: el sector residencial, la industria y el comercial.

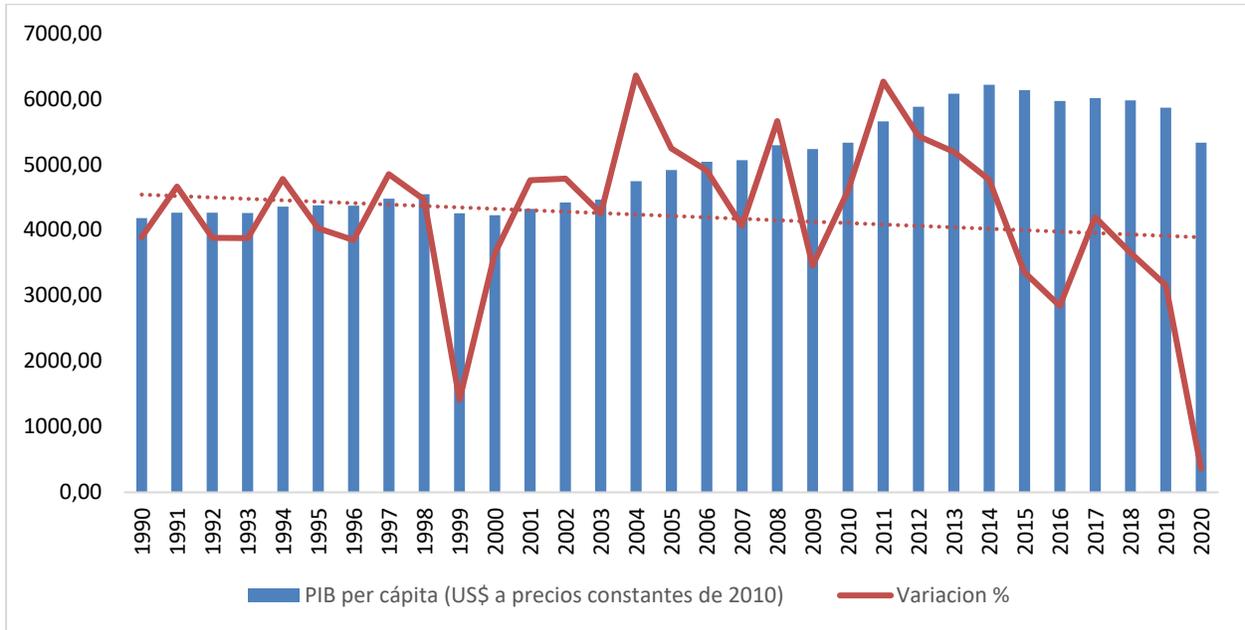
#### **4.2 Análisis de las variables de estudio**

A continuación, se realiza un análisis de los diferentes datos obtenidos con respecto a las variables utilizadas en la investigación, para lo cual se analiza las variables correspondientes.

## 4.2.1 Evolución del PIB per cápita

Figura 1

PIB per cápita. Ecuador, periodo 1990-2020 (US\$ a precios constantes de 2010)



**Nota.** Elaboración propia en base a datos obtenidos del Banco Mundial (2020)

Durante el periodo 1990-2000 el PIB per cápita tuvo una tasa de crecimiento de 0,13% en promedio, es decir durante la década de los noventa se evidencia estancamiento de la economía ecuatoriana. Cabe destacar que durante la década de los noventa la caída más significativa que sufrió el PIB per cápita se observa en el año 1999 alcanzó un valor de \$4254,15 que representó una tasa de decrecimiento del 6,37%, reflejando una desaceleración debido a la crisis económica y financiera que enfrentó el país, a raíz de la caída de los precios de petróleo, desequilibrios fiscales, deuda externa, inestabilidad política que afectaron la continuidad de las políticas económicas y la confianza de los inversionistas generando un impacto negativo en el crecimiento económico y en el PIB per cápita, que provocaron la devaluación de la moneda y el gobierno nacional decidió implementar el proceso de dolarización.

Para el año 2000 Ecuador experimentó cambios significativos debido a la adopción del dólar estadounidense como moneda oficial generando una relativa estabilidad económica y una disminución de la inflación, lo que contribuyó a un crecimiento gradual del PIB per cápita. Durante

esta década, hubo un auge en los precios internacionales del petróleo lo que beneficio a los ingresos petroleros del país. Para la década del 2000, en el año 2004 presentó un incremento de 6.5% alcanzando un valor de 4746,80, siendo el valor de crecimiento más alto registrado en el periodo de estudio, esto se puede explicar debido al incremento significativo del valor agregado petrolero a partir de la entrada en operación del Oleoducto de Crudos Pesados, OCP, donde los ingresos petroleros aumentaron significativamente lo que tuvo un impacto positivo en el PIB per cápita del país. Asimismo, en el año 2008 presentó un valor de \$5294,89 que representó un incremento del 4.56%, con respecto al año anterior, debido a la gran actividad económica a raíz del incremento del precio del petróleo exportado y a una política de fuerte inversión pública.

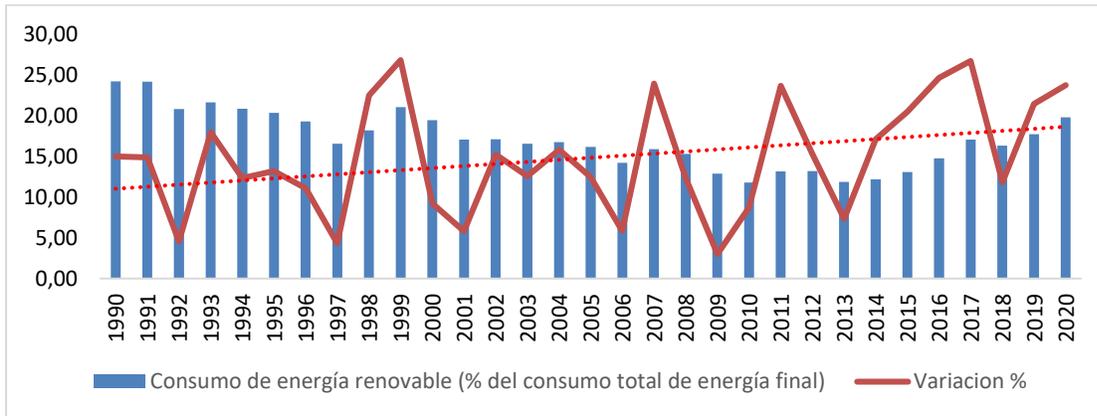
Entre los años 2007 y 2016, se presenta una tendencia creciente siendo el pico más alto en el 2011 presento un valor de \$5657,21 con una tasa de crecimiento de 6,11%, debido al incremento de los precios del petróleo. Sin embargo, en el año 2009, 2015 y 2016, se ve una caída significativa del PIB per cápita que decreció en 1,11%, 1,3% y 3% respectivamente, debido a la crisis financiera y recesión global que provocó la caída en los precios internacionales del petróleo, la disminución de las exportaciones y las remesas disminuyeron. Cabe destacar que, en el 2016, el terremoto tuvo un impacto significativo en la economía del país que provocó la disminución del PIB per cápita en este año, debido a que se necesitaba 3.344 millones de dólares para reconstruir los lugares afectados, lo que equivale a una caída de 0,7 puntos porcentuales en el crecimiento del PIB.

Para 2017, el PIB per cápita alcanzo un valor de \$6012,80, obteniendo una tasa de crecimiento del 3.5% con respecto al año anterior, debido a la recuperación de la mayoría de las actividades económicas, se destacan las remesas debido al relativo dinamismo económico registrado en los Estados Unidos y España. Mientras que, para el 2020 el PIB per cápita sufre la caída más significativa presentó un valor de 5331,97, que representó una tasa de decrecimiento del 9%, debido a que el Ecuador tuvo que afrontar una crisis sanitaria por el COVID-19, cabe destacar que Ecuador fue uno de los países más afectados de América Latina y el Caribe, como consecuencia de la desaceleración, tanto de la demanda proveniente del consumo y la inversión, como de la oferta, debido al grupo de sectores productivos que fueron altamente afectados (CEPAL, 2020). Cabe mencionar que, durante 1990 a 2020 la tasa de crecimiento promedio del PIB per cápita es de 0,84%.

## 4.2.2 Evolución del consumo de energía renovable

**Figura 2**

*Consumo de energía renovable. Ecuador, periodo 1990-2020 (en porcentajes del consumo total de energía final)*



**Nota.** Elaboración propia en base a datos obtenidos del Banco Mundial (2020)

Durante la década de los noventa el sector eléctrico comienza una etapa de desaceleración del consumo y de demanda del sector energético, donde se observa los picos más bajos durante los periodos de 1992 y 1997, con un tasa de decrecimiento de 13,9% y 14,25% respectivamente, debido a los problemas de distribución eléctrica, lo cual ocasionaban constantes cortes de energía a raíz de la disminución del caudal del Río Paute, que era la principal central hidroeléctrica que abastecía la mayor parte de demanda del país durante esa época. A partir del 1998 y 1999 la tasa de crecimiento del consumo de energía renovable presentó un incremento de 9,96% y 15,75% respectivamente, debido a la importante participación de las centrales hidroeléctricas: Paute capacidad de generación de energía de 1,075 megavatios (Azuay), Agoyán con una capacidad de 154 MW (Tungurahua), Daule-Peripa con una capacidad de 270 MW (Guayas).

Durante la década del dos mil, en el 2007 es el periodo que más sobresale con una tasa de crecimiento de 11,91%, año en el que inicia su operación comercial la central hidroeléctrica San Francisco con un aporte al S.I.N. de 212 megavatios. Mientras que, entre los años 2001, 2006 y 2009 reflejan los picos más bajos del consumo de energía renovable, con una tasa de decrecimiento de 12,25%, 12,19% y 15,99% respectivamente, a raíz de la crisis financiera global que afecto a

varios países, Ecuador sufrió una contracción económica; por lo que, durante este periodo la demanda energética se vio afectada negativamente por la reducción de la actividad económica y la disminución de la producción en la mayoría de los sectores, provocando una reducción del consumo de energía en el país. Así también, para el 2010, muestran un comportamiento negativo con una tasa de decrecimiento de 8,39%, debido a que durante el año 2009 y 2010 Ecuador enfrentó una fuerte sequía que afectó la generación hidroeléctrica que era una importante fuente de energía renovable para el país. Como resultado, se implementaron medidas de racionamiento energético y cortes programados de energía en varias regiones lo que causó una reducción en el consumo de energía durante este periodo.

