



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

CARRERA DE ECONOMÍA

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

Tema:

**“Eficiencia energética y consumo de energías renovables en la economía
ecuatoriana.”**

Autora: Godoy Guevara, Kerly Estefania

Tutor: Econ. Ortiz Román, Hermel David

Ambato – Ecuador

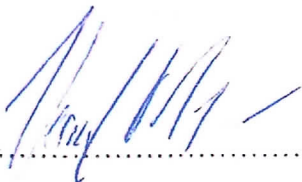
2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Econ. Hermel David Ortiz Román, con cédula de ciudadanía No. 1803526754, en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación referente al tema: **“EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ECONOMÍA ECUATORIANA”**, desarrollado por Kerly Estefania Godoy Guevara, de la carrera de Economía, modalidad presencial, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos, tanto técnicos como científicos y que corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para la presentación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría.

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

Ambato, agosto 2023



.....

Econ. Hermel David Ortiz Román.

C.C.: 1803526754

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Kerly Estefanía Godoy Guevara, con cédula de ciudadanía No. 185012857-8, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el proyecto investigativo, bajo el tema: **“EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ECONOMÍA ECUATORIANA”**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos; conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este Proyecto de Investigación.

Ambato, agosto del 2023

AUTOR



.....
Kerly Estefanía Godoy Guevara

C.C.: 1850128578


CESIÓN DE DERECHOS

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

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

Ambato, agosto del 2023

AUTOR



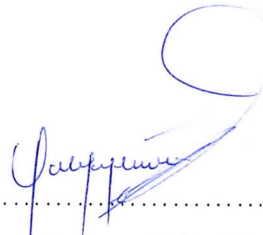
.....
Kerly Estefanía Godoy Guevara

C.C.: 1850128578

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El Tribunal de Grado, aprueba el Proyecto de Investigación con el tema: **“EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ECONOMÍA ECUATORIANA”**, elaborado por Kerly Estefanía Godoy Guevara, estudiante de la Carrera de Economía, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, agosto del 2023



.....
Dra. Tatiana Valle PhD

PRESIDENTE



.....
Econ. Mery Ruiz

MIEMBRO CALIFICADOR



.....
Econ. Álvaro Vayas

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente proyecto refleja una de mis más grandes metas personales, primeramente, va dedicado a Jehová Dios, por protegerme durante todo mi camino y darme las fuerzas necesarias para superar obstáculos y dificultades a lo largo de este trayecto y por todas las bendiciones diarias que llegan a mi vida. Estoy convencida que con Dios en nuestra vida podemos alcanzar todo aquello que anhelamos. Dejemos que él sea nuestra guía. ¡Gracias, Jehová, ¡por tu presencia y tu gran amor!

A mi familia por el apoyo incondicional, por siempre impulsarme a ser mejor y culminar con éxito mi carrera, mis padres y mis hermanos siempre me impulsaron y apoyaron para cumplir mis objetivos, con cada palabra de aliento, me motivaron a continuar con este desafío. Ellos han sido un pilar muy fundamental en mi vida y aunque a lo largo de nuestras vidas hemos pasado por momentos difíciles siempre existirá el apoyo mutuo. A pesar de todo lo malo y bueno que nos ha pasado no los cambiaría por nada del mundo.

También quiero dedicar este proyecto a mi compañero de vida, mi novio, mi mejor amigo, mi confidente, Oscar Cisneros, gracias a su apoyo y amor incondicional en este largo proceso he logrado terminar este ciclo de mi vida. Su infinita paciencia y sus sabios consejos hicieron que nunca me sienta sola, gracias amor lindo por escucharme, por ayudarme y por estar a mi lado en los momentos de debilidad. Este logro también es tuyo porque me has motivado a

luchar por mis sueños y ha no rendirme nunca. Espero seguir compartiendo juntos muchos más momentos de alegría y crecimiento. Gracias por llegar a mi vida. ¡Te adoro con todo mi corazón!

Finalmente, mi tesis la quiero dedicar a mi hermosa perrita Princesa, es mi gran amor, aunque ella no entienda mis palabras, sé que las siente en cada abrazo y beso que le doy. Amor mío gracias por acompañarme durante esas largas noches cuando solía quedarme realizando este proyecto y tú te recostabas a mi lado, siempre que puedes estas en cada lugar que voy. Me encantaría tenerte junto a mi toda mi vida, me haces tan feliz y me da mucha alegría verte a ti también que eres feliz.

Kerly Estefanía Godoy Guevara.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar un sincero agradecimiento a mi prestigiosa institución que me brinda la gran oportunidad de estudiar en sus aulas la “Universidad Técnica de Ambato”; aprendí mucho de esta noble institución, me voy llena de conocimientos que me servirán en mi vida profesional, a mis queridos docentes que han sido muy generosos en compartir sus conocimientos, de igual manera a mi tutor de tesis Econ. David Ortiz por guiarme en toda la elaboración de este proyecto de investigación.

Especialmente quiero agradecerle a mi Madrecita querida Cecilia Guevara, ella es mi mayor fortaleza en cada paso que doy. Gracias mamita por darme la vida y por ser mi luz en los momentos más oscuros. Este logro es también tuyo, porque tú me has impulsado a ser la mejor versión de mí misma, y me has demostrado que todo es posible si se tiene amor, dedicación y esfuerzo. Me inculcaste valores importantes que me han ayudado a crecer cada día. Me diste un gran regalo que es el sembrarme el amor por Jehová, me enseñaste que no hay nada más real y perfecto que el amor de Dios, valoro tanto tus esfuerzos. Mi deseo es que nunca te vayas de mi lado, que compartamos muchos momentos juntas. Todos mis triunfos te los dedico a ti porque sin ti nada es posible.

Gracias, te adora tu hija.

Kerly Estefanía Godoy Guevara.

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

TEMA: “EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ECONOMÍA ECUATORIANA”

AUTORA: Kerly Estefania Godoy Guevara

TUTOR: Eco. Hermel David Ortiz Román

FECHA: Agosto, 2023

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación tiene como principal objetivo analizar eficiencia energética y el consumo de energías renovables de la economía ecuatoriana durante el período 1990 – 2021, además de que busca describir la evolución de la eficiencia energética de la economía ecuatoriana, examinar el consumo de energías renovables y relacionar estas variables en el tiempo. Para esto, se estructuró una base de datos depurada con las estadísticas referentes a cada uno de los indicadores objeto de estudio. Posteriormente, se analizó tres indicadores de la eficiencia energética: intensidad energética del PIB, pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico y la proporción de las pérdidas del sector sobre la oferta total de energía. Por otro lado, se realizó una descripción de cuatro indicadores que fueron: consumo de energía procedente de combustibles fósiles (porcentaje), capacidad instalada para producir energía eléctrica por tipo de fuente, su proporción y la proporción de la población sin acceso a electricidad. Finalmente, se especificó un modelo de regresión integrado explicativo de la eficiencia energética en función del consumo de energías renovables y un conjunto de tres variables que fungieron como controles de la regresión. Se determinó la existencia de relación entre la eficiencia energética y el consumo de energías renovables, siendo su efecto positivo y estadísticamente significativo.

PALABRAS DESCRIPTORAS: ENERGÍA, CONSUMO, EFICIENCIA, ELECTRICIDAD, RENOVABLE.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDIT
ECONOMICS CAREER

TOPIC: “ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION IN THE ECUADORIAN ECONOMY”

AUTHOR: Kerly Estefania Godoy Guevara

TUTOR: Eco. Hermel David Ortiz Román

DATE: August 2023

ABSTRACT

This investigation aims to analyze the energy efficiency and the use of renewable energy in the Ecuadorian economy from 1990 to 2021. It also seeks to describe the evolution of energy efficiency in the Ecuadorian economy, examine the use of renewable energy, and relate these variables over time. To achieve this, a refined database was structured using statistics related to each of the indicators under study. Three indicators of energy efficiency were analyzed: energy intensity of GDP, losses in distribution and transformation of the electric sector, and the proportion of sector losses on total energy supply. Additionally, four indicators were described: consumption of energy from fossil fuels (percent), installed capacity for producing electric energy by type of source, its proportion, and the proportion of the population without access to electricity. Finally, an explanatory integrated regression model of energy efficiency based on the use of renewable energy and a set of three variables that served as regression controls was specified. The existence of a positive and statistically significant relationship between energy efficiency and the use of renewable energy was determined.

KEYWORDS: ENERGY, CONSUMPTION, EFFICIENCY, ELECTRICITY, RENEWABLE.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
PÁGINAS PRELIMINARES	
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
CESIÓN DE DERECHOS.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	viii
RESUMEN EJECUTIVO.....	ix
ABSTRACT.....	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.2.1 Justificación teórica, metodológica y práctica.....	2
1.2.2 Formulación del problema.....	6
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II.....	7
2 MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Revisión literaria.....	7
2.1.1 Antecedentes investigativos.....	7
2.1.2 Fundamentos teóricos.....	11
2.2 Hipótesis.....	21
CAPÍTULO III.....	23
3 METODOLOGÍA.....	23
3.1 Recolección de la información.....	23

3.2	Tratamiento de la información	24
3.3	Operacionalización de las variables	29
3.3.1	Variable dependiente.....	29
3.3.2	Variable independiente.....	30
CAPÍTULO IV		31
4	RESULTADOS.....	31
4.1	Resultados y discusión	31
4.1.1	Evolución de la eficiencia energética.....	31
4.1.2	Consumo de energías renovables	36
4.2	Verificación de hipótesis	42
CAPÍTULO V.....		51
5	CONCLUSIONES.....	51
5.1	Conclusiones	51
5.2	Limitaciones del estudio.....	52
5.3	Futuras líneas de investigación.....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		53
ANEXOS		63

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 1 Operacionalización de la variable dependiente: Eficiencia energética	29
Tabla 2 Operacionalización de la variable independiente: Consumo de energías renovables	30
Tabla 3 Intensidad energética del PIB de Ecuador durante el período 1990 – 2021	32
Tabla 4 Pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico (equivalencia en miles de barriles equivalentes de petróleo)	33
Tabla 5 Proporción de las pérdidas del sector eléctrico sobre la oferta total de energía eléctrica (porcentaje).....	35
Tabla 6 Consumo de energía renovable	37
Tabla 7 Consumo de combustibles fósiles	38
Tabla 8 Proporción de la población sin acceso a la electricidad, según área geográfica	39
Tabla 9 Capacidad instalada para producir energía eléctrica por tipo de fuente.....	40
Tabla 10 Proporción de la capacidad instalada para producir energía por tipo de fuente	41
Tabla 11 Resultados del contraste ADF para las variables objeto de análisis	46
Tabla 12 Resultados del modelo de regresión integrado explicativo de la eficiencia energética en función del consumo de energías renovables.....	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	PÁGINA
Gráfico 1 Intensidad energética del PIB de Ecuador durante el período 1990 – 2021	32
Gráfico 2 Pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico (equivalencia en miles de barriles equivalentes de petróleo)	34
Gráfico 3 Proporción de las pérdidas del sector eléctrico sobre la oferta total de energía eléctrica (porcentaje).....	35
Gráfico 4 Consumo de energía renovable	37
Gráfico 5 Consumo de combustibles fósiles	38
Gráfico 6 Proporción de la población sin acceso a la electricidad, según área geográfica.....	39
Gráfico 7 Capacidad instalada para producir energía eléctrica por tipo de fuente ...	41
Gráfico 8 Proporción de la capacidad instalada para producir energía por tipo de fuente.....	42
Gráfico 9 Evolución temporal de la variable intensidad energética del PIB de Ecuador	43
Gráfico 10 Evolución temporal de la variable pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico	43
Gráfico 11 Evolución temporal de la variable consumo de energías renovables.....	44
Gráfico 12 Evolución temporal de la variable densidad poblacional.....	44
Gráfico 13 Evolución temporal de la variable importación de bienes de tecnología de la información y comunicación	45
Gráfico 14 Evolución temporal de la variable industrialización.....	45

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

La energía es la capacidad que tienen los distintos cuerpos físicos para desarrollar un trabajo, sea la generación de luz o calor o de trabajo mecánico (Schallenberg et al., 2008). La eficiencia energética y el consumo de energía renovable son aspectos fundamentales en el campo de la economía energética y el desarrollo sostenible (Sovacool, 2015). En los últimos años, la creciente preocupación por el cambio climático y la seguridad energética ha impulsado a investigadores y formuladores de políticas a enfocar sus esfuerzos en la transición hacia fuentes de energía más limpias y eficientes (International Energy Agency, 2020). (Geller et al., 2006) argumentan que la eficiencia energética es una de las estrategias claves para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y promover la sostenibilidad económica y ambiental. En este contexto, el estudio de la eficiencia energética y el consumo de energía renovable busca identificar oportunidades y desafíos para mejorar el uso de recursos energéticos y promover un crecimiento económico sostenible (Bhattacharyya, 2011). Varias han sido las perspectivas de análisis que se han realizado acerca del tema, lo que ha reflejado la caracterización multidimensional del problema objeto de estudio.