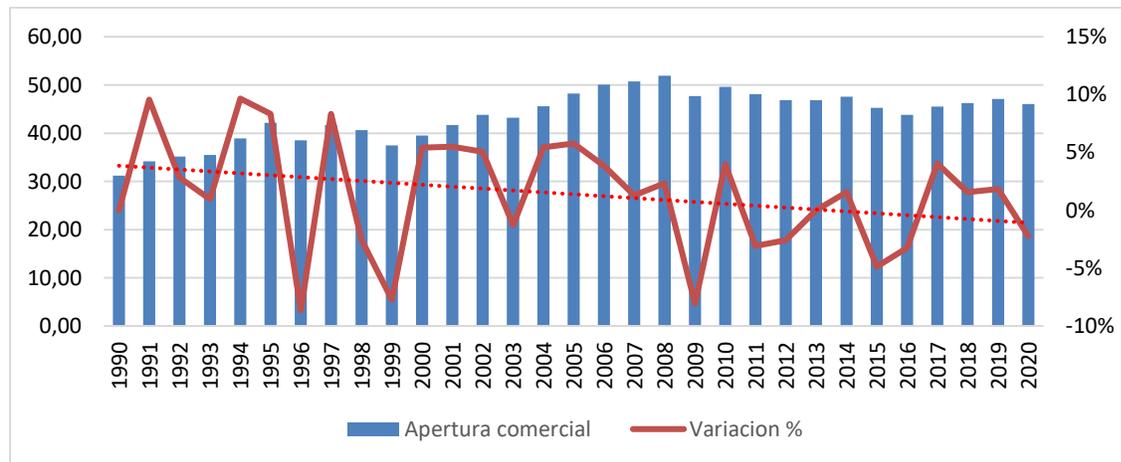
Durante el periodo del 2011 al 2020, los años que muestran un comportamiento positivo se dan en el 2011, 2016, 2017 con una tasa de crecimiento de 11,54%, 12,85% y 15,59% respectivamente, debido a la importante participación de la Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair ha aportado al S.N.I una energía neta de 39.142,54 GWh, Central Hidroeléctrica Manduriacu con un aporte de 2.354,80 GWh y la Central Hidroeléctrica Sopladora reflejado en 45,57%, la central Mazar Dudas (central Alazán ha aportado al S.N.I. una energía neta de 57.90 GWh desde el 2015 al 2018), las principales que contribuyeron significativamente al aumento de la capacidad de generación de energía renovable y el aporte de nuevas fuentes de energía renovable como la biomasa 1.59%, la eólica 0,3% a raíz de que se implementaron parques eólicos en varias regiones del país, especialmente el Parque Eólico San Cristóbal en la provincia de Galápagos con una potencia eólica instalada de 2,4 MW y una producción anual estimada de 3,2 GWh y Villonaco de 16.5 MW de potencia, aportando al S.N.I. una energía neta de 676,20 GWh en la provincia de Loja y solar 0,07% se instalaron sistemas solares fotovoltaicos en viviendas, edificios comerciales e industrias, en la que se destaca el proyecto fotovoltaico en la finca Don Polo con paneles de generan 413 KWP. En los últimos 10 años, el sector transporte es el mayor demandante de energía, con un valor promedio de 43 millones de BEP, seguido por el sector industrial con un valor promedio de 14,7 millones de BEP y finalmente seguido por el sector residencial, con un promedio de 11,9 millones de BEP (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020). No obstante, los picos que reflejos un comportamiento negativo se da en los periodos del 2013 y 2018, con una tasa de decrecimiento de 10,23% y 4,22% respectivamente.

A pesar de ello para los periodos 2019 y 2020 el consumo de energía renovables muestra una tasa de crecimiento positivo de 8,75% a 11,58% respectivamente, debido al incremento que experimentaron las energías renovables: la Hidroeléctrica (86%) en la que se destaca la Central hidroeléctrica Minas San Francisco, ha aportado al S.N.I. una energía neta de 4.040,99 GWh y la hidroeléctrica Delsitanisagua aportó con 2500 gigavatios hora de energía al S.I.N., biomasa (1%), solar y eólica (1%). En 2020, el 45% de demanda energética provino del sector transporte, el 17.4% provino del sector industrial (2.5% de leña, 10.8% productos de caña) y 15,7% del sector residencial (9.7% provino de leña). Cabe destacar que a pesar del impacto de la crisis sanitaria del COVID-19 durante este año, el consumo de energía reflejo un comportamiento positivo a raíz de las medidas de confinamiento y el aumento del trabajo y estudio desde casa, se incrementó el uso de dispositivos electrónicos, calefacción, electrodomésticos, iluminación, uso intensivo de tecnologías y comunicaciones como videoconferencias, teletrabajo, educación a distancia, entretenimiento a línea son actividades que aportaron al consumo de energía. Cabe recalcar que durante 1990-2020 el consumo de energía renovable presentó una tasa de decrecimiento negativo de 0,23% en promedio; es decir, su participación no ha sido significativa.

### 4.2.3 Evolución de la Apertura Comercial

**Figura 3**

*Apertura Comercial. Ecuador, periodo 1990-2020 (en porcentajes del PIB)*



**Nota.** Elaboración propia en base a datos obtenidos del Banco Mundial (2020)

Durante la década de los noventa, los periodos de 1991, 1994 y 1997 reflejan los picos más altos con una tasa de crecimiento del 10%, 10% y 8% respectivamente, debido a las reformas económicas de la liberalización de la economía, la reducción de los aranceles y la eliminación de las barreras comerciales que facilitaron el comercio y la integración productiva debido a que, en el año de 1993, Ecuador firmó un Acuerdo de Libre comercio con México con la finalidad de incrementar las exportaciones de productos tradicionales y no tradicionales. Mientras que, en 1996 y 1999 la apertura comercial muestra un comportamiento negativo con una tasa de decrecimiento de 9% y 8%, debido a que en 1996 el país enfrentó una grave crisis financiera y política, lo que implicó un retroceso en la apertura comercial y en 1999 se da a causa de varios factores que afectaron el dinamismo del sector productivo y exportador como la caída del precio del petróleo (USD 9,1 por barril) y la afectación a plantaciones agrícolas a causa del Fenómeno del Niño; durante este periodo el Ecuador empieza un proceso de dolarización (Banco Central del Ecuador, 2020).

A partir del cual, le dio un gran impulso a la apertura comercial, ya que al tener una moneda fuerte como lo es el dólar, el país cuenta con una mayor libertad en las exportaciones. A partir del año 2000 el Ecuador incrementó su apertura comercial de manera considerable con una tasa de crecimiento del 5% con respecto al periodo anterior, evidenciando una recuperación de la economía con respecto a la década anterior. En el periodo 2001 y 2010, la apertura comercial muestra una tendencia creciente de 5% y 4% respectivamente, a raíz del incremento del precio del petróleo, lo que promovió el aumento de las exportaciones. Sin embargo, en el 2009 muestra el pico más bajo con una tasa de decrecimiento del 8%; no obstante, para el 2010 se recupera con un incremento del 4% con respecto al año anterior.

En los últimos 10 años, la apertura comercial muestra una tendencia creciente y decreciente, en los años 2014, 2017 y 2018 reflejan un comportamiento positivo con una tasa de crecimiento del 2%, 3% y 3% respectivamente; debido a que en el 2017 sobresale el Acuerdo Multipartes entre Ecuador y la Unión Europea, con la finalidad de lograr construir una plataforma en que los productos ecuatorianos compitan de mejor manera en los mercados internacionales y en el 2018 se da a causa de la implementación de los acuerdos comerciales entre Ecuador y Reino Unido, permitiendo la ejecución del acuerdo con la Asociación Europea de Libre Cambio (AELC), durante este periodo se eliminaron las salvaguardias y restricciones arancelarias adicionales que

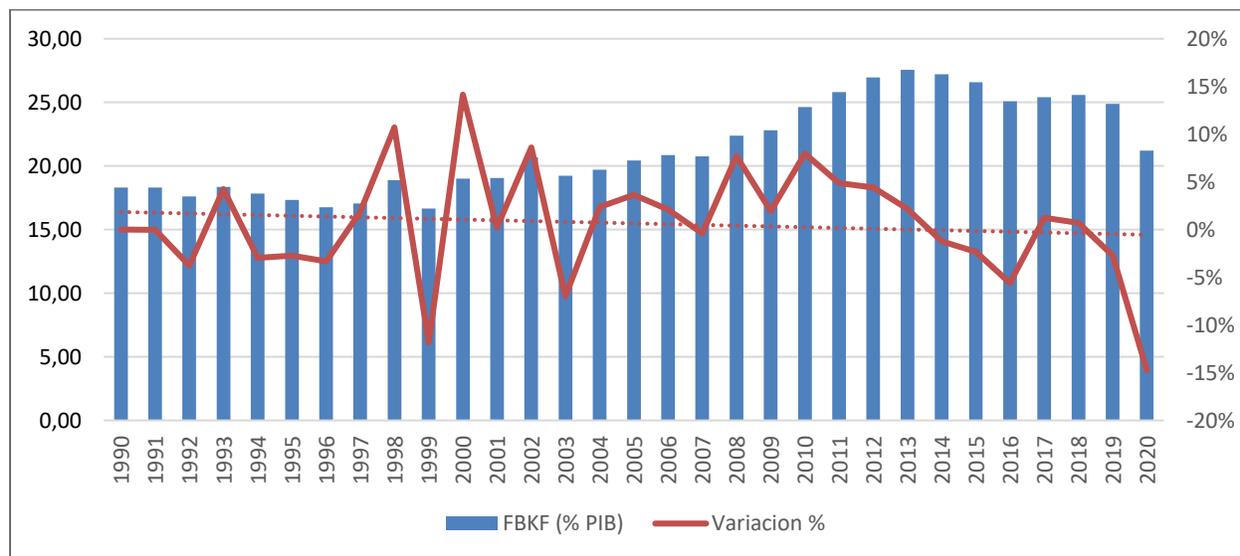
se habían implementado en años anteriores lo que permitió el acceso de productos extranjeros al mercado ecuatoriano. No obstante, en los periodos del 2015 y 2016, la apertura comercial muestra un comportamiento negativo con una tasa de decrecimiento de 5% y 3% respectivamente, situación en la que se debió principalmente a las exportaciones de tipo petroleras, por la reducción del precio del petróleo a nivel mundial y al terremoto de Pedernales en abril del 2016 que ocasionó una gran crisis social y económica en el Ecuador.

Para el 2020, la apertura comercial disminuyó en un 2%, alcanzando un valor de 46,05%; Ecuador siguió llevando a cabo políticas orientadas a fortalecer la apertura comercial; sin embargo, este año estuvo marcado por la pandemia de COVID-19, lo que tuvo un impacto significativo en la economía mundial y en las políticas comerciales de todos los países, incluido Ecuador lo cual generó un impacto negativo en la economía nacional, que redujo el intercambio comercial provocando un disminución de las exportaciones petroleras por las restricciones impuestas por el gobierno a la mayoría de las empresas exportadoras ecuatorianas. Durante 1990-2020 la apertura comercial ha crecido en 1% en promedio.

#### 4.2.4 Evolución de la Formación Bruta de Capital Fijo

**Figura 4**

*Evolución de la Formación Bruta de Capital Fijo. Ecuador, periodo 1990-2020 (en porcentajes del PIB)*



**Nota.** Elaboración propia en base a datos obtenidos del Banco Mundial (2020)

Durante la década de los noventa el crecimiento más significativo de la FBKF se da en los años de 1993 y 1998 con una tasa de crecimiento de 4% y 11% respectivamente, debido a las políticas económicas implementadas para la atracción de inversión en los sectores petroleros, mineros, energías, construcción, entre otros.

No obstante, para el año de 1999 la FBKF presentó un quiebre significativo con una tasa de decrecimiento de 12% con respecto al periodo anterior; a raíz de que fue un año marcado por la inestabilidad política y económica a nivel nacional que llevaron a una severa contracción económica y una gran depreciación de la moneda nacional. Para el 2000, Ecuador adoptó la dolarización como moneda oficial del país con la finalidad de estabilizar la economía nacional, para este periodo la FBKF representó aproximadamente el 19% del PIB, logrando recuperarse con una tasa de crecimiento significativo de 14% con respecto al periodo anterior. Asimismo, en el 2002 muestra un comportamiento positivo con una tasa de crecimiento de 9%. En cuanto a la inversión, la dolarización sentó las bases para la recuperación y atracción de inversión extranjera para el país, inversiones dirigidas principalmente para el sector petrolero, minero y construcción.

Sin embargo, en el año 2003 se observa un decrecimiento de la inversión de 7%, misma que representó el 19% del PIB. Mientras que, en el 2005, 2008 y 2010, la formación bruta de capital fijo presentó una dinámica creciente de 4%, 8% y 8% respectivamente. Cedillo et al., (2018), Banco Central del Ecuador (2021) dan a conocer que el incremento de la inversión fue promovido por el sector público, principalmente en proyectos de inversión dentro de la construcción como: carreteras, escuelas, hidroeléctricas, hospitales, entre otros.

A partir del 2011, se observa una tendencia decreciente, reflejando el pico más bajo en el 2016 con una tasa de decrecimiento de 6%. Entre el 2017 y 2018, la FBKF presentó una leve recuperación representando aproximadamente el 25% y 26% del PIB, con una tasa de crecimiento de 1% en los dos periodos. No obstante, para el 2019 y 2020 se muestra que la FBKF reflejó una tasa de decrecimiento de 3% y 15% respectivamente, a causa del descenso de la inversión tanto en equipos, aparatos electrónicos, maquinaria y debido principalmente al desempeño negativo del sector de la construcción (-11,0%), que representa alrededor del 70% de la estructura de esta variable, a raíz de la inestabilidad política y social que sufrió el país con la llegada de la pandemia

COVID-19 que provocó una contracción significativa de la inversión. Durante 1990-2020 la FBKF ha crecido en 0,67% en promedio, es decir la FBKF se ha mantenido estancada.

### 4.3 Estimación y análisis del modelo econométrico

#### 4.3.1 Estimación del modelo econométrico

Para determinar el comportamiento de la variable Y ante cambios en las variables X, se aplica un modelo ARDL, además se analiza el largo plazo mediante el test de Bound y el test de cointegración de Johansen y para el corto plazo un modelo de corrección de errores ECM, seguidamente se valida el modelo econométrico a través de los supuestos: de normalidad, independencia y homocedasticidad. Para la estimación del modelo se transformó la variable dependiente e independientes en logaritmos para facilitar el análisis a manera de elasticidades, es decir, en términos porcentuales.

#### 4.3.2 Estimación del modelo ARDL

**Tabla 2**

*Estimación del modelo ARDL*

Variable Dependiente (logaritmos)	LOG PIB PER CÁPITA
<b>Variables Independientes</b>	
LOGPIBPER (-1)	0.6321*** (9.1107)
LOGAPERCOM	19.8890** (2.0588)
LOGAPERCOM (-1)	-17.0289 (-1.6556)
LOGCONSENER	-15.3524 (-1.1857)
LOGFBKF	63.7047*** (3.9902)
C	635.468 (1.2308)
R cuadrado ajustado	98,24 %
F-statistic	325.48***
Durbin Watson	1.3313

Nota. en paréntesis "t" o "z" statistic; \*\*\*<0,01; \*\*<0,05; \*<0,1.

En la tabla 2 se observa la estimación del modelo ARDL con 1 rezago óptimo (ver anexo 2), se analiza 8 modelos a través del Criterio de Akaike (AIC), de los cuales se selecciona el mejor modelo ARDL (1,1,0,0) (ver anexo 4). De la misma manera se observa que el modelo a nivel global es significativo al 1%; y al nivel individual se observa que la variable dependiente rezagada un periodo y la formación bruta de capital fijo son significativos al 1%; la apertura comercial del periodo actual es significativo al 5%; mientras que, el consumo de energía y la apertura comercial rezagada en un periodo no son significativas. De la misma manera, se aprecia que las variables independientes explican el comportamiento de la variable dependiente en un 98,24%. Por otra parte, se aprecia que el valor de Durbin Watson es de 1.33 lo que al parecer podría presentar problemas de autocorrelación positiva ya que se encuentra distante de su punto óptimo (2); sin embargo, esto se evalúa a mayor profundidad a través de la prueba Breusch-Godfrey LM. En este sentido se aprecia que por cada 1% que varíe el PIB per cápita del periodo anterior, el comportamiento del PIB del año actual variara en el mismo sentido en un 0.63%; por cada 1% que varíe la apertura comercial, el PIB per cápita variaría en un mismo sentido en un 19.88%; por cada 1% que varíe la apertura comercial en el periodo anterior, el comportamiento del PIB per cápita del periodo actual variara en sentido inverso en un 17.02% ; por cada 1% que varíe el consumo de energía renovable, el PIB per cápita variaría en sentido inverso en un 15.35% y por cada 1% que varíe la Formación Bruta de Capital Fijo, el PIB per cápita variara en el mismo sentido en un 63.70%.

### 4.3.3 Validación de los supuestos del modelo

**Tabla 3**

*Supuestos del modelo ARDL*

Normalidad (Jarque-Bera)	(1.9886)
Independencia (Breusch-Godfrey LM)	(3.4290)
Homocedasticidad (White Test)	(24.1106)

Nota. Elaboración propia en base a los resultados obtenidos.

En la tabla 3 se analiza los principales supuestos del modelo ARDL, en la cual el Test de Jarque Bera muestra evidencia estadística a favor de la hipótesis nula; es decir, los residuos del modelo ARDL se comportan como una curva de distribución normal, de la misma manera la independencia en los residuos del modelo evaluados a través del test Breusch-Godfrey LM muestran evidencia a favor de la hipótesis nula; es decir, que los residuos del modelo no dependen de su rezago anterior. Finalmente, en el supuesto de homocedasticidad evaluado a través del test de White se demuestra que los residuos del modelo se comportan de manera homocedastica ya que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula.

#### 4.3.4 Análisis de largo plazo a través del Test de Bound

**Tabla 4**  
*Prueba de límites F del modelo ARDL*

<b>Signif.</b>	<b>Límite inferior</b>	<b>Límite</b>
	<b>I(0)</b>	<b>I(1)</b>
<b>1%</b>	<b>4.29</b>	<b>5.61</b>
<b>2.5%</b>	<b>3.69</b>	<b>4.89</b>
<b>5%</b>	<b>3.23</b>	<b>4.35</b>
<b>10%</b>	<b>2.72</b>	<b>3.77</b>
<b>Estadístico F= 13.967</b>		

Nota. Elaboración propia. H0 = No hay relación largo plazo. Si F-Statistic dentro de los límites evidencia a favor de la Hipótesis Nula.

En la tabla anterior correspondiente al análisis de largo plazo evaluado a través del Test de Bound donde se plantea como hipótesis nula la no relación en el largo, se observa que el F-statistic calculado (13.967) se encuentra fuera de los límites en los distintos niveles de significación al 1%, 5%, 10%; con lo cual se demuestra la evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y se acepta la alternativa (relación en el largo plazo), es decir, existe una relación significativa entre la variable dependiente y las variables independientes en el largo plazo.

### 4.3.5 Análisis de cointegración

**Tabla 5**

*Prueba de cointegración de Johansen*

Hipótesis nula	Valor propio	Estadístico Trace	Valor Crítico 0.05	Probabilidad
No hay vectores	0.630657	46.13823	47.85613	0.0719
Al menos 1 vector	0.311021	17.25337	29.79707	0.6213
Al menos 2 vector	0.170495	6.449585	15.49471	0.6424
Al menos 3 vector	0.034851	1.028725	3.841465	0.3105

Nota. Elaboración propia.

H0: Ningún vector de cointegración

H1: a lo sumo un vector de cointegración

Se observa que al 5% de significación no existe vectores de cointegración; sin embargo, si se analizara al 10% se observa que existe evidencia estadística para rechazar hipótesis nula y asumir que podría existir al menos un vector de cointegración; para lo cual, se procede a analizar el siguiente juego de hipótesis:

H0: A lo sumo un vector de cointegración

H1: a lo sumo 2 vectores de cointegración

Por lo tanto, se comprueba a un nivel de significación del 5% de que existe evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula que a lo sumo existe un vector de cointegración. En este sentido una vez determinado la presencia de vectores de cointegración se procede a estimar un mecanismo de corrección de errores (ECM).

### 4.3.6 Estimación del modelo de Corrección de Errores

**Tabla 6**

*Modelo de Corrección de Errores (ECM)*

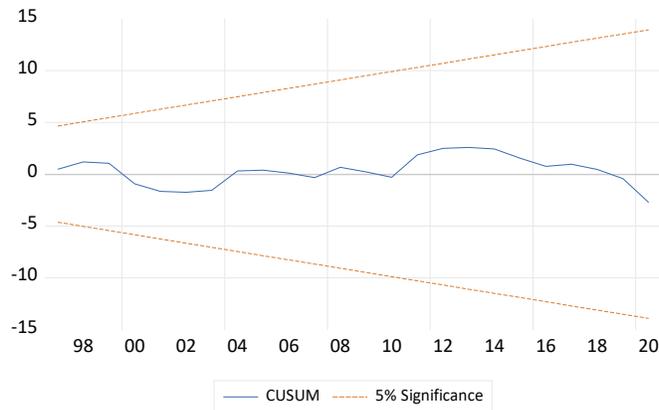
Variable dependiente: LOGPIBPERCAPITA	
Variable	Coefficiente
C	635.4686*** (8.0435)
D(LOGAPERCOM)	19.8890** (2.5045)
CointEq(-1)*	-0.3678*** (-7.9281)
R <sup>2</sup>	72,39%
F-statistic	39.0207***
DW	1.3313

Nota. Elaboración propia. En paréntesis “t” o “z” statistic; \*\*\*<0,01; \*\*<0,05; \*<0,1.