Por otro lado, la energía es sumamente necesaria para el ser humano, la cual se deriva de procesos naturales y materiales, cuya disponibilidad garantiza la independencia en materia productiva para la región (Zacarias et al., 2021). Consecuentemente, su disponibilidad y origen tienen importantes implicaciones sobre el desempeño productivo de un país. Las distintas actividades humanas con fin económico como son: la quema de combustibles fósiles, la tala de bosques y la cría de ganado genera una mayor emisión de Gas de Efecto Invernadero (GEI) (Liobikienė & Butkus, 2021).

En el Ecuador el sector industrial es muy diverso y a medida que pasa el tiempo ha evolucionado conforme a la eficiencia y el ahorro energético, es por esto que el tipo de energía renovable a consumir dependerá de los procesos productivos que presenta cada sector (Llanos & Llanes, 2020). A esto se suma la dinámica conductual del

consumo energético doméstico, lo cual presenta un gran porcentaje de consumo del 52,1% del total de Gas Licuado de Petróleo (GLP), por otro lado, la electricidad abarca un 37,4%. Es decir que según este análisis entre los años 2018 y 2019 el consumo eléctrico por habitante ascendió a un 2%. (Ramos & Bautista, 2022). Esta evolución de los recursos energéticos y su estructura dependiente de combustibles fósiles pone en discusión los desafíos a los que la gestión de la energía se enfrenta dadas las mayores exigencias que ejerce sobre el sector las transformaciones productivas de la sociedad.

En el caso de Ecuador no queda claro si el cambio de la matriz energética ha generado un efecto favorable o desfavorable en la eficiencia del uso de la energía, aquello en concomitancia con la intensificación de su demanda dados los cambios tecnológicos actuales (Cuvi, 2011). Es posible que el desarrollo de infraestructura hidroeléctrica y el cambio en los hábitos de consumo energético en la población hayan contribuido a la forma en que se emplea la energía en el país. Por lo tanto, la presente investigación plantea el análisis de cuál es la relación entre la eficiencia energética y el consumo de energías renovables en la economía ecuatoriana.

Por este motivo, la relevancia que tengan las fuentes de energía renovable en el balance energético, la eficiencia en su gestión y consumo suponen eslabones trascendentales para el entendimiento del fenómeno en su contexto, lo que permitiría direccionar adecuadamente los esfuerzos políticos de una sociedad hacia la preservación del ambiente.

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación teórica, metodológica y práctica

Uno de los mayores problemas que afronta la humanidad en la actualidad es el cambio climático, lo cual ha generado afectaciones agresivas a la sociedad (Cantos & Balsalobre, 2011). Esto lleva a que este estudio analice la relación que tiene el consumo de las energías renovables y la eficiencia energética existente en Ecuador. En este sentido, existe una variedad de postulados económicos que relacionan las variables mencionadas, lo cual dota de factibilidad analítica desde la perspectiva

empírica a la asociación que pueda existir entre los hábitos de consumo energético y la eficiencia en la gestión de la energía en el país. Teorías económicas como la economía de la energía, los modelos de crecimiento endógeno, la teoría del cambio tecnológico o la teoría de la externalidad suponen fundamentos que conciben a la eficiencia y al consumo de energías renovables como aspectos relacionados y consecuentes entre sí, consideraciones que caracterizan indirectamente el problema del cambio climático tan vigente en la actualidad.

La economía de la energía es la rama de la economía que se centra en el estudio de cómo se producen, distribuyen y consumen los recursos energéticos, así como en las políticas públicas relacionadas con la energía. La eficiencia energética y el consumo de energías renovables son temas clave en este campo porque permitirá la conservación del medio ambiente y de este modo se evita el aumento de contaminación(Bhattacharyya, 2011).

Por otro lado, para gozar de una buena calidad ambiental, se debe tener en cuenta que esto depende de la adaptación de energías limpias, para lo cual la implementación de los modelos de crecimiento endógeno analiza los problemas ambientales y su consecuencia al optar por energías renovables que sean eficientes para el crecimiento económico (Cantos & Balsalobre, 2011). Dicho modelo de crecimiento endógeno estudia cómo las políticas y las inversiones en tecnología e innovación afectan el crecimiento económico a largo plazo. La adopción de tecnologías de energía renovable y la mejora de la eficiencia energética pueden impulsar el crecimiento económico sostenible (Romer, 1990)

Teoría del cambio tecnológico: La adopción de tecnologías más eficientes y limpias, como las energías renovables y las medidas de eficiencia energética, es un factor clave en la transición hacia una economía más sostenible y baja en carbono (Acemoglu et al., 2012).

Además, los problemas ambientales son consecuencia del resultado de las externalidades, el efecto negativo que esto produce es que restringe los costes externos y esto hace que se opte por energías más baratas y que sean contaminantes para el

medio ambiente (Cantos & Balsalobre, 2011) Las externalidades son costos o beneficios no internalizados en los precios de mercado. La generación y el consumo de energía a menudo tienen externalidades negativas (como la contaminación del aire) que pueden reducirse mediante el uso de energías renovables y la promoción de la eficiencia energética (Tietenberg & Lewis, 2018)

El estudio de estas teorías y modelo económico ha supuesto un aporte para el análisis y entendimiento de las energías renovables con el uso de tecnologías limpias y las correctas aplicaciones de políticas que ayuden a mejorar el crecimiento económico para tener un ambiente sostenible con bajos niveles de contaminación. Al ritmo de desarrollo tecnológico actual, todavía no existe una concordancia entre la demanda energética y el uso pleno de fuentes de energía renovable, motivo por el cual todavía existe el uso de energías no renovables y, sobre todo, la generación de energía fósil. En el marco de esta problemática, la teoría económica contempla la posibilidad de que el consumo energético tienda a acoplarse al progreso tecnológico (modelo de crecimiento endógeno) y que esto consecuentemente transforme la forma en que se consume la energía. Es decir que, las externalidades negativas que las fuentes de energías no renovables generan al ambiente podría revertirse o incrementarse en conformidad a los patrones de consumo de energía renovable. En tal virtud, la teoría económica posibilita el hecho de que la energía renovable podría contribuir a un uso más eficiente de ésta, y, aquello sobre todo en Ecuador, que inició una transición hacia el uso de energías amigables con el ambiente.

Se cuenta con los recursos necesarios para el desarrollo del presente estudio, debido a que se dispone de acceso al software estadístico requerido para el análisis cuantitativo y se tiene acceso al material bibliográfico necesario para fundamentar teóricamente las correspondencias relacionales de las variables objeto de análisis. En este sentido, el software estadístico R es un lenguaje de programación y R Studio es un programa que no cuenta con una licencia comercial, por lo que su uso no implica un costo adicional para la realización de la investigación. Por otro lado, la Universidad Técnica de Ambato pone a disposición del estudiantado las bibliotecas virtuales y su infraestructura bibliotecaria física, la cual puede utilizarse para la revisión de material bibliográfico que pueda ser analizado en el estudio. En conformidad a lo expuesto, se

considera que se dispone de acceso a los dos principales recursos materiales necesarios para cumplir los objetivos específicos propuestos que son el software estadístico R Studio y las bibliotecas universitarias.

Se cuenta con acceso a las diferentes fuentes de información estadística que se contemplan para ser consultadas en el transcurso del desarrollo metodológico de la presente investigación. Esto se lo considera debido a que estas fuentes son de libre acceso para el público en general y se ponen a disposición por organismos internacionales como el Banco Mundial, que presenta estadísticas del consumo de energía procedente de combustibles fósiles, y la CEPAL, que dispone de estadísticas relacionadas a la eficiencia energética. Ambas variables son de particular interés en el marco analítico de orden empírico en la investigación.

El estudio se enfoca en el análisis de información estadística a nivel agregado, por lo que se reconoce al Ecuador como principal unidad de análisis. Sin embargo, en términos conceptuales, se considera al total de la población ecuatoriana como población objeto de estudio, puesto que de una u otra manera cada uno de los individuos que reside en el país utiliza fuentes de energía. Entonces, el tamaño poblacional contemplado en el estudio se conforma por un total de 17.510.643 personas, esto según el (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022).

La investigación contribuye con hallazgos empíricos y una revisión de la literatura capaz de caracterizar sistemáticamente el problema de investigación, lo cual supone un soporte para el hacedor de política pública en miras del diseño de estrategias encaminadas al cambio de la matriz energética y productiva, al igual que para la preservación del ambiente. Aquello también supondrá un aporte al ámbito profesional en la rama de la economía, puesto que se proporciona de procedimientos metodológicos para el análisis de la dinámica relacional existente con las variables de estudio, lo cual puede considerarse como un aporte exploratorio para el desarrollo de nuevos estudios referentes al consumo de energía y su gestión.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál es la relación entre la eficiencia energética con el consumo de energías renovables en la economía ecuatoriana?

Variable independiente (Causa)

Consumo de energías renovables

Variable dependiente (Efecto)

Eficiencia energética

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar la eficiencia energética y el consumo de energías renovables de la economía ecuatoriana durante el período 1990 – 2021, para el diagnóstico de los efectos del cambio de la matriz energética en Ecuador.

1.3.2 Objetivos específicos

- Establecer la eficiencia del sistema energético de Ecuador a lo largo del período 1990 – 2021, para el estudio de las implicaciones productivas del uso de la energía en el país.
- Explorar el consumo de fuentes renovables en Ecuador a lo largo del período 1990 – 2021, para el análisis de la demanda energética del país en el tiempo.
- Relacionar la eficiencia energética con el consumo de energías renovables de la economía ecuatoriana durante el período 1990 – 2021, para la identificación de una correspondencia de las variables de estudio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión literaria

2.1.1 Antecedentes investigativos

La eficiencia energética tiene una estrecha relación con los hábitos de consumo de la sociedad en su vida cotidiana, y es la intensidad con la que se utilice la energía la que podría concebir una mejor disposición de este recurso. En este sentido, Ramos (2022) sostiene que la concepción de un ahorro energético a nivel de consumo supone un instrumento útil para alcanzar resultados positivos en la preservación del ambiente, por un lado, y una manera adecuada de salvaguardar la economía de los hogares por otro. El mantener hábitos como desenchufar aquellos equipos en instancias en las que no se les utilice en lo absoluto o incluso en las noches, adquirir electrodomésticos con consumos no exacerbados de energía o utilizar bombillas eléctricas que tengan un bajo consumo energético posibilita un bajo consumo de energía y, por lo tanto, existe un menor gasto en las facturas de la energía eléctrica. En este caso, un uso prudente de la energía permitiría canalizar los esfuerzos incurridos en su generación hacia otros fines más productivos y que eventualmente podrían suponer una prioridad en la concreción de esfuerzos para el desarrollo socioeconómico de un país.

El autor Linares (2009), en su estudio realizado con el objetivo de analizar cómo la eficiencia energética y las políticas están estrechamente relacionadas para obtener mayores beneficios medioambientales, para así reducir las emisiones de gases de efecto invernadero las cuales tienen efectos negativos para el medio ambiente. En el estudio, se realiza un análisis de carácter bibliográfico y estadístico para la caracterización del ahorro y la eficiencia energética como un aspecto fundamental de la demanda de energía en España en miras de un mejoramiento del medio ambiente. Como resultado del estudio se determina que el consumo energético tiene una importante relación con las emisiones de CO₂, entonces, es indispensable tener un ahorro de la energía para que de esta manera se reduzca dichas emisiones.

En el estudio de Salazar et al. (2012) señalan los beneficios que se obtendrían para la economía y el medio ambiente si se opta por invertir en eficiencia energética. Para esto aplicaron herramientas como análisis de ingeniería que ayuda a determinar un ahorro potencial, además el análisis económico que identifica cual es el mejor tipo de inversión. Estas herramientas facilitan la capacidad de ahorro energético para que exista una reducción de costes y contaminación ambiental. Lo cual se determinó que existe un ahorro de 27029kWh equivalente al 60%, con esto se logra tener una eficiencia energética, dicha aplicación se la realizó en la planta de buchas de la Mahle ubicada en Itajub-Brasil. Cada una de las herramientas mencionadas permiten evaluar el rendimiento energético.

Cerdá et al. (2012) en su estudio de energías renovables analizan la evolución que han tenido las energías renovables y cuál es su situación actual, principalmente en los países que conforman la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) los cuales son: Estados Unidos, China, India, Nueva Zelanda y Dinamarca. Como resultado se pudo determinar que el abastecimiento de energía se ha duplicado en el periodo 1973 - 2009, esto conlleva a la reducción del consumo de energías fósiles tales como el petróleo, y esto ha dado paso al incremento de la generación de energía nuclear, gas natural, carbón y las energías renovables.

Por otro lado, Sevilla et al. (2013) resaltan que las energías renovables, en los últimos años, se han destacado por ser un recurso muy eficiente en España. Además, la investigación señala que los problemas medioambientales son producto de las emisiones de CO₂. Para poder dar solución a este problema, se han sumado políticas relacionadas al ámbito energético con énfasis en los costes y precios, que son necesarios para que se lleve a cabo estas políticas y también para que exista una fuerte presencia de energías renovables y de esta manera obtener eficiencia energética.

Por otra parte, la investigación de Mejía (2014) analiza la eficiencia energética de España con relación a Colombia en la que los dos países incurren en políticas que integran la energía y el medio ambiente, las cuales aplican métodos de regulación de precios y se hace una comparación en los resultados tanto económicos como fiscales. Por un lado, España adopta un programa de eficiencia energética que incluye medidas

estructuradas para que se lleve a cabo, y, por otro lado, Colombia emplea políticas de gestión y el uso eficiente de la energía juntamente con estrategias que se enfocan en cubrir las necesidades energéticas.

Cabe resaltar la investigación de Caraballo & García (2017) en la que se realizó un estudio del crecimiento económico y su relación con la contaminación por el uso de energías no renovables en España, Alemania y Francia. Emplearon técnicas de cointegración, las mismas que hacen un enfoque sobre qué es más eficiente y viable para obtener un ambiente sano. Por lo tanto, se llegó a la conclusión de que el modelo de crecimiento de los países que se tomaron en cuenta para el análisis, tiene como consecuencia que el consumo de energía no renovable a largo plazo trae problemas severos al ambiente y a la economía de dichos países, es por esto que se origina la necesidad de diseñar políticas medioambientales que generen una sustitución de fuentes de energía no renovable por fuentes renovables.

Además, Robles & Rodríguez (2018) consideraron que la oferta total de energía ha aumentado en los últimos años al mismo tiempo que las inversiones, gas natural y renovables, mientras que el porcentaje de producción de petróleo ha disminuido significativamente. En consecuencia, el desarrollo de las energías renovables es válido, porque prometen una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero y la mitigación del cambio climático.

Además, cabe resaltar la investigación de Llanos & Llanes (2020a), la cual analizaron la creación de energía eléctrica a través de fuentes renovables para el desarrollo del sector industrial. Se aplicó en este estudio una revisión bibliográfica de diferentes artículos científicos que validen la información, junto a bases de datos actualizadas y confiables para determinar la probabilidad de crear energía eléctrica a partir del consumo de energías renovables especialmente en el sector industrial. Es por esto, que en el Ecuador los últimos 10 años ha creado una serie de planes para incluir fuentes renovables, con el fin de tener energías más limpias. En este sentido para tener un incremento en el ahorro de consumo de energía eléctrica, se debe optar por impulsar al sector público y privado para la ejecución de proyectos que promuevan cambios verdaderamente significativos en la forma energética del país.

Por otra parte, Valencia et al. (2022), en su investigación, sobre la energía y las tecnologías, consideran que la energía renovable ahora es mucho más atractiva como fuente de combustible, porque evita desastres naturales que a la larga afectan a los seres humanos y a la economía del País. También añaden que el dióxido de carbono es la principal causa de preocupación del cambio climático por lo que es importante incluir innovaciones tecnológicas que den prioridad a las energías renovables para mejorar la eficiencia energética. En este sentido, en la investigación se menciona dos tipos de tecnologías que son viables para tener eficiencia, una de ellas es las tecnologías de distribución de energía, son las que optan por fuentes alternativas de energía renovable como es la energía eólica y solar, por otro lado, esta las tecnologías de eficiencia energética, se refieren a las que se utilizan para mejorar la eficiencia del uso de la energía, en este caso el calor y energía.

Martínez & Gassinski (2022), en su estudio de la eficiencia energética, resaltan que la falta de recursos energéticos con relación al consumo de energías ha aumentado significativamente, de esta manera, la eficiencia energética será algo indispensable para la sociedad, puesto que estará en condiciones de satisfacer las necesidades actuales y futuras. Además, la investigación indica que aplicar programas sobre eficiencia energética, es de gran utilidad para detener los problemas del consumo no razonable de la energía, es por esto, que el sector industrial debe mejorar sus equipos tecnológicos e implementar métodos de gestión energética. Se concluye que la tecnología es un elemento indispensable para mejorar la eficiencia energética y ayuda a proteger el medio ambiente, lo que resulta en una mejora del bienestar social.

En el estudio de Moreno et al. (2023), mencionan que es necesario invertir en investigación y en el desarrollo tecnológico para garantizar la seguridad energética; de esto derivará un notable cambio climático y mejorará la economía. Para esto, se recurrió a una búsqueda de información en artículos científicos y en fuentes secundarias extraídas de páginas confiables. En este sentido, acelerar el cambio energético es el principal paso para la intervención de tecnologías renovables a favor de un buen desarrollo ambiental del país.

2.1.2 Fundamentos teóricos

2.1.2.1 Eficiencia energética

La eficiencia proviene de la capacidad productiva acompañada de creatividad y coordinación, donde se analiza la relación que tiene la ética y la moral, estableciendo un criterio eficiente en los diferentes campos económicos; consiste en gestionar los recursos que estén disponibles con el objetivo de evitar su desgaste (Huerta, 2004). Por lo tanto, se reduce el uso de energía y junto a esto el impacto ambiental que está asociado a la energía.

La eficiencia se relaciona con la cantidad que produce un servicio y la cantidad de energía que se utilizó para poder desarrollarlo. Para tener eficiencia en la producción de un bien o servicio se debe utilizar menos energía. Entonces, la eficiencia garantiza que no exista desperdicio en la utilización de los recursos y que se obtenga el máximo provecho de los recursos (Rivera, 2017). Con esto se asegura tener un mediamente más limpio beneficiándose de la producción que se genere con menos cantidad de energía.

La eficiencia energética es considerada como una solución muy importante dentro de la política porque puede responder a altos costos energéticos y de igual manera amenazas que surgen en los cambios climáticos. Incluir las energías renovables hará que mejore la economía porque existirá un ahorro de muchos millones de dólares, también surgirá fuentes de trabajo, promoverá la innovación tanto a nivel personal como también manufacturas (Hernández, 2017).

2.1.2.1.1 Energía

La energía es una magnitud física que se presenta en diferentes formas; tiene una participación en todos los procesos, donde el cambio de estado se transforma hasta determinar su conservación. Además, la energía es un recurso natural importante en la determinación del desarrollo productivo (Machado & Martínez, 1994). Es necesario el uso de la energía para cualquier actividad o producción realiza por el ser humano.

La energía es la capacidad para desarrollar una actividad: permite realizar una acción, puesto que todo lo que se mueve tiene energía, es decir, se la concibe como una magnitud física que interviene en los procesos de cambio y puede presentarse en diferentes formas; contiene propiedades que hacen que funcionen todas las cosas (Alomá & Malaver, 2007). Por esta razón las energías sostenibles son la base para para disfrutar de un planeta más limpio y evitar el uso de combustión de fósiles.

2.1.2.1.2 Energía eléctrica

La energía eléctrica es aquella energía utilizada en gran cantidad por diferentes sectores como son: industrial, comercial, en los hogares y también en medios de transporte. Se caracteriza por dividirse en energía primaria es la que proviene de la naturaleza, la energía final se refiere a la energía que pasa por procesos de transformación y distribución para ser consumida por los usuarios. Dicha energía proviene del potencial eléctrico de dos puntos determinados, para posteriormente conectarse mediante un transmisor eléctrico. Este contacto produce una corriente eléctrica conocida como electrones para ser consumida (Bustamante et al., 2011).

2.1.2.1.3 Energías renovables

Las energías renovables son recursos que están presentes en la naturaleza para la utilización del ser humano en cualquiera de sus actividades con el fin de obtener un beneficio económico, también ayudan al medio ambiente cuando son energías renovables porque no contaminan en gran cantidad y la calidad de vida del ser humano es más larga (Meza & Saavedra, 2011).

Son energías competitivas hablando económicamente, su renovación es mucho más grande que su uso, su regeneración es natural y también superficial. Esta energía constituye un poder sobre la sociedad por el aumento de los seres humanos, esto genera mayor producción y un desarrollo sostenible adecuada. Es importante señalar que estas energías son poco costosas en su instalación (Alvarado, 2013).

Se refiere a actividades naturales que el hombre tiene la posibilidad de extraer energía para poder elaborar cualquier trabajo y eso genera un beneficio o utilidad, las

renovables como, por ejemplo, el sol es una energía que permite la explotación ilimitada porque la naturaleza constantemente se está regenerando, en cambio las energías no renovables son aquellas que se agotan y tienen una limitada explotación y no se renuevan a corto plazo (Pichs et al., 2011).

2.1.2.1.4 Combustibles fósiles

Son fuentes de energía que es resultado de descomponer de la materia orgánica que proviene de los animales, plantas y microorganismos y su proceso de transformación dura muchos años y se pueden clasificar en: gas natural, carbón y petróleo. La quema de combustibles fósiles se da por el efecto invernadero porque estas fases se acumulan en la atmosfera (Reyes, 1999)

Los combustibles fósiles ocupan el 80% de las actividades actuales como energía primaria, estos combustibles son muy ineficientes y dañinos para en ecosistema, por eso es muy importante implementar medidas que ayuden a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y utilizar más las energías que provienen de la naturaleza porque son más amigables con el medio ambiente (Ferrari, 2013)

2.1.2.1.5 Intensidad energética

La intensidad energética es un indicador que mide la cantidad de energía que necesita un país para obtener el Producto Interno Bruto (PIB), siendo está la medida macroeconómica más indispensable para determinar el estado económico del país. Además, este indicador es generalmente utilizado para determinar la evolución del consumo energético (Ramos & Marrero, 2008).

La intensidad energética (IE) se refiere a un indicador sostenible del crecimiento económico, el cual mide el nivel de desarrollo de la humanidad y el progreso del país. Por ello, este indicador hace relación entre el consumo de energía y el tamaño de la actividad económica, es decir, la cantidad de energía que necesita cada país o región para obtener una unidad de Producto Interno Bruto (PIB) (Ansuategi & Arto, 2004).

2.1.2.1.6 Pérdidas en distribución y transformación de energía

Se define como la pérdida de energía eléctrica producida durante la transmisión y distribución que es realizada dentro de la red, esto debido al calentamiento natural que ocurre en los conductos que son los que transportan a través de las plantas generadoras. Las pérdidas de energía pueden contemplarse como técnicas, aquella se refiere a que existe una cierta parte de energía que no es aprovechada, entonces aquella se pierde en diferentes equipos que forman parte de la distribución y transformación de energía y no técnicas es cuando las empresas producen una cierta cantidad de energía y no toda se vende. Las pérdidas de energía eléctrica representan problemas a las empresas que la distribuyen en cuanto al costo interno y esto genera altas tarifas eléctricas, siendo más difícil el acceso a la electricidad (Livas, 2015).

2.1.2.1.7 Capacidad instalada

Capacidad instalada se refiere a la carga técnica total que resulta de una instalación en una planta de energía. Para obtener una eficiente generación, depende de la capacidad interna que dispone la planta para sostener la producción en un periodo de tiempo. La cantidad de potencia que genera las centrales de energía se las reconoce por la disponibilidad de sus instalaciones. Esta capacidad se mide en unidades de potencia MegaWatts (MW) (López et al., 2016).

2.1.2.1.8 Eficiencia

La eficiencia está relacionada con el control, debido a que es un método para obtener efectos predeterminados mediante procesos sistemáticos y racionales. La eficiencia trabaja a través del control y manejo de los recursos, además utiliza herramientas de observación para garantizar que la acción será efectiva. También la eficiencia es comparativa y, por lo tanto, necesita una visión de cómo funciona el mundo, contra lo que se puede medir o comparar (Alexander, 2009).

La eficiencia tiene efectos teóricos y empíricos directos, lo que quiere decir, que un modelo teórico puede ser aplicado y utilizado empíricamente. En este sentido, la eficiencia puede tener efectos económicos, ambientales, sociales o dimensión política, por lo que, es la culminación de un proceso para posteriormente realizar un análisis de resultados entre los efectos obtenidos y el gasto generado (Piechowiak, 2015).

2.1.2.1.9 Economía de la energía

La ciencia económica en general se ha enfocado en el abordaje de los hábitos de consumo de la población y la disponibilidad de la oferta de determinados bienes o servicios, y es en este caso que la energía no se encuentra exenta de formar parte o ser objeto de análisis por la ciencia económica. El primer aspecto que posibilita una explicación clara del nivel de trascendencia que tiene cada una de las necesidades y satisfactores para el ser humano suponen los niveles de escasez de los distintos bienes y servicios que requiere la sociedad para sostener sus condiciones de vida frente a su demanda. De esta instancia se origina la necesidad de disponer de cada satisfactor, motivo por el cual su apreciación y calidad serán variantes en el tiempo y también adquirirán cierta diferenciación para cada persona, sociedad y momento (García, 2015). Todas estas características deben ser abstraídas teóricamente para identificar las transformaciones que tendrían los hábitos de consumo sobre un recurso que ultimadamente se ha vuelto indispensable para la existencia de la sociedad tal y como la conocemos como es la energía.

Los supuestos económicos sobre los participantes en el mercado de la energía también se han integrado en las TIC, que reúnen a los productores y consumidores de energía económica de nuevas maneras, ejemplificadas por los medidores de energía "inteligentes" que se implementan a gran escala en un gran número de países de todo el mundo (Silvast, 2017). De esta manera el consumo de energía será más controlada y eficiente para los individuos que es necesaria para la vida cotidiana.