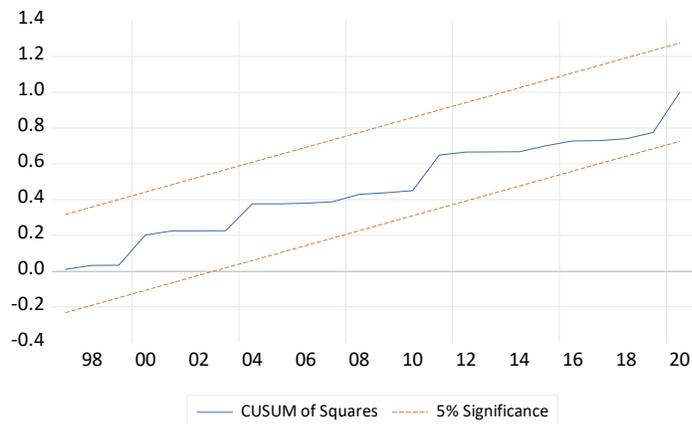
En la estimación del modelo de corrección de errores (ECM) se aprecia que su coeficiente es negativo y significativo; es decir, que las desviaciones en el corto plazo de las variables se corrigen el largo plazo en un 36.78 % en cada periodo, cumpliendo de esa manera con la condición necesaria de que el coeficiente sea negativo y significativo.

### 4.3.7 Análisis de estabilidad del modelo

**Gráfico 1**  
*Prueba de CUSUM*



**Gráfico 2**  
*Prueba de CUSUM al cuadrado*



A través de las gráficas de CUSUM y CUSUM Cuadrado se aprecia que están dentro de las bandas de confianza lo que significa que el modelo que se ha estimado es el adecuado para explicar el comportamiento del crecimiento económico ante cambios en el consumo de energía renovable.

#### 4.4 Discusión

Dentro del contexto ecuatoriano los resultados obtenidos de esta investigación en cuanto a la relación entre el consumo de energía renovable y PIB per cápita difieren de los antecedentes. Algunos estudios anteriores, como es el caso de la investigación realizada por Apergis y Paynel (2010), en países de la OCDE, obtuvieron una relación positiva a largo plazo entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico. Mientras que, en el caso de Ecuador los resultados presentan una relación inversa y no significativa. Esto da a conocer que el impacto del consumo de energías renovables en el crecimiento económico puede variar debido a varios factores. Uno de ellos puede ser debido a la estructura de la matriz energética del Ecuador, donde las fuentes de energía renovable todavía no han logrado alcanzar un nivel de participación suficientemente significativa en comparación con otras fuentes de energía. Esto conlleva que los efectos positivos del consumo de fuentes renovables en el crecimiento económico pueden no ser evidentes en el periodo de estudio analizado.

En cuanto a la relación en el corto plazo, los resultados de la presente investigación indican que las variables independientes (consumo de energía renovable, Formación Bruta de Capital Fijo y apertura comercial) presentan un ajuste significativo en el corto plazo, lo que implica que los desequilibrios se corrigen en un 36,78% por periodo. Esto sugiere que, en el corto plazo las fluctuaciones en las variables independientes tienen un impacto en el crecimiento económico (PIB per cápita).

No obstante, en el Ecuador los resultados presentan una relación positiva y significativa entre la Formación Bruta de Capital Fijo y el PIB per cápita. Estos hallazgos se encuentran alineados con el estudio realizado por Shahbaz et., (2016) en los países BRICS, además obtuvieron una relación positiva entre el consumo de energía de biomasa y el crecimiento económico. Por tanto, los dos estudios recalcan la importancia de las inversiones en infraestructura y el desarrollo de proyectos de inversión en el sector energético que impulsen el crecimiento económico.

En cuanto a la relación existente entre la apertura comercial y el PIB per cápita, los resultados muestran una relación positiva y significativa, lo cual está alineado a los resultados obtenidos en el estudio realizado por Šimelytė y Dudzevičiūt (2017), en países de la Unión Europea. Estos hallazgos destacan la importancia de la integración económica y el comercio internacional

para promover el crecimiento económico, al permitir el acceso a mercados más amplios y promover la competitividad de los productos y servicios nacionales.

Sin embargo, cabe destacar que no todos los antecedentes encontrados presentaron resultados similares, como es el caso del estudio realizado por Taghvaei et al., (2016) en Irán, los resultados muestran una relación negativa entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico. Esto contrasta con los resultados obtenidos de la presente investigación, donde se observó una relación positiva y significativa entre la Formación Bruta de Capital Fijo y el PIB per cápita en el Ecuador.

Por consiguiente, al comparar los resultados obtenidos para el caso de Ecuador con los antecedentes proporcionados, se confirma una combinación de similitudes y diferencias. En el caso de Ecuador los resultados muestran una relación inversa y no significativa entre el consumo de energía renovable y el PIB per cápita que contrasta con algunos estudios previos, como el estudio realizado por Apergis y Paynel (2010), se muestra similitudes en cuanto a la relación positiva entre la Formación Bruta de Capital Fijo, la apertura comercial y el crecimiento económico. Estas discrepancias pueden atribuirse a las particularidades del contexto ecuatoriano, incluyendo la estructura del sistema energético y las políticas implementadas.

## CAPÍTULO V

### 5. Conclusiones y recomendaciones

#### 5.1 Conclusiones

- En conclusión, a lo largo de la historia del Ecuador, la participación de las fuentes renovables en el sector eléctrico ha sido limitada, ya que la mayor parte de la demanda energética de Ecuador proviene de fuentes fósiles, constituyéndose el petróleo como la principal generación de energía con un aporte del 80% de la demanda energética total. Sin embargo, en la última década, ha habido el interés por diversificar la matriz energética del país, a través de la incorporación de fuentes de energía renovables; por lo que, actualmente el 92% de la generación de energía en el país proviene de centrales hidráulicas, el 7% de energías térmicas y tan solo el 1% de fuentes no convencionales (eólica, fotovoltaica, biomasa, geotermia, biogás, entre otras).
- En cuanto a la evolución de las fuentes de energía renovable y el crecimiento económico en Ecuador, se observó que, a pesar de haber un crecimiento significativo del consumo de energía renovable en los últimos años, su contribución al crecimiento económico ha sido limitada. Sin embargo, se han observado periodos de aumento en el consumo de energía renovable, principalmente impulsados por la generación hidroeléctrica, también se ha evidenciado momentos de disminución debido a factores como problemas de distribución eléctrica, sequías y crisis financieras. A pesar de los esfuerzos por promover el uso de energía renovable, el análisis muestra que el consumo de energía renovable no ha tenido un impacto significativo en el crecimiento económico del país. Mientras que otros factores como la Formación Bruta de Capital Fijo y la apertura comercial han presentado una relación positiva y significativa con el crecimiento económico.
- Basado en los hallazgos de la investigación, se concluye que en el caso de Ecuador el consumo de energía renovable en el Ecuador muestra una relación inversa y no significativa con el crecimiento económico. Sin embargo, se destaca la importancia de la Formación Bruta de Capital Fijo y la apertura comercial como impulsores significativos del crecimiento económico en el país. Además, se observa que la variable explicada rezagada un periodo también presenta una relación positiva con respecto a sí mismo, así

también se determinó que las variables antes mencionadas se encuentran cointegradas y el modelo de corrección de errores (ECM) muestran que las desviaciones en el corto plazo de las variables se corrigen el largo plazo en un 36.78 % en cada periodo. De la misma manera se valida el modelo a través de los supuestos de normalidad, homocedasticidad e independencia, donde que el modelo es el adecuado.

## 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda continuar trabajando en la diversificación de la matriz energética, de manera que se incremente la participación de fuentes de energías limpias en el sector eléctrico del Ecuador, para lo cual es fundamental fomentar la inversión en infraestructuras de energías renovables, el Gobierno debe promover políticas y atraer inversiones en proyectos de energías renovables, principalmente en el desarrollo de fuentes de energía no convencional (eólica, solar, biomasa, hidroeléctrica).
- Apoyar la investigación y desarrollo de tecnologías renovables innovadoras y más eficientes permitirá mejorar la competitividad y reducir los costos de producción de energías limpias; asimismo, las entidades gubernamentales establezcan programas y capacitaciones para promover el uso eficiente de energía y el aprovechamiento de fuentes renovables a nivel individual y comunitario. Además de la implementación de prácticas de eficiencia energética y la adopción de técnicas limpias en hogares, empresas y sector público.
- Se recomienda desarrollar e implementar políticas energéticas y económicas que incentiven de manera efectiva el uso y el desarrollo de fuentes de energía renovable en el Ecuador. Esto conlleva establecer metas ambiciosas y realistas para llevar a cabo proyectos que incrementen la participación de fuentes de energías limpias en la estructura de la matriz energética del Ecuador. También, se debe diseñar incentivos fiscales y financieros adecuados para impulsar la inversión en proyectos de energía renovable. Asimismo, es fundamental fortalecer la infraestructura y las capacidades técnicas necesarias para aprovechar al máximo el potencial de energía renovable en el país. Por lo que, estas acciones impulsarán el crecimiento económico, sobre todo mejorar la seguridad energética y reducir las emisiones de gases invernadero.