La economía circular considera el uso de los recursos naturales renovables (RNR) y de los residuos orgánicos (biomasa) como recurso para crear productos y energía que reemplace a los combustibles fósiles y sus derivados que sean principalmente resultado

de refinación (Carrillo & Torres, 2019). Aquello da paso a un ambiente más sano para la sociedad y genera más producción acompañada de recursos renovables que no contaminan el medio ambiente.

2.1.2.1.9.1 Modelo de crecimiento endógeno

El crecimiento en este modelo endógeno es denominado por el cambio tecnológico, que nace de las decisiones de inversión por parte de los agentes; el tipo de cambio tecnológico por el que atraviesan las economías actualmente considera un elemento fundamental que es el conocimiento, que tiene el objetivo de establecer información acerca de las tecnologías que involucra el modelo de crecimiento (Romer, 1990). Entonces para potenciar el crecimiento económico es factible sostener factores endógenos como innovación tecnología y el conocimiento para aplicarlos positivamente al consumo energético.

El modelo de crecimiento endógeno explica los cambios tecnológicos que se generan en la sociedad, así como también aquellos que se generan por la acumulación del capital, por lo cual es conveniente aplicar políticas que permitan la atracción de inversiones para el desarrollo tecnológico (Benavides, 1997). De esta manera se dará lugar a la implementación de fuentes energéticas para la sociedad con políticas que ayuden a alcanzar una eficiencia energética.

2.1.2.1.9.2 Teoría del cambio tecnológico

El cambio tecnológico es el resultado del producto mediante el proceso de variación y selección. Para desarrollar un plan de producción que sea viable y eficiente tecnológicamente y mejorar la asignación de sus recursos escasos, se debe elegir una técnica óptima para aumentar los beneficios. Entonces, el cambio tecnológico es producto de este proceso de maximización (Gallego, 2003). Por lo tanto, se obtiene energía con menos recursos lo que conlleva a desarrollar nuevas tecnologías para consumir productos de buena calidad.

El cambio tecnológico está relacionado con los recursos naturales y el medio ambiente. A lo largo del tiempo, se ha creado una problemática en el medio ambiente, por lo que

se propone un desarrollo sustentable en el que el objetivo de este desarrollo sea reducir la contaminación (Acemoglu et al., 2014). A lo largo del tiempo las tecnológicas han evolucionado y cada vez son más innovadoras por lo que es importante generar normas para que se prioricen los recursos renovables en dichas tecnologías dando como resultado un ambiente más limpio.

2.1.2.1.9.3 Teoría de las externalidades

Las externalidades son aquellos beneficios o desventajas que recibe la sociedad y el medioambiente resultado de una actividad económica y que no están introducidos en el precio del producto que los ocasiona. Esta teoría adopta a la economía para medir los recursos naturales y ambientales (Martinez, 2004). Existe una externalidad cuando el bienestar de un determinado agente, que puede ser una empresa o un hogar, está ligado con sus actividades y éstas también dependen de las acciones que estén supervisadas por otro agente; las extern(Tietenberg & Lewis, 2018b)as o negativas (Tietenberg & Lewis, 2018b).

2.1.2.1.9.4 Evolución cultural de la energía

La evolución cultural está estrechamente ligada a la energía por su cantidad per cápita, que es utilizada para trabajar. La existencia cultural sobre la producción agrícola se analiza a partir de la invención de la máquina a vapor, que es una herramienta práctica para sacar provecho de la energía, a lo largo del tiempo los antropólogos se han enfatizado en el estudio del cambio cultural basado en la eficiencia de la energía y el desarrollo de la sociedad (Strauss & Rupp, 2016). A medida que pasan los años la sociedad pasa por diferentes cambios y esto hace que su cultura evolucione, por esta razón el papel que juega la energía en este espacio es fundamental para que esta un equilibrio entre la cultura y el consumo energético.

La cultura es una herencia social que está construida por creencias, actitudes y actos. Esto logra un sistema bien organizado y estructurado; se desarrolla dependiendo la cantidad de energía consumida y la eficiencia del medio ambiente (Jaramillo, 2017). Entonces la energía es el principal motor para que se desarrolle las actividades del ser humano.

2.1.2.1.9.5 Crecimiento económico y consumo de energía

El crecimiento económico con respecto al consumo de energético la variación promedio anual a través de la especificación de un modelo de regresión semi logarítmico en el considera mecanismos para que el crecimiento económico se mantenga a pesar de tener recursos energéticos finitos. La producción resulta de los recursos energéticos, lo que ayuda al crecimiento económico y determina el consumo de energía. Además, es importante la presencia de políticas que aporten y respalden al crecimiento y consumo energético (Bartleet & Gounder, 2010). Para que mejore el crecimiento económico de un país esto se debe aumentar la producción utilizando menos a consumir energía esto hará que exista eficiencia de recursos renovables.

Actualmente el crecimiento económico en Ecuador es resultado de la actividad agrícola, del aumento en el uso de recursos, además de procesos de industrialización y urbanización, que son motivo por el que el medio ambiente cada vez se deteriora más. Por esta razón, es necesaria la implementación de políticas donde se permita el equilibrio entre la economía y el medio ambiente (Rentería et al., 2016).

2.1.2.2 Consumo de energías renovables

El consumo de energías renovables es fundamental para el desarrollo humano y económico de un país, su implementación puede resolver problemas como el abastecimiento de energía eléctrica en zonas alejadas; por ejemplo, la energía solar es una opción muy acertada y viable para tratar la demanda de energía en zonas rurales que son difíciles de proporcionar energía eléctrica. Además, inclinarse por energías renovables aumenta la seguridad energética de un país, evitando de esta manera la importación de combustibles (Linares et al., 2023).

Existen diferentes energías renovables, como son:

- Energía eólica
- Energía geotérmica
- Energía solar
- Energía de biomasa

- Energía Biogás
- Energía mareomotriz

Estas fuentes de energías se han implementado al pasar de los años, según las necesidades del ser humano, para que de esta manera se disminuya el uso de combustibles fósiles que son agotables y perjudican al medioambiente.

2.1.2.2.1 Consumo

El consumo es satisfacer las necesidades del individuo, además de una serie de riesgos ya sean individuales o grupales. Por esa razón, es necesario tener un control del consumo energético y realizar un seguimiento político en todos los procesos que van más allá de lo económico, aquello también es importante al momento de crear identidades sociales y desarrollar un estilo de vida (Machado & Martínez, 1994). El consumo de energías renovables es vital para que la sociedad se desarrolle con un ambiente sano incorporando políticas que resguarden aquellas fuentes renovables.

El consumo es parte del ser humano, de tal manera que tiene un impacto en el medio ambiente, porque sufre de cambios climáticos negativos por el mal uso de energías fósiles, que son contaminantes. Por eso es necesario reemplazarlas por energías sustentables y limpias para el medio ambiente, lo que permite que exista eficiencia energética (Carosio, 2008). Por ello se debe tener un consumo responsable de las fuentes de energía para evitar recurrir a energías que sean contaminantes al medio ambiente.

2.1.2.2.2 Hábitos en el consumo de energía

El consumo de energía es un hábito diario para el ser humano, es decir, es una forma de vida, es importante analizar que mientras más consumo de energía exista más cuidado y control se debe tener para la conservación del medio ambiente. Los hábitos del ser humano logran convertirse en un predictor de comportamiento: cómo utilizar el automóvil, hacer compras en el supermercado, ir de viaje, caminar por el parque; todas estas actividades son hábitos que el individuo practica a diario (Maréchal, 2009). Es por esto que todas las actividades costumbres que adquiere el ser humano deben

estar ligadas a la conservación y mejoramiento del medio ambiente junto con el uso de las energías renovables.

Los hábitos se definen como una serie de comportamientos adquiridos y aprendidos de actos que son empleados para alcanzar ciertos objetivos. El ser humano es considerado un ser socialmente creado con diferentes metas, pensamientos, decisiones y costumbres, pero todos poseen hábitos desarrollados en su vida diaria con un determinado fin (Delgado et al., 2017). Aquello da paso a la consolidación de la demanda energética, lo que posteriormente ejerce presión sobre el uso de recursos naturales para proveer este servicio a la sociedad.

2.1.2.2.3 Teoría cognitiva social

La teoría cognitiva social estudia el comportamiento del individuo y cómo se relaciona con otros individuos y con el ambiente. Los procesos cognitivos conllevan a determinar la conducta del ser humano, estos procesos pueden ser creencias religiosas, objetivos, metas, emociones o actitudes. Además, los procesos cognitivos también ayudan a tener auto eficiencia, lo cual crea confianza en cada acción tomada, de tal manera que, si sus resultados son positivos, generan un buen comportamiento en las personas, mientras que, si los resultados son negativos, esto puede obstaculizar el comportamiento deseable de las personas e incluso de la sociedad (Guo et al., 2018). En este sentido, la idea del consumo energético se origina en las características propias de la cognición humana que, junto con la interacción con variables socioeconómicas específicas, condicionan la demanda integral de recursos energéticos de un país.

Los seres humanos suelen evitar aquellas actividades en base a sus mecanismos cognitivos, evaluando sus capacidades o sus competencias. Entonces, la teoría social cognitiva es necesaria para comprender que las personas, a lo largo del tiempo, pueden experimentar y aprender cosas nuevas y adquirir diferentes conductas a través de los estímulos y respuestas de otros seres humanos (Moreno & Blanco, 2016). Es por ello que el consumo energético parte de los comportamientos cognitivos del ser humano que adquiere a lo largo del tiempo dando como resultado que se aproveche más los recursos renovables que ofrece un país.

2.1.2.2.4 Teoría de las prácticas sociales

La teoría de la práctica social se define como un comportamiento rutinario que se basa en una serie de elementos que están relacionados como son: actividades corporales y mentales, además de tener un conocimiento previo. El estudio de las prácticas genera un análisis en el consumo de energía y en establecer ideas políticas que apoyan a reducir el uso de energía en las prácticas diarias del ser humano (Strauss & Rupp, 2016). El ser humano en su vida diaria genera prácticas y comportamientos con la sociedad y el medio ambiente lo que conlleva consumir energía en todas sus actividades.

2.1.2.2.5 Dimensiones del consumo de energía en los hogares

El consumo de energía en los hogares se basa en tres dimensiones: la dimensión temporal, que se refiere al consumo de energía de los individuos en un determinado tiempo, ya sea en un minuto, una hora, un día o un año, estos datos son recopilados en tiempo real; la dimensión del usuario se determina por factores tanto internos como externos, lo que se refiere a los hábitos y conciencia del ser humano por el medio ambiente; además, por otro lado se encuentra la dimensión espacial en el uso de energía, en la que intervienen los hogares como el ámbito de interés más pequeño en el contexto espacial, hasta los distritos residenciales o edificios, que suponen ámbitos analíticos de mayor agregación (Zhou & Yang, 2016). Cada una de estas dimensiones explica como en cada espacio está presente el consumo de energía para realizar cualquier actividad ya sea en un lugar pequeño o grande la energía está en todas partes.

2.1.2.2.6 Cambio climático

Se refiere a una alteración en el clima que puede ser directa o indirectamente causada por el ser humano y esto afecta a la composición de la atmósfera, se da a largo plazo y existen algunos factores para que surja estos cambios como son: la quema de combustibles los cuales producen emisiones de gases en la tierra y esto atrapa el sol causando altas temperaturas (Flores, 2018).

El cambio climático es algo muy complejo y cada vez va evolucionando, todo depende de la sociedad y todos los efectos negativos son causados por el hombre, las decisiones que han tomado generan cambios en el clima que no son muy buenos para el medio ambiente porque se sigue utilizando combustibles fósiles que contaminan en gran cantidad (Díaz, 2012).

2.1.2.2.7 Crecimiento económico

Este concepto se inició con el libro “Teoría crecimiento económico” por Arthur Lewis la cual señala que son los cambios que genera un periodo económico a otro, esto es a largo plazo, se refiere a variaciones cuantitativas lo que hace posible que exista un aumento en el fondo de salarios y de igual manera un crecimiento en los empleos así se fomenta mayor producción. Se mide el crecimiento cuantitativo y cualitativo de las rentas que se genera en un determinado tiempo, se aplica en el sector de las industrias y hoy en día se está incluyendo en el sector tecnológico, existen cuatro maneras de crecimiento económico y estas son crecimiento siempre, acumulación de capital, cambio de estructura en la producción, aplicación de nuevas técnicas (Castillo, 2011).

2.2 Hipótesis

H0: El consumo de energía renovable no se relaciona con la eficiencia energética en la economía ecuatoriana.

H1: El consumo de energía renovable se relaciona con la eficiencia energética en la economía ecuatoriana.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Recolección de la información

Es importante reconocer que el análisis de las variables objeto de estudio contemplan un enfoque analítico agregado, puesto que las estadísticas relacionadas a cada una de las variables describen el comportamiento poblacional de Ecuador durante el periodo propuesto para su análisis. Por ello, en términos prácticos no necesariamente se aborda una población como sujeto de análisis, sino que más bien sería pertinente la consideración del país como unidad de análisis debido a las connotaciones agregadas de las estadísticas que se abordan en esta investigación. Sin embargo, por una motivación expositiva de los conceptos investigativos, se toma en consideración una población claramente identificable, que para el caso supone el total de personas residentes en el Ecuador que de cierta manera utilizan la energía eléctrica para sus actividades cotidianas. Esta población alcanza aproximadamente las 17.510.643 personas, que es el tamaño poblacional de los habitantes del país.

Debido a las implicaciones analíticas expuestas particularmente en lo que concierne a la caracterización de las estadísticas, que son agregadas a nivel de país, no se identifica la necesidad de cuantificar una muestra representativa de la población a la cual se realice el análisis. Esto se considera debido a que las nociones investigativas se enfocan en el abordaje de variables e indicadores descriptivos de la situación energética y económica del país a nivel general, lo que no implica el análisis de fuentes primarias de investigación, puesto que el estudio no requirió desarrollar un análisis de campo. En consecuencia, no es necesario considerar una muestra representativa de la población, puesto que, como se mencionó anteriormente, la información estadística que se presenta y analiza en la investigación describe características agregadas de la población total de Ecuador.

Como fuentes de información estadística que van a ser utilizadas para el abordaje analítico de la presente investigación, se consideran a dos fuentes de orden secundario que son: el perfil regional energético puesto a disposición por la (Comisión Económica

para América Latina y el Caribe, 2023) y los indicadores socioeconómicos del Banco Mundial (2023). Los detalles de la composición de cada una de estas fuentes se describen de la siguiente manera:

Perfil regional energético de la CEPAL: Esta fuente de información estadística del ámbito energético en América Latina y el Caribe dispone de información de un total de 21 indicadores al respecto clasificados en tres áreas específicas como acceso a la energía eléctrica, energías renovables y eficiencia energética. De esta fuente de información se extrajo las estadísticas referentes a cinco indicadores: intensidad energética del PIB, pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico, proporción de las pérdidas del sector eléctrico sobre la oferta total de energía eléctrica, capacidad instalada para producir energía eléctrica por tipo de fuente, proporción de la capacidad instalada para producir energía eléctrica por tipo de fuente en 2020 y la proporción y la población sin acceso a electricidad, según área geográfica.

Indicadores Socioeconómicos del Banco Mundial: esta base de información cuantitativa referente al ámbito energético, social y económico de Ecuador y el mundo dispone de una amplia diversidad de indicadores referente a varias áreas analíticas del orden social a nivel mundial. Estos indicadores se clasifican en función a un total de 20 áreas analíticas, de las cuales se destaca los indicadores de cambio climático en donde figuran estadísticas referentes al consumo de energía procedente de combustibles fósiles, que es un indicador descriptivo del consumo de energía renovable y se analiza en la investigación.

3.2 Tratamiento de la información

Primeramente, se estructuró una base de datos depurada con las estadísticas referentes a cada uno de los indicadores y variables objeto de estudio. Esta base se estructuró a partir de una ficha de observación indirecta en la cual se dispuso como filas a las observaciones de cada año analizar y como columnas a la clasificación de las distintas variables e indicadores contemplados en las tablas de operacionalización descritas posteriormente (véase tablas 1 y 2). Con esto, se pudo presentar tablas de series temporales y gráficos similares en los que se evidencia la evolución integral de las

variables e indicadores que cuantifican el consumo de energía y la eficiencia energética de Ecuador a lo largo del período 1990 – 2021. A continuación, se detallan los procedimientos metodológicos incurridos para el desarrollo pleno de cada uno de los objetivos específicos que se plantearon para la realización de la investigación propuesta.

Para describir la evolución de la eficiencia energética de la economía ecuatoriana a lo largo del período 1990 – 2021, se contempló el análisis de tres indicadores de la eficiencia energética: intensidad energética del PIB, pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico y la proporción de las pérdidas del sector eléctrico sobre la oferta total de energía eléctrica. Se estructuraron tablas de series temporales en las que se clasificó las estadísticas de cada año en las filas de la tabla y a los valores de los indicadores y sus variaciones porcentuales como columnas. También se estimó la variación promedio registrada por cada uno de los indicadores expuestos de forma integral durante el periodo analizado, para lo cual se especificó un modelo de regresión semi logarítmico en el que se consideró como variable dependiente el logaritmo natural de la variable o indicador a analizarse y como independiente una tendencia temporal de escritura de los años estudiados. Finalmente, se realizó una discusión de los resultados comparándolos con hallazgos obtenidos por investigaciones que eventualmente hicieron análisis sobre los distintos indicadores o variables que se consideraron para la realización de esta investigación.

Para examinar el consumo de energías renovables en Ecuador a lo largo del período 1990 – 2021, se realizó un análisis descriptivo de un conjunto de cuatro indicadores y variables que fueron: consumo de energía proveniente de combustibles fósiles (% del total), capacidad instalada para producir energía eléctrica por tipo de fuente, proporción de la capacidad instalada para producir energía eléctrica por tipo de fuente en 2020 y la proporción de la población sin acceso a electricidad, según área geográfica. Se presentaron tablas de series temporales y gráficos de estas características, en los cuales se dispuso la información de cada año analizado en las filas de las tablas y en las columnas a las denominaciones de la variable o indicador y sus variaciones anuales. Se estimó también la variación promedio anual por medio de la linealidad de un modelo de regresión semi logarítmico en el que se consideró como

variable dependiente al logaritmo natural de la variable o indicador objeto de estudio y como independiente a una tendencia temporal clasificada a partir de los años que conforman el período de estudio. Finalmente, se desarrolló una discusión de los resultados comparándolos con hallazgos obtenidos por investigaciones que hayan abordado alguno de los indicadores mencionados o alguna de las variables que se analizan en la investigación.

Para relacionar la eficiencia energética con el consumo de energías renovables de la economía ecuatoriana durante el período 1990 – 2021, se aplicó un modelo de regresión integrado explicativo de la eficiencia energética en relación con el consumo de energías renovables y un grupo de 3 variables que fungieron como controles de la regresión, las cuales fueron la densidad poblacional, las importaciones de bienes de tecnologías de la información y la comunicación y la industrialización medida como porcentaje del valor agregado industrial del PIB.

Antes de especificar la regresión, se contempló la aplicación del contraste de raíz unitaria de Dickey – Fuller Aumentado (ADF), para lo cual fue necesario identificar si las series siguen una tendencia estocástica o determinística a lo largo del tiempo, lo que permitió identificar la variante adecuada del contraste mencionado para evaluar la estacionariedad de las variables objeto de análisis. En caso de encontrarse que una variable o indicador mantiene una tendencia estocástica, es decir, oscilante a largo plazo, se tomó en cuenta la aplicación del contraste ADF con una constante o deriva. Por otro lado, de haberse encontrado que una variable o indicador sigue una tendencia determinística en el tiempo, es decir, una evolución con un patrón funcional determinado, se contempló la aplicación del contraste ADF en su versión con una constante y tendencia determinística.

Después de aplicar la variante correcta del contraste ADF, se evaluó la estacionariedad de las series a partir del estadístico y del valor crítico resultante del test mencionado, el cual determina como hipótesis nula la existencia de raíz unitaria o no estacionariedad. En aquellos casos en los que se concluya la existencia de raíz unitaria en las series, se estimaron las primeras diferencias de la variable o indicador, y de persistir esta condición, se optó por estimar nuevamente las diferencias de las ya

calculadas hasta que evidencien estacionalidad. Posteriormente, se especificó un modelo de regresión lineal múltiple como se describió según lo expuesto con las versiones estacionarias de las variables contempladas en la regresión. La ecuación del modelo a estimarse es la siguiente:

$$EE_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 CER_t + \hat{\beta}_2 POB_t + \hat{\beta}_3 IT_t + \hat{\beta}_4 IND_t + \varepsilon_t$$

Donde:

EE_t = Eficiencia energética (pérdidas en la distribución y transformación),

CER_t = Consumo de energía renovable,

POB_t = Densidad poblacional,

IT_t = Importación de bienes de tecnologías de la información y la comunicación,

IND_t = Industrialización (porcentaje del valor agregado industrial del PIB),

$\hat{\beta}_j$ = Estimadores,

ε_t = Error de estimación.

Se obtuvieron los valores p correspondientes a cada uno de los coeficientes de las variables explicativas consideradas en el modelo de regresión, para con ello contrastar la hipótesis de estudio que apoya que “el consumo de energía renovable se relaciona con la eficiencia energética en la economía ecuatoriana”. En caso de registrarse un valor p significativo al 5% del coeficiente de la regresora consumo de energía renovable se contempla el rechazo de la hipótesis nula y la aceptación del alterna que supone la expresión mencionada anteriormente.

Se evaluó también la validez del modelo de regresión a partir de la aplicación de los contrastes de 1) especificación de RESET de Ramsey, para identificar si la forma funcional del modelo de regresión es la adecuada, 2) de heterocedasticidad de Breusch – Peagan, que muestra si la varianza de los errores es heterocedástica, 3) el contraste de autocorrelación de Breusch – Godfrey, que muestra si los errores están serialmente correlacionados y 4) el contraste de normalidad de los residuos, que permite identificar si los errores siguen una distribución normal y si la inferencia estadística derivada de

la regresión se sujetan a los preceptos del Teorema del Límite Central (TLC). En caso de evidenciarse la presencia de heterocedasticidad o autocorrelación, se consideró la estimación de los errores de estándar robustos de Huber, Eicker y White o los errores de estándar de Autocorrelación y Heterocedasticidad (HAC) en caso respectivamente.

3.3 Operacionalización de las variables

3.3.1 Variable dependiente

Tabla 1

Operacionalización de la variable dependiente: Eficiencia energética

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas de recolección
Cantidad que produce un servicio y la cantidad de energía que se utilizó para poder desarrollarlo.	Energía	Intensidad energética del PIB de Ecuador durante el período 1990 - 2021	¿Cómo varió la intensidad energética del PIB de Ecuador durante el período 1990 - 2021?	Observación de datos estadísticos
Para tener eficiencia en la producción de un bien o servicio se debe utilizar menos energía. Entonces, la eficiencia garantiza que no exista desperdicio en la utilización de los recursos y que se obtenga el máximo provecho de los recursos.	Eficiencia	Pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico en Ecuador a lo largo del período 1990 - 2021	¿Cuál fue la evolución experimentada por las pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico en Ecuador a lo largo del período 1990 - 2021?	Observación de datos estadísticos
		Proporción de las pérdidas del sector eléctrico sobre la oferta total de energía eléctrica en Ecuador a lo largo del período 1990 - 2021	¿Cómo evolucionó la proporción de las pérdidas del sector eléctrico sobre la oferta total de energía eléctrica en Ecuador a lo largo del período 1990 - 2021?	Observación de datos estadísticos

Nota. Elaboración propia.

3.3.2 Variable independiente

Tabla 2

Operacionalización de la variable independiente: Consumo de energías renovables

Categoría	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas de recolección
El consumo de energías renovables es fundamental para el desarrollo humano y económico de un país, su implementación puede resolver problemas como el abastecimiento de energía eléctrica en zonas alejadas. Inclinar por energías renovables aumenta la seguridad energética de un país, evitando de esta manera la importación de combustibles	Capacidad instalada	Capacidad instalada para producir energía eléctrica por tipo de fuente a lo largo del período 1990 - 2021	¿Qué cambios experimentó la capacidad instalada para producir energía eléctrica por tipo de fuente a lo largo del período 1990 - 2021?	Observación de datos estadísticos
		Proporción de la capacidad instalada para producir energía eléctrica por tipo de fuente en 2021	¿Cuál fue la proporción de la capacidad instalada en gigavatios en relación con el tipo de generación de energía eléctrica en el año 2021?	Observación de datos estadísticos
	Consumo	Consumo de energía procedente de combustibles fósiles en el período 1990 - 2021	¿Cuál fue el cambio del consumo de energía procedente de combustibles fósiles en el período 1990 - 2021?	Observación de datos estadísticos
		Proporción de la población sin acceso a electricidad, según área geográfica en Ecuador a lo largo del período 1990 - 2021	¿Cómo evolucionó la proporción de la población sin acceso a electricidad, según área geográfica en Ecuador a lo largo del período 1990 - 2021?	Observación de datos estadísticos

Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Resultados y discusión

En resultados y discusión se presenta un análisis descriptivo de los diferentes indicadores que miden las variables objeto de estudio que en este caso analítico suponen el consumo de energías renovables y la eficiencia energética en Ecuador. Para esto se analizó la variación de las variables e indicadores durante todo el periodo 1990 - 2021 con el ánimo de identificar patrones conductuales de las series que denoten dinámicas específicas favorables o desfavorables para el correcto desenvolvimiento de la economía y de la sociedad ecuatoriana. Con los resultados que deriven del análisis descrito, se pretende dar cumplimiento a los primeros dos objetivos específicos planteados para la realización del estudio que consisten en describir la evolución de la eficiencia energética de la economía ecuatoriana a lo largo del período 1990 – 2021 y examinar el consumo de energías renovables en Ecuador a lo largo de los años indicados. Para dicho efecto, el presente apartado se divide en dos subtemas que son la evolución de la eficiencia energética y el consumo de energías renovables, los cuales disponen de un desarrollo analítico del alcance descriptivo y que se detallan a continuación.