## 6. Bibliografía

1. Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables. (2020). Transformación y situación actual del sector Eléctrico . *Plan Maestro de Electrificación* , 2-10.
2. Shahbaz, M., Loganathan , N., Zeshan, M., & Zaman, K. (2015). Does renewable energy consumption add in economic growth? An application of auto-regressive distributed lag model in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 576-585. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.017>
3. Abosedra, S., & Baghestani, H. (1989). New evidence on the causal relationship between United States energy consumption and Gross National Product . *Journal of Energy Development*, 14 (2), 285-292.
4. Akarca, A., & Long, T. (1980). On the Relationship Between Energy and GNP: A Reexamination. *The Journal of Energy and Development*, 5, 326-331.
5. Altamonte , H., Coviello, M., & Lutz, W. (2003). Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Restricciones y perspectivas. *CEPAL* (ISBN: 92-1-322247-5), 71. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6426/S039642\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6426/S039642_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
6. Anchundia, P., Balderramo, N., & Pico , G. (2018). Causas y Efectos que Impulsaron la Innovación. *Revista Riemat*, 3, 1-6.
7. Apergis, N., & Payne, J. (2010). Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy*, 38, 656-660. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.002>
8. Aslan , A., & Ocal , O. (2016). The role of renewable energy consumption in economic growth: Evidence from asymmetric causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 953-959. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.123>
9. Aslan, A. (2016). The causal relationship between biomass energy use and economic growth in the United States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 362-366. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.109>
10. ASTUREG S.A. (abril de 2007). *Estadística del Sector Eléctrico Ecuatoriano*. Quito . Obtenido de Control de Recursos y Energía : <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/03/Estad% C3% ADstica-Sector-EI% C3% A9ctrico-Ecuatoriano-2006.pdf>
11. Banco Central del Ecuador. (2021). *Formación Bruta de Capital Fijo*. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/CuentasNacionales/Anuales/Dolares/FBKFvd.pdf>
12. Barragán, R. (16 de octubre de 2020). “LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL EN EL ECUADOR A PARTIR DEL USO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES”. Obtenido de

- <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4023/1/Rommel%20Alexis%20Barrag%C3%A1n%20Llanos.pdf>
13. Barrón , A., Centurión , M., Ferreyros, L., Forero, G., López, G., & Markovinovic , L. (2021). *La importancia del uso de energías renovables en centros comerciales en Lima. Perú.* Obtenido de [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/14421/Importancia\\_uso\\_energias\\_renovables.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/14421/Importancia_uso_energias_renovables.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  14. en, M., Ben, S., & Ozturkc , I. (2016). Prueba de la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental: el papel del consumo y el comercio de energía renovable y no renovable en los países de la OCDE. *Indicadores ecológicos*, 60, 824-831. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.031>
  15. Bento, J. (2011). Ahorro de energía a través de la inversión extranjera directa? - Empirical evidence from Portugal. *Working Paper. Maastricht School of Management, Maastrich, Paises Bajos.*, 24.
  16. Castillo , P. (2011). Política Económica: Crecimiento Económico, Desarrollo Económico, Desarrollo Sostenible. *Revista Internacional del Mundo Económico y del Derecho*, 3, 1-12. Obtenido de <http://www.revistainternacionaldelmundoeconomicoydelderecho.net/wp-content/uploads/RIMED-Pol%C3%ADtica-econ%C3%B3mica.pdf>
  17. CENACE. (2020). *Demanda de energía eléctrica del Ecuador se recupera.* Ecuador: Operador Nacional de Electricidad. Obtenido de <http://www.cenace.gob.ec/demanda-de-energia-electrica-del-ecuador-se-recupera/#:~:text=La%20demanda%20de%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica%20de%202020%20ha%20sido%20abastecida,de%20termoelectricidad%20y%20gas%20natural.>
  18. Coba, G. (22 de mayo de 2021). *Inversiones de proyectos de energía renovable en Ecuador suman USD 400 millones.* Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/energia-renovable-inversion-extranjera-directa/>
  19. Colino , A., & Caro, R. (2010). La nueva geopolítica de la energía. *Monografías del CESEDEN*, 18-189.
  20. Colom, A. (2000). Desarrollo sostenible y educación para el desarrollo. Barcelona, España. Ediciones Octaedro. *Dialnet*.
  21. CONELEC. (2007). *Estadística del Sector Eléctrico Ecuatoriano* . Obtenido de Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables. Quito: <https://www.ariae.org/sites/default/files/2017-05/Estad%C3%ADstica%20sector%20el%C3%A9ctrico%20ecuatoriano%202007.pdf>
  22. Cortés, P. (2013). *Energía Eólica: ventajas y desventajas de su utilización en Colombia.* Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10602/Monograf%C3%ADa.pdf>

23. Cortés, S. (diciembre de 2017). Energías renovables en Colombia: una aproximación desde la economía. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(ISSN: 1794-8347), 3-17. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151354939007>
24. De Mello, L. (1999). "Foreign direct investment-led growth: evidence from time series and panel data". *Oxford Economic Papers*, 51, 133-151. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/5215559\\_Foreign\\_Direct\\_Investment-Led\\_Growth\\_Evidence\\_from\\_Time\\_Series\\_and\\_Panel\\_Data](https://www.researchgate.net/publication/5215559_Foreign_Direct_Investment-Led_Growth_Evidence_from_Time_Series_and_Panel_Data)
25. Dogan, E. (2016). Analyzing the linkage between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth by considering structural break in time-series data. *Renewable Energy*, 99, 1126-1136. doi:<https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.07.078>
26. El Universo . (2003). Obtenido de Gutiérrez decidió elevar las tarifas de electricidad: <https://www.eluniverso.com/2003/02/01/0001/8/0805B472A96946F5A80C3045E86E11EF.html/>
27. Endesa S.A. (2021). *Conoce la energía eólica: sus ventajas, qué es y cómo funciona*. Obtenido de <https://www.endesa.com/es/la-cara-e/energias-renovables/energia-eolica>
28. Enríquez , I. (2016). Las teorías del crecimiento económico: notas críticas para incursionar en un debate inconcluso. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, No. 25( ISSN 2074-4706). Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2074-47062016000100004#:~:text=A%20grandes%20rasgos%2C%20para%20Smith,embargo%2C%20la%20carencia%20de%20inversiones](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2074-47062016000100004#:~:text=A%20grandes%20rasgos%2C%20para%20Smith,embargo%2C%20la%20carencia%20de%20inversiones)
29. Fermoso, P. (1997). Manual de economía de la educación. *Narcea Ediciones* , 123.
30. FES. (2017). *Sol, agua, viento: la evolución de la transición energética en Alemania*. Obtenido de <https://library.fes.de/pdf-files/wiso/12317.pdf>
31. Flores, F. (2011). *El sector eléctrico ecuatoriano en los últimos 20 años: Estrategias para alcanzar la seguridad energética*. Obtenido de Pontifica Universidad Católica del Ecuador. : <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/4616/FLORES%20TAIPE%20FRANCISCO%20PABLO.pdf?sequence=3>
32. Furuoka, F. (2017). Renewable electricity consumption and economic development: New findings from the Baltic countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 450-463. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.074>
33. Garcia , N. (2014). La política petrolera en el Gobierno de la Revolución Ciudadana. *Revista Economía y Negocios*, 5(1390-6674), 7. Obtenido de <https://www.readcube.com/articles/10.29019%2Feyn.v5i2.292>
34. Guevara, N. (2013). Energías renovables en acorde con el medio ambiente. *Instituto Geológico Minero y metalúrgico – INGEMMET*, 1-19.
35. Hannah , R., Max, R., & Pablo , R. (2020). "Energía". *Publicado en línea en OurWorldInData.org*. . Obtenido de <https://ourworldindata.org/renewable-energy#citation>

36. Herguedas , A., Taranco, C., Rodríguez, E., & Prieto, P. (2012). *Biomasa, Biocombustibles y Sostenibilidad*. Obtenido de Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario: <http://sostenible.palencia.uva.es/system/files/publicaciones/Biomasa%2C%20Biocombustibles%20y%20Sostenibilidad.pdf>
37. Hernández , C. (2002). La teoría del crecimiento endógeno y el comercio internacional. *Cuadernos de Estudios Empresariales, Vol. 12*, 95-100.
38. Hernández , R., Fernández , C., & Baptista , L. (2014). Metodología de la investigación. *McGraw Hill*, 6, 4-14.
39. Herrera, C. (2010). Matriz Energética en el Perú y Energías Renovables. *Friedrich Ebert Stiftung*, 10-61. Obtenido de <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/peru/07879.pdf>
40. Ibrahiem, D. (2015). Renewable Electricity Consumption, Foreign Direct Investment and Economic Growth in Egypt: An ARDL Approach. *ELSEVIER, Volumen 30*, 313-323. doi:[https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01299-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01299-X)
41. Ibrahiem, D. (2015). Renewable Electricity Consumption, Foreign Direct Investment and Economic Growth in Egypt: An ARDL Approach. *Procedia Economics and Finance, Volumen 30*, 313-323. doi:[https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01299-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01299-X)
42. INEE. (2007). *Producto Interno Bruto per cápita. México* . Obtenido de <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/03/CS07-2009.pdf>
43. Ingfocol Ltda. (2015). *Atlas Potencial Hidroenergético de Colombia*. Obtenido de [https://www1.upme.gov.co/Energia\\_electrica/Atlas/Atlas\\_p25-36.pdf](https://www1.upme.gov.co/Energia_electrica/Atlas/Atlas_p25-36.pdf)
44. Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables . (julio de 2016). *Análisis de oportunidades de investigación, desarrollo e innovación en eficiencia energética y energías renovables en Ecuador. Un enfoque desde el sector académico. Quito*. Obtenido de <https://b4future.com/wp-content/uploads/2019/04/Ana%CC%81lisis-de-Oportunidades-de-Idi-en-EE-y-ER-en-Ecuador.pdf>
45. Jiménez , F. (2011). Crecimiento Económico Enfoques y modelos . *Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú* , 430-499.
46. Kahia, M., Ben Aïssa, M., & Lanouar, C. (2017). Renewable and non-renewable energy use - economic growth nexus: The case of MENA Net Oil Importing Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 127-140. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.010>
47. Kraft , J., & Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP . *Journal of Energy and Development*, 3 (2), 401-403.
48. Larrea, C. (2012). ¿Es sustentable la política energética en el Ecuador? *Repositorio Institucional del Organismo Académico de la Comunidad Andina, CAN*, 1-11. Obtenido de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3036/1/Larrea%20C.-CON-015-Es%20sustentable.pdf>