4.1.1 Evolución de la eficiencia energética

En el sub-acápite de evolución de la eficiencia energética se presentan los distintos indicadores que tienen como función principal cuantificar la eficiencia en la generación y distribución de la energía en Ecuador. En este sentido, se desarrolla un análisis de alcance descriptivo mediante el cual se propone una discusión de los resultados concebidos en el ejercicio investigativo propuesto en el apartado metodológico de la presente investigación. Con esto se da cumplimiento al primer objetivo específico planteado que consiste en describir la evolución de la eficiencia energética de la economía ecuatoriana a lo largo del período 1990 – 2021. En una primera instancia, se presenta el indicador de intensidad energética del PIB en Ecuador a lo largo del período de 1990 - 2021, para posteriormente describir las pérdidas en la

distribución, transformación y en términos generales ocasionados en los procesos de generación y distribución energética a nivel nacional. Adicionalmente, se presenta la representatividad de la población sin acceso al servicio de energía eléctrica como aproximación de la eficiencia en la prestación del servicio en el país.

Tabla 3

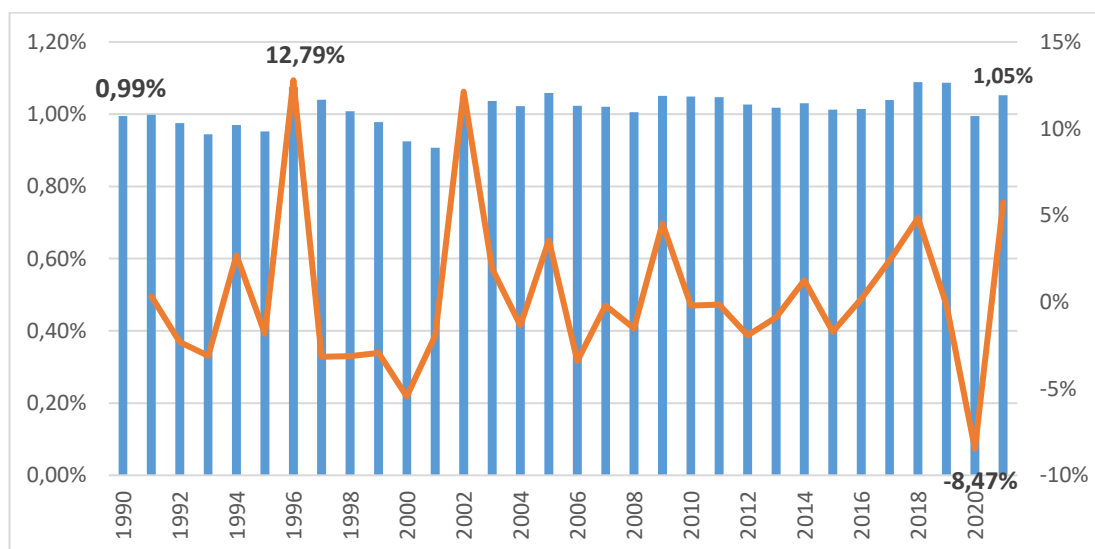
Intensidad energética del PIB de Ecuador durante el período 1990 - 2021

Año	Intensidad energética del PIB (porcentajes del PIB)	Variación porcentual de la intensidad energética del PIB (porcentajes del PIB)	Año	Intensidad energética del PIB (porcentajes del PIB)	Variación porcentual de la intensidad energética del PIB (porcentajes del PIB)
1990	0,99%		2007	1,02%	-0,20%
1991	1,00%	0,33%	2008	1,01%	-1,51%
1992	0,97%	-2,32%	2009	1,05%	4,52%
1993	0,94%	-3,10%	2010	1,05%	-0,21%
1994	0,97%	2,69%	2011	1,05%	-0,16%
1995	0,95%	-1,82%	2012	1,03%	-1,93%
1996	1,07%	12,79%	2013	1,02%	-0,88%
1997	1,04%	-3,16%	2014	1,03%	1,26%
1998	1,01%	-3,12%	2015	1,01%	-1,72%
1999	0,98%	-2,94%	2016	1,01%	0,19%
2000	0,92%	-5,45%	2017	1,04%	2,37%
2001	0,91%	-1,94%	2018	1,09%	4,84%
2002	1,02%	12,13%	2019	1,09%	-0,16%
2003	1,04%	1,92%	2020	1,00%	-8,47%
2004	1,02%	-1,34%	2021	1,05%	5,74%
2005	1,06%	3,56%		Promedio:	1,01%
2006	1,02%	-3,41%		Variación promedio:	0,24%

Nota. Elaboración propia con base en la información de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2023).

Gráfico 1

Intensidad energética del PIB de Ecuador durante el período 1990 - 2021



Nota. Elaboración propia con base en la información de la CEPAL (2023).

Es reconocible que la intensidad energética del PIB o uso de la misma se incrementó a lo largo del período 1990 – 2021, lo que podría intuir también una intensificación del consumo energético en concomitancia con el crecimiento de la economía nacional. Aquello se considera al haberse identificado un aumento del indicador de un 0,24% promedio anual, puesto que pasó de registrar un valor de 0,99% en 1990 a un valor de 1,05% en 2021, además cabe señalar que en determinados años se presentó mayor consumo energético como es en 2005 y 2019 con valores de 1,06% y 1,09% respectivamente. Estos resultados muestran la correspondencia que tendría el crecimiento económico y poblacional con el uso de la energía en términos generales, lo que conlleva a un aumento en la eficiencia energética que, al pasar de los años, aporta al cuidado ambiental y al crecimiento económico del país, puesto que, como mencionan Macas & Macas (2023) y Vallejo (2017), el crecimiento económico de Ecuador ha supuesto una consecuente mayor presión en la intensidad del uso de la energía.

Tabla 4

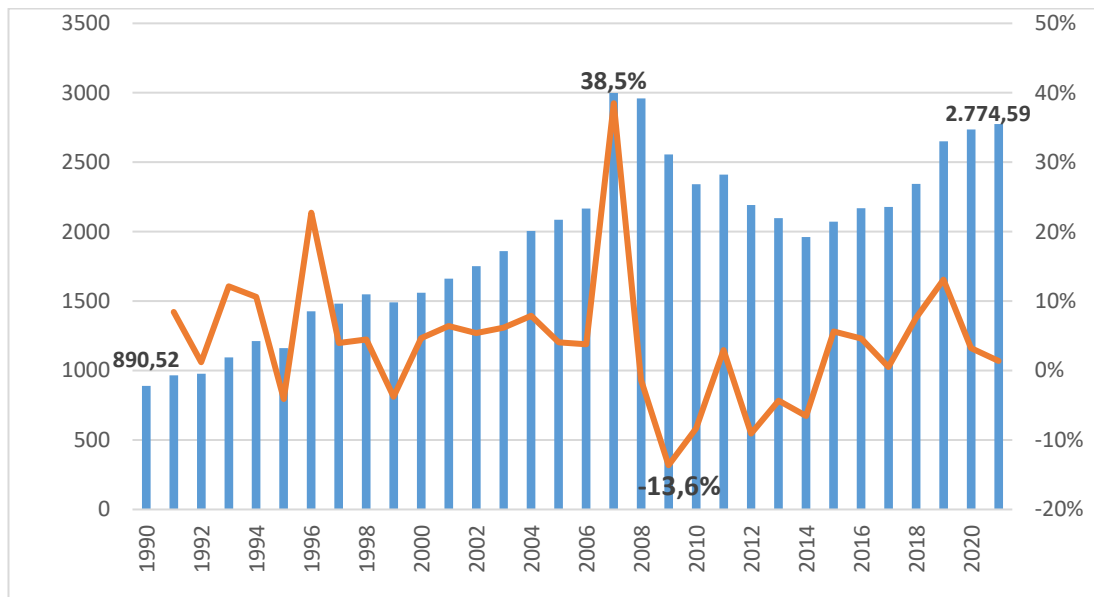
Pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico (equivalencia en miles de barriles equivalentes de petróleo)

Año	Pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico	Variación porcentual de las pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico	Año	Pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico	Variación porcentual de las pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico
1990	890,52		2007	2.999,68	38,5%
1991	965,53	8,4%	2008	2.959,21	-1,3%
1992	977,29	1,2%	2009	2.555,78	-13,6%
1993	1.095,63	12,1%	2010	2.342,59	-8,3%
1994	1.211,79	10,6%	2011	2.411,85	3,0%
1995	1.162,08	-4,1%	2012	2.192,94	-9,1%
1996	1.426,30	22,7%	2013	2.098,05	-4,3%
1997	1.483,19	4,0%	2014	1.961,19	-6,5%
1998	1.549,69	4,5%	2015	2.072,05	5,7%
1999	1.491,45	-3,8%	2016	2.168,09	4,6%
2000	1.561,08	4,7%	2017	2.178,80	0,5%
2001	1.661,18	6,4%	2018	2.344,07	7,6%
2002	1.751,22	5,4%	2019	2.650,92	13,1%
2003	1.859,21	6,2%	2020	2.736,57	3,2%
2004	2.005,68	7,9%	2021	2.774,59	1,4%
2005	2.086,76	4,0%		Promedio:	1,931
2006	2.165,89	3,8%		Variación promedio:	3,2%

Nota. Elaboración propia con base en la información de la CEPAL (2023).

Gráfico 2

Pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico (equivalencia en miles de barriles equivalentes de petróleo)



Nota. Elaboración propia con base en la información de la CEPAL (2023).

Se observa que las pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico tuvo un incremento en el periodo 1990 - 2021, lo que quiere decir que la eficiencia energética se redujo en estos años. Esto se refleja en un aumento del indicador de un 3,2% promedio anual, es por ello que en el año 1990 hubo pérdidas energéticas en un valor de 890,52 miles de barriles equivalentes de petróleo en comparación con el año 2021 que registró 2.774,59 miles de barriles equivalentes en petróleo. Como resultado se determina que el sector eléctrico disminuyó su eficiencia en la distribución de la energía a nivel nacional, lo que puede asociarse a la expansión del servicio consecuente con una intensificación del uso de la energía, como se puede observar en la tabla 3 y gráfico 1.

Los resultados obtenidos son consistentes con los hallazgos de otros estudios relacionados al tema de intensificación del consumo de energía como es el caso de (Jacobo et al., 2016), quienes evidenciaron que los procesos de intensificación energética han generado una afectación considerable sobre la eficiencia en el uso de la energía en la industria de las naciones, circunstancia que está comprometiendo cada vez más la sostenibilidad ambiental.

Tabla 5

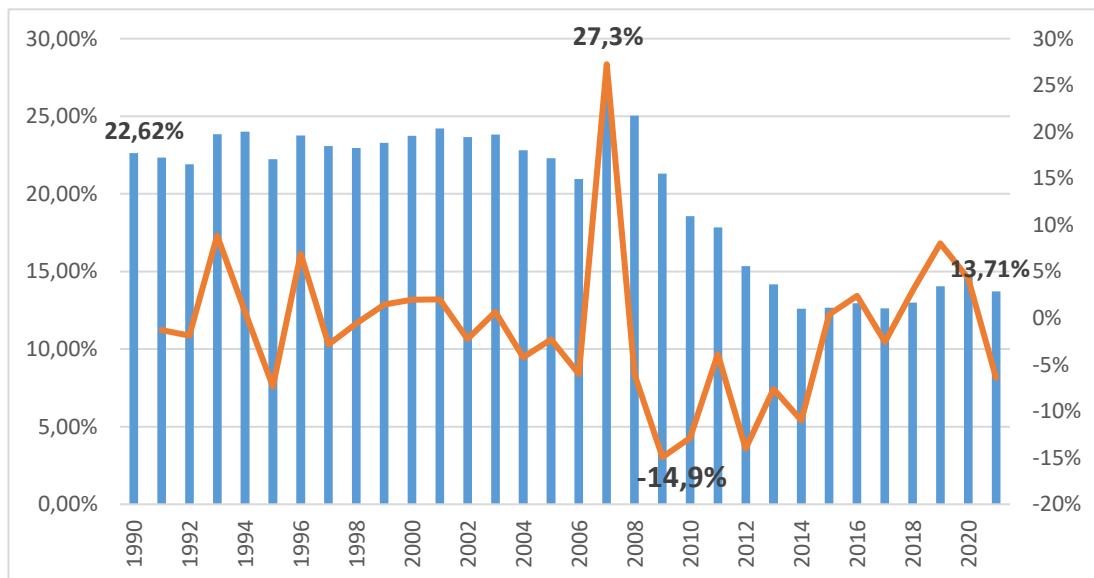
Proporción de las pérdidas del sector eléctrico sobre la oferta total de energía eléctrica (porcentaje)

Año	Proporción de las pérdidas del sector eléctrico sobre la oferta total de energía eléctrica (porcentaje)	Variación porcentual de la proporción de las pérdidas del sector eléctrico (porcentaje)	Año	Proporción de las pérdidas del sector eléctrico sobre la oferta total de energía eléctrica (porcentaje)	Variación porcentual de la proporción de las pérdidas del sector eléctrico (porcentaje)
1990	22,62%		2007	26,66%	27,3%
1991	22,33%	-1,3%	2008	25,04%	-6,1%
1992	21,90%	-1,9%	2009	21,30%	-14,9%
1993	23,84%	8,9%	2010	18,56%	-12,9%
1994	24,00%	0,7%	2011	17,84%	-3,9%
1995	22,24%	-7,3%	2012	15,34%	-14,0%
1996	23,77%	6,9%	2013	14,17%	-7,6%
1997	23,09%	-2,9%	2014	12,61%	-11,0%
1998	22,95%	-0,6%	2015	12,66%	0,4%
1999	23,28%	1,4%	2016	12,96%	2,4%
2000	23,74%	2,0%	2017	12,63%	-2,6%
2001	24,21%	2,0%	2018	13,00%	2,9%
2002	23,66%	-2,3%	2019	14,04%	8,0%
2003	23,82%	0,6%	2020	14,65%	4,3%
2004	22,81%	-4,2%	2021	13,71%	-6,4%
2005	22,29%	-2,3%			
2006	20,95%	-6,0%			
				Promedio:	19,90%
				Variación promedio:	-2,2%

Nota. Elaboración propia con base en la información de la CEPAL (2023).