49. Larrea, C. (2020). Por qué necesitamos superar la dependencia del petróleo. Obtenido de [https://www.pachamama.org.ec/wp-content/uploads/2022/08/FR3\\_Mar2020\\_DependenciaPetroleo\\_CLarrea\\_ESP.pdf](https://www.pachamama.org.ec/wp-content/uploads/2022/08/FR3_Mar2020_DependenciaPetroleo_CLarrea_ESP.pdf)
50. Loaiza , V. (octubre de 2018). Crecimiento económico y el uso de energía sustentable y no sustentable: un enfoque del caso ecuatoriano usando técnicas de cointegración. *Revista Killkana Sociales*, 2 (ISSN 2528-8008 / e-ISSN 2588-087X), 75-86. doi:[https://doi.org/10.26871/killkana\\_social.v2i3.326](https://doi.org/10.26871/killkana_social.v2i3.326)
51. Mamingi , N., & Martin, K. (2018). La inversión extranjera directa y el crecimiento en los países en desarrollo: el caso de los países de la Organización de Estados del Caribe Oriental. *CEPAL*, 124, 86-106. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43461/1/RVE124\\_Martin.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43461/1/RVE124_Martin.pdf)
52. Manzano, M. (2022). *Situación actual del sector eléctrico ecuatoriano y sus desafíos*. Obtenido de Repositorio Institucional UASB- Digital: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/9043/1/T3958-MRI-Manzano-Situacion.pdf>
53. Márquez , L., Cuétara, L., Cartay, R., & Labarca, N. (2019). Desarrollo y crecimiento económico: Análisis teórico desde un enfoque cuantitativo. *Revista de Ciencias Sociales*. Obtenido de [https://www.redalyc.org/journal/280/28063104020/html/#redalyc\\_28063104020\\_ref9](https://www.redalyc.org/journal/280/28063104020/html/#redalyc_28063104020_ref9)
54. Martin , J. (2013). Martin Econometrics: Econometría y Aplicaciones. Obtenido de <http://www.martineconometrics.com/2013/03/de-los-modelos-ardl-primera-parte.html>
55. Mateo, J., & García , S. (2014). El sector petrolero en Ecuador 2000-2010. *Revista Problemas del Desarrollo*, 45, 177. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v45n177/v45n177a6.pdf>
56. Mena , A. (2014). *La investigación y desarrollo de energías renovables en el Ecuador. Análisis crítico*. Obtenido de Corporación para la Investigación Energética: <https://docplayer.es/3153118-La-investigacion-y-desarrollo-de-energias-renovables-en-el-ecuador-analisis-critico.html>
57. Ministerio de Energía y Minas . (2018). *Energía Geotérmica* . Obtenido de República de Guatemala : <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/09/Energ%C3%ADa-Geot%C3%A9rmica.pdf>
58. Ministerio de Energía y Minas. (2020). *Ecuador consolida la producción eléctrica a partir de fuentes renovables*. Obtenido de Boletín de Prensa: <https://www.rekursyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/#:~:text=Bajo%20este%20precepto%2C%20es%20importante,%2C%20geotermia%2C%20entre%20otras>
59. Ministerio de Energía y Minas. (2020). *Evolucion del Sector Electrico*. Obtenido de <https://www.rekursyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/2.-TRANSFORMACION-Y-SITUACION-ACTUAL-DEL-SECTOR-ELECTRICO.pdf>

60. Ministerio de Energía y Minas. (2020). *Transformación y situación actual del sector eléctrico*. Obtenido de Recursos y Energía : <https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/2.-TRANSFORMACION-Y-SITUACION-ACTUAL-DEL-SECTOR-ELECTRICO.pdf>
61. Ministerio de Energía y Minas. (18 de julio de 2021). *Ecuador actualiza el Bloque de Energías Renovables a 500 megavatios con potencial de inversión por USD 968 millones*. Obtenido de Boletín : <https://www.recursosyenergia.gob.ec/ecuador-actualiza-el-bloque-de-energias-renovables-a-500-megavatios-con-potencial-de-inversion-por-usd-300-millones/>
62. Ministerio de Energía y Minas. (enero de 2022). *En 2021 el sector eléctrico dinamizó la economía nacional con un 93.2 % de generación renovable y la exportación de más de 500 GWh. Quito*. Obtenido de Boletín de prensa: <https://www.recursosyenergia.gob.ec/en-2021-el-sector-electrico-dinamizo-la-economia-nacional-con-un-93-2-de-generacion-renovable-y-la-exportacion-de-mas-de-500-gwh/#:~:text=de%20500%20GWh-.En%202021%20el%20sector%20el%C3%A9ctrico%20dinamiz%C3%B3%20la%20e>
63. Ministerio de Energía y Minas. (02 de agosto de 2022). *Ministerio de Energía y Minas expidió políticas públicas para fomentar la eficiencia energética en el Ecuador*. Obtenido de Boletín de Prensa: <https://www.recursosyenergia.gob.ec/ministerio-de-energia-y-minas-expidio-politicas-publicas-para-fomentar-la-eficiencia-energetica-en-el-ecuador-2/>
64. Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2020). *Energía, sociedad y ambiente*. Obtenido de <https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/01-CAPI%CC%81TULO-01BEN-2020-Web-17-46.pdf>
65. Monroy, I. (2002). La generación de energía eléctrica y el ambiente. *Gaceta Ecológica*, Núm. 65 (ISSN 1405-2849), 53-62. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/539/53906504.pdf>
66. Neira, E., & Ramos, E. (2003). Diagnóstico del sector eléctrico ecuatoriano. *Banco Central del Ecuador*, 2-10. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Apuntes/ae31.pdf>
67. Nkoro, E., & Uko, A. (2016). Autoregressive Distributed Lag (ARDL) cointegration technique: application and interpretation. *Journal of Statistical and Econometric Methods*, 5, 63-91.
68. OCDE. (2011). *Hacia el crecimiento verde*. Obtenido de <https://www.oecd.org/greengrowth/49709364.pdf>
69. Ohler, A., & Fetters, I. (2014). The causal relationship between renewable electricity generation and GDP growth: A study of energy sources. *Energy Economics. Elsevier*, 43, 125-139. doi: 10.1016/j.eneco.2014.02.009
70. Paz, C. (2005). Energías Renovables Convencionales y No Convencionales. *Electro Industria. Soluciones Tecnológicas para la Minería, Energía e Industria*. Obtenido de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=263#:~:text=Las%20Energ%C3%A Das%20Renovables%20se%20pueden,biomasa%20y%20la%20mini%20hidr%C3%A1ul ica>

71. Perktold, J., Seabold, S., & Taylor, J. (2021). Autoregressive Distributed Lag (ARDL) models. Obtenido de [https://www.statsmodels.org/v0.13.0/examples/notebooks/generated/autoregressive\\_distributed\\_lag.html?fbclid=IwAR1dHkeHvgucYw7rig9fQchOIhOTS19ICoi7JnxTsm4whoefcEdeoZ3whM](https://www.statsmodels.org/v0.13.0/examples/notebooks/generated/autoregressive_distributed_lag.html?fbclid=IwAR1dHkeHvgucYw7rig9fQchOIhOTS19ICoi7JnxTsm4whoefcEdeoZ3whM)
72. Pesarán , M., Shin, Y., & Smith, R. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics* , 289-326.
73. Puello, R., Orlando, G., Vargas, F., & Alfonso, D. (2016). Factores determinantes de la inversión extranjera directa. *Ensayos: Revista de Estudiantes de Administración de Empresas*, 119-134. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ensayos/article/view/61281>
74. Reed, S., Trelles, S., & Hiriart, G. (2010). Energía del Agua. *Ciencia*, 1-2. Obtenido de [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61\\_2/PDF/EnergiaAgua.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_2/PDF/EnergiaAgua.pdf)
75. Romer, P. (1993). Idea gaps and object gaps in economic development. *Journal of Monetary Economics*, 32, 543-573.
76. Saboori, B., & Sulaiman, J. (2013). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) countries: A cointegration approach. *Energy, Elsevier*, 55(C), 813-822. doi:10.1016/j.energy.2013.04.038
77. Saidi, K., & Mbarek, M. (2016). Nuclear energy, renewable energy, CO2 emissions, and economic growth for nine developed countries: Evidence from panel Granger causality tests. *Progress in Nuclear Energy*, 88, 364-374. doi:<https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2016.01.018>
78. Santoyo, E., & Barragán , R. (2010). Energía Geotérmica . *Ciencia*, 1-2.
79. Sebri, M. (2015). Usar las renovables para ser mas limpio: Meta-analysis of the renewable energy consumption-economic growth nexus. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 657-665.
80. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). *¿Qué es la energía de biomasa?* Obtenido de <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/que-es-la-energia-de-biomasa?idiom=es#:~:text=Tambi%C3%A9n%20conocida%20como%20bioenerg%C3%ADa%20es,y%20sus%20restos%20no%20vivos.&text=La%20biomasa%20se%20caracteriza%20por,de%20ox%C3%ADgeno%20y%20compuestos%20vol>
81. Secretaria Nacional de Planificación. (2022). *Ficha Metodológica PlanNacional De Desarrollo 2021-2025*. Obtenido de [https://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/08/4.5.2\\_PND2125-ficha-metodolo%CC%81gica.pdf](https://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/08/4.5.2_PND2125-ficha-metodolo%CC%81gica.pdf)
82. Shahbaz, M., Rasool , G., Ahmed, K., & Mahalik, M. (2016). Considering the effect of biomass energy consumption on economic growth: Fresh evidence from BRICS region. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1442-1450. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.037>

83. Šimelytė, A., & Dudzevičiūtė, G. (2017). Consumption of Renewable Energy and Economic Growth. *ELSIEVER*, 3-19. doi:<https://doi.org/10.3846/cbme.2017.048>
84. Solis , C. (agosto de 2019). “*EL CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE Y EL CRECIMIENTO*.” Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30061/1/T4611e.pdf>
85. Soytaş , U., Sari, R., & Ozdemir, O. (2001). Energy Consumption and GDP Relations in Turkey: A Cointegration and Vector Error Correction Analysis, *Economies and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in the Global Environment Proceeding . Global Business and Technology Association* , 838-844.
86. Spiegelner, C., & Cifuentes, J. (2016). Definición e información de energías renovables. *Repositorio del Sistema Bibliotecario Universidad de San Carlos de Guatemala*, 1-7. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4455/>
87. Taghvaei, V., Mavuka, C., & Shirazi, J. (2016). Economic growth and energy consumption in Iran: an ARDL approach including renewable and non-renewable energies. *Environment, Development and Sustainability*, 2-16. doi:10.1007/s10668-016-9862-z
88. Tang , C. (2009). Electricity consumption, income, foreign direct investment, and population in Malaysia: New evidence from multivariate framework analysis. *Journal of Economic Studies*, 36(4), 371-382.
89. Tiba, S., & Omri, A. (2017). Literature survey on the relationships between energy, environment and economic growth. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 1129-1146. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.113>
90. Total Energies. (2022). *Así funciona una central mareomotriz*. Obtenido de <https://www.totalenergies.es/es/pymes/blog/energ%C3%ADa-turbinas-y-centrales-mareomotrices>
91. Umbarila, L., Alfonso , F., & Rivera , J. (2015). Importancia de las energías renovables en la seguridad energética y su relación con el crecimiento económico. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental, Volumen 6 Numero 2* ( ISSN 2145-6097), 12. doi:<https://doi.org/10.22490/21456453.1419>
92. Vicente, J. (2021). Evaluación general de la matriz energética ecuatoriana y el aporte de las energías renovables no convencionales a la descarbonización de la generación eléctrica con énfasis en el potencial geotérmico. *Universidad Andina Simón Bolívar* , 27-29.
93. Vivanco, E. (2020). Energías renovables y no renovables. *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*, 1-19. Obtenido de [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29102/1/BCN\\_Energia\\_renovable\\_y\\_no\\_renovable\\_ventajas\\_y\\_desventajas\\_final.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29102/1/BCN_Energia_renovable_y_no_renovable_ventajas_y_desventajas_final.pdf)