Gráfico 3

Proporción de las pérdidas del sector eléctrico sobre la oferta total de energía eléctrica (porcentaje)



Nota. Elaboración propia con base en la información de la CEPAL (2023).

Las pérdidas del sector eléctrico sobre la oferta total de energía eléctrica reflejan una disminución en el periodo 1990 – 2021, por lo que la eficiencia energética representa una reducción en dicho periodo. Como se puede observar existe una disminución del indicador de un -2,2% promedio anual, por esta razón en el año 1990 hubo un valor de 22,62% con respecto al año 2021 que se registró 13,71%. Como resultado, el sector eléctrico redujo su eficiencia por consecuencia de sus pérdidas en energía eléctrica. Frente a esto, es imperativo provisionar la demanda energética con el propósito de mantener un equilibrio dinámico entre la demanda y su generación, por este motivo es que, conocer con antelación los hábitos conductuales de la población en materia de consumo energético, es trascendental para direccionar los esfuerzos de la sociedad para mantener procesos de generación energética sostenibles y amigables con el medioambiente (Arjona, 2016). En este sentido, es necesario tener un control permanente de los cambios evidenciables en las industrias que puedan requerir transformaciones en la matriz energética existente en un sistema económico determinado.

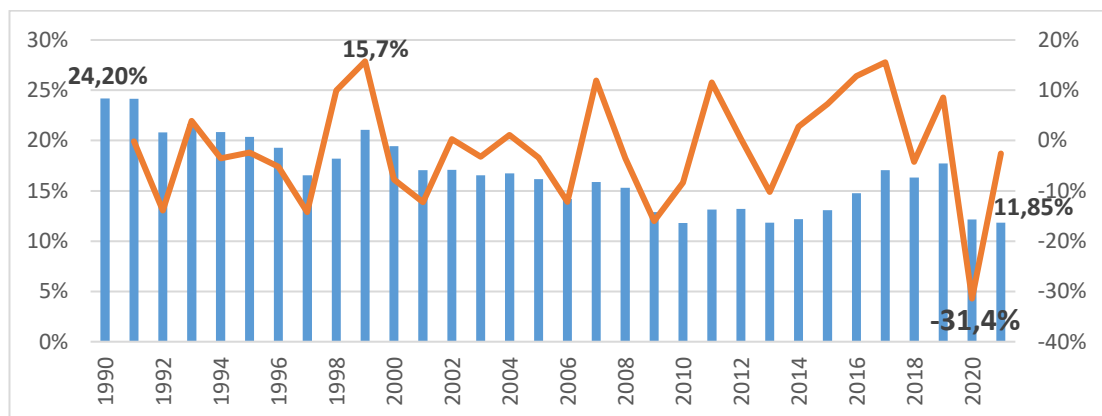
4.1.2 Consumo de energías renovables

En el sub-acápito consumo de energías renovables se realiza una descripción de los distintos indicadores que cuantifican la segunda variable de investigación que se acabó de mencionar. En este sentido, se realizó una discusión de los resultados comparando los hallazgos con las aportaciones realizadas por investigaciones precedentes efectuadas sobre la variable e indicadores analizados. A partir de lo descrito se busca dar cumplimiento al segundo objetivo específico planteado en la investigación que consiste en examinar el consumo de energías renovables en Ecuador a lo largo del período 1990 – 2021. En primer lugar, se presentan las estadísticas asociables del consumo de energía renovable en el Ecuador en dicho período, para posteriormente evaluar el consumo de combustibles fósiles, la capacidad instalada en el país para la generación de energía tanto en términos energéticos como porcentuales y la proporción de la población que no cuenta con un acceso al servicio eléctrico a nivel nacional. Cada uno de los indicadores mencionados se presentan a continuación con sus respectivos análisis.

Tabla 6*Consumo de energía renovable*

Año	Consumo de energía renovable	Variación porcentual del consumo de energía renovable	Año	Consumo de energía renovable	Variación porcentual del consumo de energía renovable
1990	24,20%		2007	15,88%	11,9%
1991	24,16%	-0,1%	2008	15,32%	-3,5%
1992	20,80%	-13,9%	2009	12,87%	-16,0%
1993	21,62%	3,9%	2010	11,79%	-8,4%
1994	20,85%	-3,5%	2011	13,15%	11,5%
1995	20,35%	-2,4%	2012	13,20%	0,4%
1996	19,29%	-5,2%	2013	11,85%	-10,2%
1997	16,54%	-14,2%	2014	12,18%	2,8%
1998	18,19%	10,0%	2015	13,07%	7,3%
1999	21,06%	15,7%	2016	14,75%	12,9%
2000	19,43%	-7,7%	2017	17,05%	15,6%
2001	17,05%	-12,2%	2018	16,33%	-4,2%
2002	17,10%	0,3%	2019	17,73%	8,6%
2003	16,55%	-3,2%	2020	12,16%	-31,4%
2004	16,73%	1,1%	2021	11,85%	-2,6%
2005	16,16%	-3,4%			
2006	14,19%	-12,2%			
				Promedio:	16,67%
				Variación promedio:	-1,8%

Nota. Elaboración propia con base en la información del (*Banco Mundial*, 2023)

Gráfico 4*Consumo de energía renovable*

Nota. Elaboración propia con base en la información del (*Banco Mundial*, 2023)

Se observa que el consumo de energías renovables, en el periodo 1990 - 2021, ha sido utilizado como fuente de energía para llevar a cabo procesos productivos por parte de las industrias, lo cual en el año 1990 se registró un valor de 24,20% de consumo de energías renovables, siendo el año en el que más se incrementó el uso de dicha energía en comparación con el año 2021 con un porcentaje de 11,85%. Por esta razón al existir más consumo de energías renovables se incrementa la eficiencia energética provocando un bienestar social y medioambiental. El consumo de energías renovables es un tema que cada vez es más aceptable en la sociedad por sus efectos positivos que trae el uso de las mismas como es mejor la calidad de vida de los habitantes de la región (Cortés & Arango, 2017).

Tabla 7

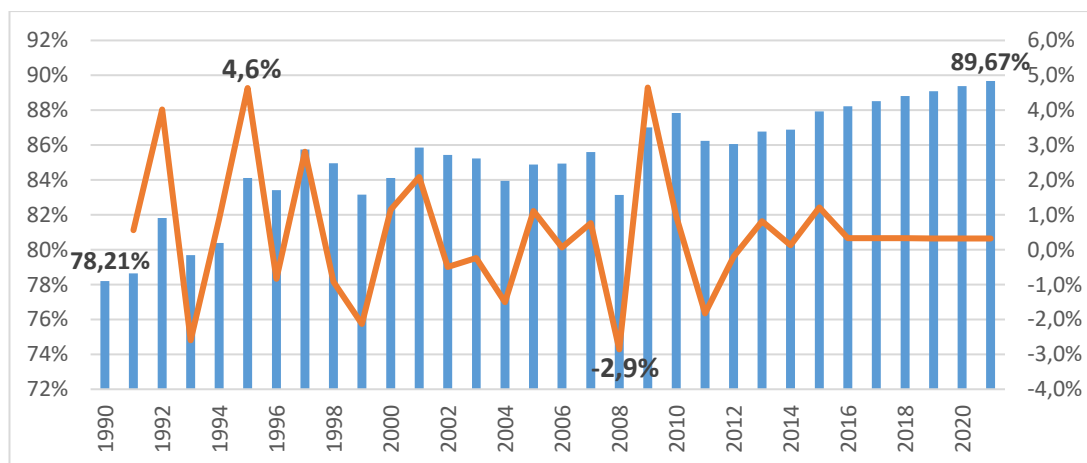
Consumo de combustibles fósiles

Año	Consumo de combustibles fósiles	Variación porcentual del consumo de combustibles fósiles	Año	Consumo de combustibles fósiles	Variación porcentual del consumo de combustibles fósiles
1990	78,21%		2007	85,59%	0,8%
1991	78,65%	0,6%	2008	83,15%	-2,9%
1992	81,81%	4,0%	2009	87,02%	4,6%
1993	79,68%	-2,6%	2010	87,85%	1,0%
1994	80,39%	0,9%	2011	86,24%	-1,8%
1995	84,11%	4,6%	2012	86,07%	-0,2%
1996	83,41%	-0,8%	2013	86,77%	0,8%
1997	85,75%	2,8%	2014	86,88%	0,1%
1998	84,97%	-0,9%	2015	87,93%	1,2%
1999	83,16%	-2,1%	2016	88,22%	0,3%
2000	84,11%	1,1%	2017	88,51%	0,3%
2001	85,86%	2,1%	2018	88,80%	0,3%
2002	85,44%	-0,5%	2019	89,09%	0,3%
2003	85,24%	-0,2%	2020	89,38%	0,3%
2004	83,96%	-1,5%	2021	89,67%	0,3%
2005	84,89%	1,1%		Promedio:	85,18%
2006	84,94%	0,1%		Variación promedio:	0,34%

Nota. Elaboración propia con base en la información del (*Banco Mundial, 2023*)

Gráfico 5

Consumo de combustibles fósiles



Nota. Elaboración propia con base en la información del (*Banco Mundial, 2023*)

El consumo de combustibles fósiles como se observa en la tabla 8 se ha utilizado significativamente, como se refleja en el periodo 1990-2021 este consumo ha incrementado el indicador con un valor de 0,34% del promedio anual. Señalando los años más representativos, en 1990 hubo un valor de consumo de combustibles fósiles del 78,21%, para el año 2021 registro un valor de 89,67%. Dicho esto, el consumo de combustibles fósiles en los últimos años se ha incrementado por lo que ha generado consecuencias negativas al medioambiente. El incremento en el uso de combustibles

fósiles hace que en el país carezca de un ambiente sano, lo que permite dar más importancia a fuentes renovables que son amigables para el ecosistema y al ser humano.

Tabla 8

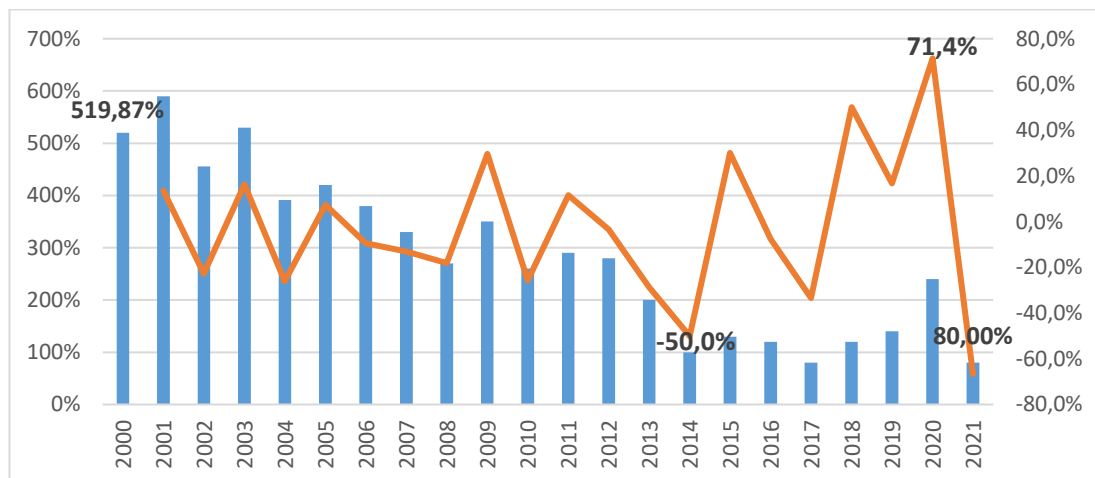
Proporción de la población sin acceso a la electricidad, según área geográfica

Año	Proporción de la población sin acceso a electricidad, según área geográfica	Variación porcentual de la proporción de la población sin acceso a electricidad, según área geográfica
2000	5,20%	
2001	5,90%	13,5%
2002	4,55%	-22,8%
2003	5,30%	16,4%
2004	3,91%	-26,2%
2005	4,20%	7,3%
2006	3,80%	-9,5%
2007	3,30%	-13,2%
2008	2,70%	-18,2%
2009	3,50%	29,6%
2010	2,60%	-25,7%
2011	2,90%	11,5%
2012	2,80%	-3,4%
2013	2,00%	-28,6%
2014	1,00%	-50,0%
2015	1,30%	30,0%
2016	1,20%	-7,7%
2017	0,80%	-33,3%
2018	1,20%	50,0%
2019	1,40%	16,7%
2020	2,40%	71,4%
2021	0,80%	-66,7%
Promedio:		2,85%
Variación promedio:		-8,65%

Nota. Elaboración propia con base en la información de la CEPAL (2023).