## ANEXOS

### Anexo 1

Base de datos de las variables de estudio

Años	PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)	FBKF (% PIB)	Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final)	Apertura comercial (%)
1990	2954,505	18,3	24.2	31.19
1991	3013,117	18,3	24.16	34.17
1992	3012,564	17,6	20.80	35.14
1993	3011,686	18,4	21.62	35.48
1994	3080,489	17,8	20.85	38.91
1995	3091,567	17,3	20.35	42.15
1996	3088,070	16,8	19.29	38.5
1997	3164,577	17,1	16.54	41.7
1998	3211,199	18,9	18.19	40.63
1999	3006,673	16,7	21.06	37.49
2000	2987,874	19,0	19.43	39.52
2001	3054,867	19,1	17.05	41.69
2002	3125,256	20,7	17.1	43.8
2003	3154,701	19,2	16.55	43.23
2004	3354,863	19,7	16.73	45.58
2005	3471,988	20,4	16.16	48.21
2006	3563,024	20,9	14.19	50.07
2007	3579,032	20,8	15.88	50.71
2008	3742,234	22,4	15.32	51.89
2009	3700,644	22,8	12.87	47.7
2010	3768,020	24,6	11.79	49.6
2011	3998,304	25,8	13.15	48.07
2012	4156,737	27,0	13.2	46.83
2013	4296,011	27,6	11.85	46.83
2014	4393,119	27,2	12.18	47.56
2015	4332,866	26,6	13.07	45.24
2016	4216,290	25,1	14.75	43.78
2017	4249,621	25,4	17.05	45.54
2018	4223,784	25,6	16.33	46.25
2019	4144,390	24,9	17.73	47.11
2020	3768,439	21,2	19.8	46.05

Nota. Elaboración propia. Base de datos obtenida del Banco mundial

## Anexo 2

### *Criterio de rezagos óptimos*

VAR Lag Order Selection Criteria  
 Endogenous variables: LOGAPER LOGCONSENER LOGFBKF  
 LOGPIBPERC  
 Exogenous variables: C  
 Date: 06/11/23 Time: 23:42  
 Sample: 1990 2020  
 Included observations: 29

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-400.4767	NA	15302832	27.89495	28.08354	27.95401
1	-315.5797	140.5193*	134031.9*	23.14343*	24.08639*	23.43875*
2	-304.9947	14.59995	208986.4	23.51688	25.21421	24.04846

\* indicates lag order selected by the criterion  
 LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)  
 FPE: Final prediction error  
 AIC: Akaike information criterion  
 SC: Schwarz information criterion  
 HQ: Hannan-Quinn information criterion

## Anexo 3

### *Estimación del Modelo ARDL*

Dependent Variable: LOGPIBPERC  
 Method: ARDL  
 Date: 06/11/23 Time: 23:31  
 Sample (adjusted): 1991 2020  
 Included observations: 30 after adjustments  
 Maximum dependent lags: 1 (Automatic selection)  
 Model selection method: Akaike info criterion (AIC)  
 Dynamic regressors (1 lag, automatic): LOGAPER LOGCONSENER  
 LOGFBKF  
 Fixed regressors: C  
 Number of models evaluated: 8  
 Selected Model: ARDL(1, 1, 0, 0)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
LOGPIBPERC(-1)	0.632111	0.069381	9.110763	0.0000
LOGAPER	19.88907	9.660439	2.058816	0.0505
LOGAPER(-1)	-17.02891	10.28562	-1.655604	0.1108
LOGCONSENER	-15.35247	12.94706	-1.185788	0.2473
LOGFBKF	63.70475	15.96515	3.990239	0.0005
C	635.4686	516.2872	1.230843	0.2303
R-squared	0.985467	Mean dependent var	5044.696	
Adjusted R-squared	0.982439	S.D. dependent var	712.3247	
S.E. of regression	94.39490	Akaike info criterion	12.10971	
Sum squared resid	213849.5	Schwarz criterion	12.38995	
Log likelihood	-175.6456	Hannan-Quinn criter.	12.19936	
F-statistic	325.4835	Durbin-Watson stat	1.331344	

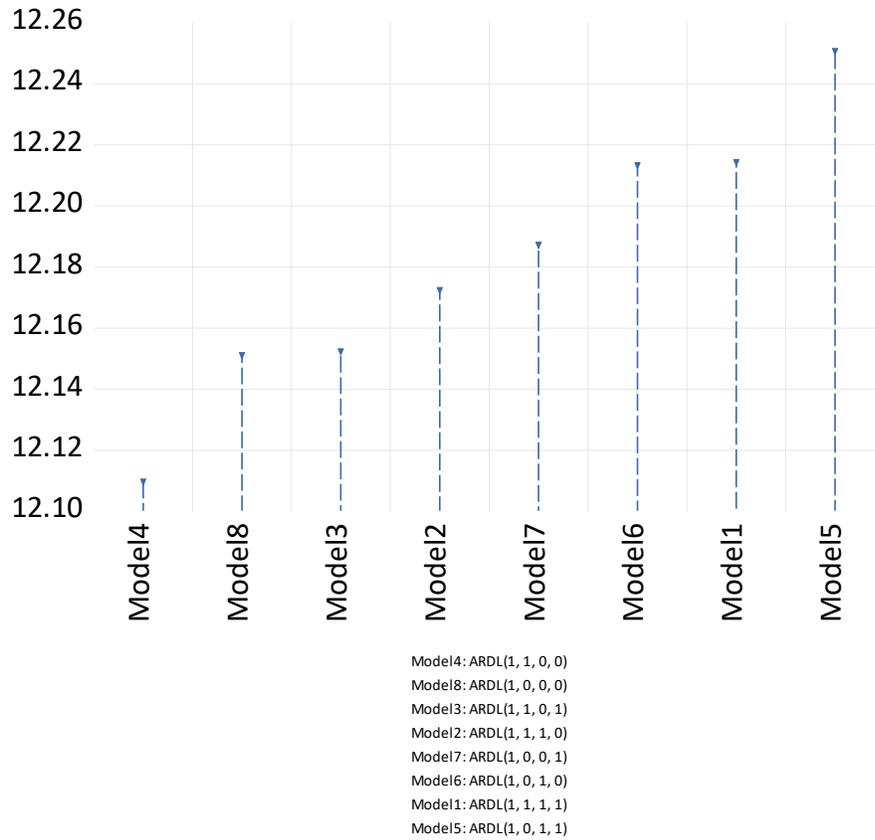
Prob(F-statistic) 0.000000

\*Note: p-values and any subsequent tests do not account for model selection.

#### Anexo 4

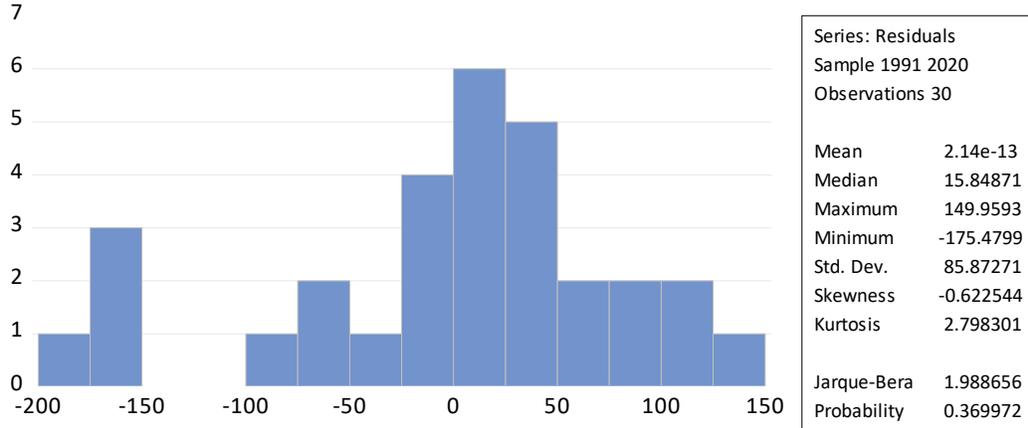
Los 7 modelos basados en los criterios de información Akaike

#### Akaike Information Criteria



## Anexo 5

### Supuesto de Normalidad



## Anexo 6

### Supuesto de Autocorrelación

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	1.419597	Prob. F(2,22)	0.2631
Obs*R-squared	3.429089	Prob. Chi-Square(2)	0.1800

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: ARDL

Date: 06/11/23 Time: 23:31

Sample: 1991 2020

Included observations: 30

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGPIPERC(-1)	-0.035682	0.079705	-0.447680	0.6588
LOGAPER	-0.793053	9.515346	-0.083345	0.9343
LOGAPER(-1)	1.904519	10.22548	0.186252	0.8540
LOGCONSENER	2.958685	13.18460	0.224405	0.8245
LOGFBKF	7.341233	17.85925	0.411061	0.6850
C	-78.22906	518.1451	-0.150979	0.8814
RESID(-1)	0.398177	0.243570	1.634751	0.1163
RESID(-2)	-0.148819	0.240837	-0.617924	0.5430

R-squared	0.114303	Mean dependent var	2.14E-13
Adjusted R-squared	-0.167510	S.D. dependent var	85.87271
S.E. of regression	92.78663	Akaike info criterion	12.12166
Sum squared resid	189405.9	Schwarz criterion	12.49531
Log likelihood	-173.8249	Hannan-Quinn criter.	12.24120
F-statistic	0.405599	Durbin-Watson stat	1.863205
Prob(F-statistic)	0.888547		

## Anexo 7

### Supuesto de Homocedasticidad

Heteroskedasticity Test: White  
Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	1.842253	Prob. F(20,9)	0.1738
Obs*R-squared	24.11060	Prob. Chi-Square(20)	0.2376
Scaled explained SS	13.87459	Prob. Chi-Square(20)	0.8368

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 06/11/23 Time: 23:33

Sample: 1991 2020

Included observations: 30

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1351967.	1644320.	0.822205	0.4322
LOGPIBPERC(-1)^2	0.067187	0.035908	1.871110	0.0941
LOGPIBPERC(-1)*LOGAPER	-0.521900	9.441581	-0.055277	0.9571
LOGPIBPERC(-1)*LOGAPER(-1)	3.347993	10.90762	0.306941	0.7659
LOGPIBPERC(-1)*LOGCONSENER	-7.391764	8.431913	-0.876641	0.4035
LOGPIBPERC(-1)*LOGFBKF	-32.31761	15.61289	-2.069931	0.0684
LOGPIBPERC(-1)	21.13880	372.9428	0.056681	0.9560
LOGAPER^2	1087.263	1378.189	0.788906	0.4504
LOGAPER*LOGAPER(-1)	-1284.005	2450.907	-0.523890	0.6130
LOGAPER*LOGCONSENER	2286.870	2249.561	1.016585	0.3359
LOGAPER*LOGFBKF	2214.431	2512.698	0.881296	0.4011
LOGAPER	-119734.7	94161.54	-1.271588	0.2354
LOGAPER(-1)^2	125.7562	1563.165	0.080450	0.9376
LOGAPER(-1)*LOGCONSENER	-1578.989	2309.769	-0.683613	0.5114
LOGAPER(-1)*LOGFBKF	-1391.700	2064.039	-0.674260	0.5171
LOGAPER(-1)	81120.94	85651.36	0.947106	0.3683
LOGCONSENER^2	290.1493	1122.147	0.258566	0.8018
LOGCONSENER*LOGFBKF	1434.113	1863.402	0.769621	0.4612
LOGCONSENER	-39162.50	88066.08	-0.444694	0.6670
LOGFBKF^2	2677.718	1873.331	1.429389	0.1867
LOGFBKF	-14208.14	77892.94	-0.182406	0.8593
R-squared	0.803687	Mean dependent var	7128.317	
Adjusted R-squared	0.367435	S.D. dependent var	9722.542	
S.E. of regression	7732.724	Akaike info criterion	20.94034	
Sum squared resid	5.38E+08	Schwarz criterion	21.92118	
Log likelihood	-293.1051	Hannan-Quinn criter.	21.25412	
F-statistic	1.842253	Durbin-Watson stat	2.633990	
Prob(F-statistic)	0.173772			

## Anexo 8

### Modelo de Corrección de Errores (ECM)

ARDL Error Correction Regression  
 Dependent Variable: D(LOGPIBPERC)  
 Selected Model: ARDL(1, 1, 0, 0)  
 Case 3: Unrestricted Constant and No Trend  
 Date: 06/11/23 Time: 23:37  
 Sample: 1990 2020  
 Included observations: 30

ECM Regression				
Case 3: Unrestricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	635.4686	79.00387	8.043511	0.0000
D(LOGAPER)	19.88907	7.941184	2.504547	0.0195
CointEq(-1)*	-0.367889	0.046403	-7.928109	0.0000
R-squared	0.742959	Mean dependent var		38.38800
Adjusted R-squared	0.723918	S.D. dependent var		169.3766
S.E. of regression	88.99636	Akaike info criterion		11.90971
Sum squared resid	213849.5	Schwarz criterion		12.04983
Log likelihood	-175.6456	Hannan-Quinn criter.		11.95453
F-statistic	39.02070	Durbin-Watson stat		1.331344
Prob(F-statistic)	0.000000			

\* p-value incompatible with t-Bounds distribution.

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
F-statistic	13.96776	10%	2.72	3.77
k	3	5%	3.23	4.35
		2.5%	3.69	4.89
		1%	4.29	5.61

t-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
t-statistic	-7.928109	10%	-2.57	-3.46
		5%	-2.86	-3.78
		2.5%	-3.13	-4.05
		1%	-3.43	-4.37

**Anexo 9**  
*Test de Bound*

ARDL Long Run Form and Bounds Test  
 Dependent Variable: D(SER01)  
 Selected Model: ARDL(1, 1, 0, 0)  
 Case 3: Unrestricted Constant and No Trend  
 Date: 06/11/23 Time: 23:55  
 Sample: 1990 2020  
 Included observations: 30

Conditional Error Correction Regression				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	635.4686	516.2872	1.230843	0.2303
SER01(-1)*	-0.367889	0.069381	-5.302460	0.0000
LOGAPER(-1)	2.860159	7.072628	0.404398	0.6895
LOGCONSENER**	-15.35247	12.94706	-1.185788	0.2473
LOGFBKF**	63.70475	15.96515	3.990239	0.0005
D(LOGAPER)	19.88907	9.660439	2.058816	0.0505

\* p-value incompatible with t-Bounds distribution.  
 \*\* Variable interpreted as  $Z = Z(-1) + D(Z)$ .

Levels Equation Case 3: Unrestricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGAPER	7.774525	18.64811	0.416907	0.6805
LOGCONSENER	-41.73130	39.79289	-1.048713	0.3048
LOGFBKF	173.1632	21.70294	7.978789	0.0000

$$EC = SER01 - (7.7745*LOGAPER - 41.7313*LOGCONSENER + 173.1632 *LOGFBKF)$$

F-Bounds Test					Null Hypothesis: No levels relationship				
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)					
					Asymptotic: n=1000				
F-statistic	13.96776	10%	2.72	3.77					
k	3	5%	3.23	4.35					
		2.5%	3.69	4.89					
		1%	4.29	5.61					
					Finite Sample: n=30				
Actual Sample Size	30	10%	3.008	4.15					
		5%	3.71	5.018					
		1%	5.333	7.063					

t-Bounds Test					Null Hypothesis: No levels relationship				
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)					

t-statistic	-5.302460	10%	-2.57	-3.46
		5%	-2.86	-3.78
		2.5%	-3.13	-4.05
		1%	-3.43	-4.37

## Anexo 10

### Test de cointegración de Johansen

Date: 06/12/23 Time: 00:04  
Sample (adjusted): 1992 2020  
Included observations: 29 after adjustments  
Trend assumption: Linear deterministic trend  
Series: LOGPIBPERC LOGAPER LOGCONSENER LOGFBKF  
Lags interval (in first differences): 1 to 1

#### Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None	0.630657	46.13823	47.85613	0.0719
At most 1	0.311021	17.25337	29.79707	0.6213
At most 2	0.170495	6.449585	15.49471	0.6424
At most 3	0.034851	1.028725	3.841465	0.3105

Trace test indicates no cointegration at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

#### Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.630657	28.88486	27.58434	0.0339
At most 1	0.311021	10.80379	21.13162	0.6669
At most 2	0.170495	5.420860	14.26460	0.6880
At most 3	0.034851	1.028725	3.841465	0.3105

Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

#### Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b\*S11\*b=I):

		LOGCONSENE	
LOGPIBPERC	LOGAPER	R	LOGFBKF
0.000305	0.200986	0.810302	0.197897
0.006187	-0.059258	0.023439	-1.022405
-0.001197	-0.145714	0.088650	0.633991
-0.002796	0.408074	0.444121	0.653347

#### Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):

D(LOGPIBPER C)	-42.75703	-70.15037	-23.70585	-3.265563
D(LOGAPER)	0.329383	-0.589645	-0.036184	-0.289503
D(LOGCONSE NER)	-0.908048	0.457834	0.292484	-0.034061
D(LOGFBKF)	-0.278794	-0.206098	-0.428675	-0.033893

1 Cointegrating Equation(s):      Log likelihood      -313.6214

Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)

	LOGCONSENE			
	LOGAPER	R	LOGFBKF	
LOGPIBPERC	LOGAPER			
1.000000	659.8350	2660.210	649.6935	
	(232.929)	(481.007)	(271.336)	

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(LOGPIBPER C)	-0.013024			
	(0.00909)			
D(LOGAPER)	0.000100			
	(0.00012)			
D(LOGCONSE NER)	-0.000277			
	(8.3E-05)			
D(LOGFBKF)	-8.49E-05			
	(7.2E-05)			

2 Cointegrating Equation(s):      Log likelihood      -308.2195

Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)

	LOGCONSENE			
	LOGAPER	R	LOGFBKF	
LOGPIBPERC	LOGAPER			
1.000000	0.000000	41.79707	-153.5939	
		(30.6159)	(25.5430)	
0.000000	1.000000	3.968285	1.217406	
		(0.48129)	(0.40154)	

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(LOGPIBPER C)	-0.447034	-4.436579		
	(0.16119)	(5.45259)		
D(LOGAPER)	-0.003548	0.101143		
	(0.00233)	(0.07872)		
D(LOGCONSE NER)	0.002556	-0.209636		
	(0.00157)	(0.05319)		
D(LOGFBKF)	-0.001360	-0.043821		
	(0.00144)	(0.04886)		

3 Cointegrating Equation(s):      Log likelihood      -305.5091

Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)

	LOGCONSENE			
	LOGAPER	R	LOGFBKF	
LOGPIBPERC	LOGAPER			
1.000000	0.000000	0.000000	-190.1800	
			(16.9280)	
0.000000	1.000000	0.000000	-2.256143	
			(0.80900)	
0.000000	0.000000	1.000000	0.875328	

(0.21006)

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(LOGPIBPER C)	-0.418659 (0.16118)	-0.982311 (6.52045)	-38.39186 (20.8337)
D(LOGAPER)	-0.003504 (0.00237)	0.106415 (0.09587)	0.249871 (0.30630)
D(LOGCONSE NER)	0.002206 (0.00155)	-0.252255 (0.06289)	-0.699133 (0.20096)
D(LOGFBKF)	-0.000847 (0.00136)	0.018643 (0.05496)	-0.268740 (0.17561)

---

## Anexo 11

### *Causalidad de Granger*

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 06/21/23 Time: 23:20

Sample: 1990 2020

Lags: 2

---

---

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
LOGCONSENER does not Granger Cause LOGAPER	29	0.29623	0.7463
LOGAPER does not Granger Cause LOGCONSENER		1.58680	0.2253
LOGFBKF does not Granger Cause LOGAPER	29	0.59029	0.5620
LOGAPER does not Granger Cause LOGFBKF		1.89045	0.1728
LOGPIBPERC does not Granger Cause LOGAPER	29	0.29970	0.7438
LOGAPER does not Granger Cause LOGPIBPERC		1.34631	0.2792
LOGFBKF does not Granger Cause LOGCONSENER	29	0.64457	0.5337
LOGCONSENER does not Granger Cause LOGFBKF		4.67484	0.0193
LOGPIBPERC does not Granger Cause LOGCONSENER	29	1.35818	0.2762
LOGCONSENER does not Granger Cause LOGPIBPERC		3.76079	0.0380
LOGPIBPERC does not Granger Cause LOGFBKF	29	0.54381	0.5875
LOGFBKF does not Granger Cause LOGPIBPERC		1.75242	0.1948

---

---