Gráfico 6

Proporción de la población sin acceso a la electricidad, según área geográfica



Nota. Elaboración propia con base en la información de la CEPAL (2023).

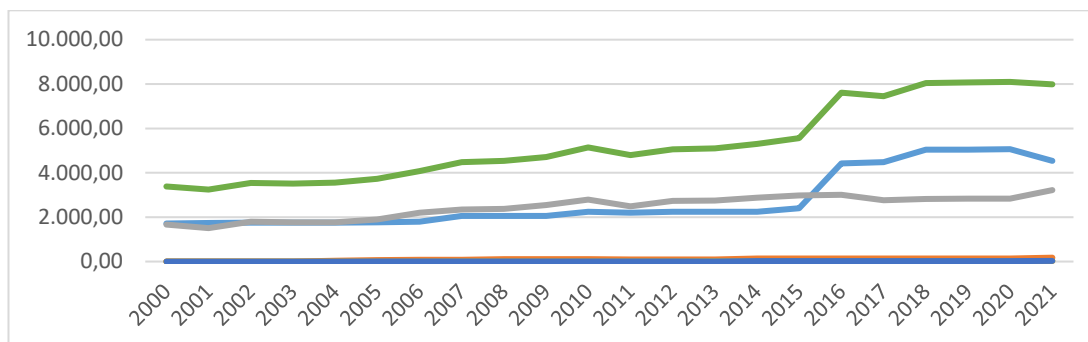
La población sin acceso a la electricidad en el periodo 1990-2021 se ha incrementado como se muestra en tabla 8 cada uno de sus datos en los respectivos años de estudio reflejando un valor en el indicador de -8,65% promedio anual. Se observa que en el año 1990 su valor de acceso a la electricidad fue de 5,20%, en comparación con el año 2021 que su acceso se redujo notablemente al 0,80%. También en el grafico 6 se puede notar como en ciertos años este indicador tiene mayor porcentaje como se señala en el año 2020. Es por ello que genera un problema en la sociedad porque al no tener acceso a la electricidad se limitan a realizar múltiples actividades que son necesarias en la vida cotidiana. Además, tener un acceso a energía es vital para el crecimiento económico.

Tabla 9

Capacidad instalada para producir energía eléctrica por tipo de fuente

Año	Capacidad instalada de energía hidroeléctrica en megavatios	Capacidad instalada de energía térmica renovable en megavatios	Capacidad instalada de energía térmica no renovable en megavatios	Capacidad instalada de energía eólica en megavatios	Capacidad instalada de energía solar en megavatios	Capacidad instalada total	Variación porcentual de la capacidad instalada
2000	1.714,62	0,00	1.666,46	0,00	0,00	3.381,08	
2001	1.737,82	0,00	1.506,26	0,00	0,00	3.244,08	-4,05%
2002	1.745,81	0,00	1.794,78	0,00	0,00	3.540,59	9,14%
2003	1.745,93	0,00	1.773,15	0,00	0,00	3.519,08	-0,61%
2004	1.745,84	35,00	1.774,28	0,00	0,00	3.555,12	1,02%
2005	1.763,54	64,80	1.898,05	0,00	0,02	3.726,40	4,82%
2006	1.800,73	73,80	2.195,47	0,00	0,02	4.070,01	9,22%
2007	2.057,08	73,80	2.345,10	2,40	0,02	4.478,40	10,03%
2008	2.056,33	106,80	2.378,25	2,40	0,02	4.543,81	1,46%
2009	2.059,25	106,80	2.544,70	2,40	0,02	4.713,17	3,73%
2010	2.242,42	101,30	2.791,55	2,40	0,02	5.137,68	9,01%
2011	2.207,17	93,40	2.492,67	2,40	0,04	4.795,68	-6,66%
2012	2.236,62	93,40	2.730,44	2,40	0,08	5.062,94	5,57%
2013	2.236,62	93,40	2.749,96	18,90	3,90	5.102,78	0,79%
2014	2.240,77	136,40	2.874,39	21,15	26,41	5.299,12	3,85%
2015	2.401,52	136,40	2.972,41	21,15	25,54	5.557,02	4,87%
2016	4.418,18	138,16	3.003,80	21,15	26,48	7.607,77	36,90%
2017	4.486,41	142,90	2.769,11	21,15	26,48	7.446,05	-2,13%
2018	5.036,43	142,90	2.820,89	21,15	27,63	8.049,00	8,10%
2019	5.046,63	142,90	2.835,39	21,15	27,63	8.073,70	0,31%
2020	5.064,16	142,90	2.840,30	21,15	27,63	8.096,14	0,28%
2021	4.537,53	174,12	3.220,06	24,15	28,21	7.984,07	-1,38%
Promedio:	2.753,70	90,87	2.453,52	9,34	10,01	5.317,44	
Variación promedio:	5,70%	153,46%	3,19%	156,21%	139,35%	4,74%	

Nota. Elaboración propia con base en la información de la CEPAL (2023).

Gráfico 7*Capacidad instalada para producir energía eléctrica por tipo de fuente*

Nota. Elaboración propia con base en la información de la CEPAL (2023).

La capacidad instalada para producir energía por tipo de fuente como son: energía hidroeléctrica, térmica renovable y no renovable, eólica, solar, se puede observar en la tabla 9 que su capacidad instalada total en el periodo 2000-2021 se redujo, siendo así que en el año 2000 hubo un valor de -4,05%, en cambio para el año 2021 existió una disminución de la capacidad instala de -1,38%. El aumento del consumo energético documentado es consecuente con un aumento de la capacidad instalada, indica que, al menos lo que compete a la provisión de este servicio, el Estado ecuatoriano ha tenido la capacidad de suplir la creciente demanda de este tipo de recursos.

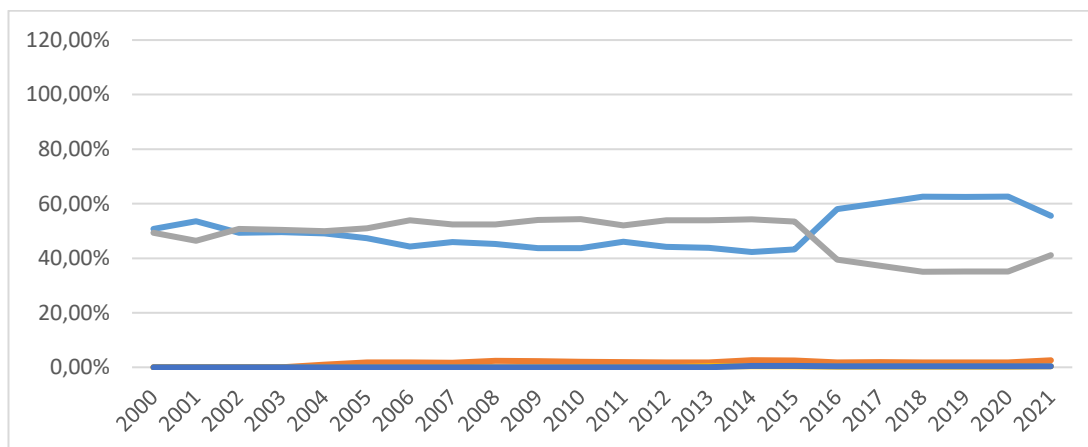
Tabla 10*Proporción de la capacidad instalada para producir energía por tipo de fuente*

Año	Proporción de la capacidad instalada de energía hidroeléctrica	Proporción de la capacidad instalada de energía térmica renovable	Proporción de la capacidad instalada de energía térmica no renovable	Proporción de la capacidad instalada de energía eólica	Proporción de la capacidad instalada de energía solar
2000	50,71%	0,0%	49,3%	0,00%	0,00%
2001	53,57%	0,0%	46,4%	0,00%	0,00%
2002	49,31%	0,0%	50,7%	0,00%	0,00%
2003	49,61%	0,0%	50,4%	0,00%	0,00%
2004	49,11%	1,0%	49,9%	0,00%	0,00%
2005	47,33%	1,7%	50,9%	0,00%	0,00%
2006	44,24%	1,8%	53,9%	0,00%	0,00%
2007	45,93%	1,6%	52,4%	0,05%	0,00%
2008	45,26%	2,4%	52,3%	0,05%	0,00%
2009	43,69%	2,3%	54,0%	0,05%	0,00%
2010	43,65%	2,0%	54,3%	0,05%	0,00%
2011	46,02%	1,9%	52,0%	0,05%	0,00%
2012	44,18%	1,8%	53,9%	0,05%	0,00%
2013	43,83%	1,8%	53,9%	0,37%	0,08%
2014	42,29%	2,6%	54,2%	0,40%	0,50%
2015	43,22%	2,5%	53,5%	0,38%	0,46%
2016	58,07%	1,8%	39,5%	0,28%	0,35%
2017	60,25%	1,9%	37,2%	0,28%	0,36%
2018	62,57%	1,8%	35,0%	0,26%	0,34%
2019	62,51%	1,8%	35,1%	0,26%	0,34%
2020	62,55%	1,8%	35,1%	0,26%	0,34%
2021	55,60%	2,6%	41,1%	0,35%	0,39%
Promedio:	50,2%	1,59%	48,0%	0,14%	0,14%
Variación promedio:	0,93%	7,7%	-1,54%	1010,36%	22867,48%

Nota. Elaboración propia con base en la información de la CEPAL (2023).

Gráfico 8

Proporción de la capacidad instalada para producir energía por tipo de fuente



Nota. Elaboración propia con base en la información de la CEPAL (2023).

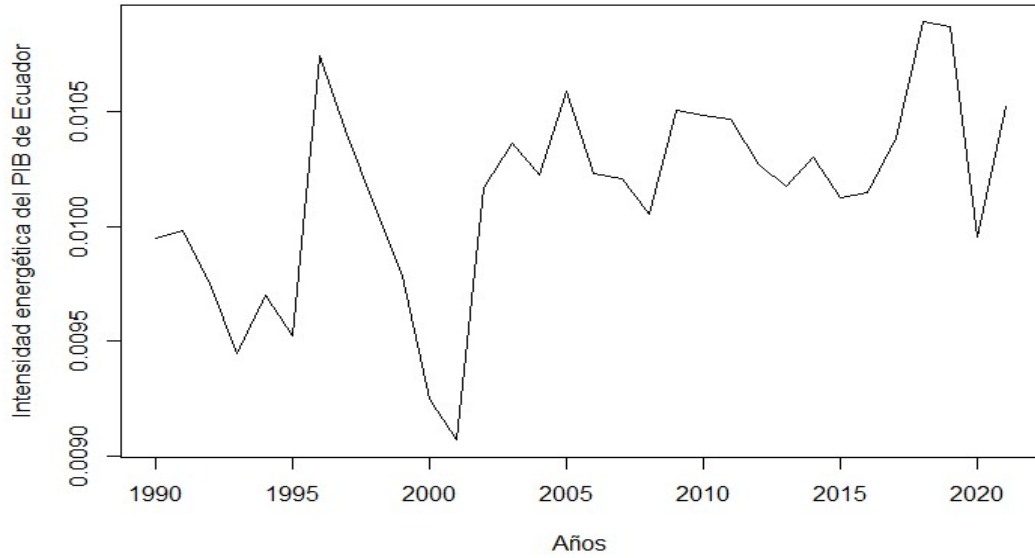
La proporción de la capacidad instalada para producir energía por tipo de fuente como son: energía hidroeléctrica, térmica renovable y no renovable, eólica, solar, se puede observar en la tabla 10 que en el periodo 2000-2021 existió un aumento de la proporción de la capacidad instalada lo que da lugar a la aplicación de energías renovables, especialmente a la energía hidroeléctrica, eólica y solar. Como lo mencionan Vesga et al (2015) en su investigación implementar fuentes de energías renovables trae consigo beneficios ambientales y además ahorro de combustibles que lo largo del tiempo solo generaría más costes en producción y mantenimiento.

4.2 Verificación de hipótesis

En este apartado se desarrolla el procedimiento metodológico concerniente a dar cumplimiento al tercer objetivo específico de relacionar la eficiencia energética con el consumo de energías renovables de la economía ecuatoriana durante el período 1990 – 2021. En consecuencia y en una primera instancia se realizó un análisis de la tendencia a largo plazo evidenciable por las variables señaladas en la especificación del modelo de regresión integrado propuesto con el fin de identificar la variante del contraste ADF pertinente para analizar la estacionalidad de las variables. Posteriormente, se analizó los coeficientes del modelo de regresión mencionado para comprobar las hipótesis de investigación que se detallan en el apartado 2.2 de la presente investigación.

Gráfico 9

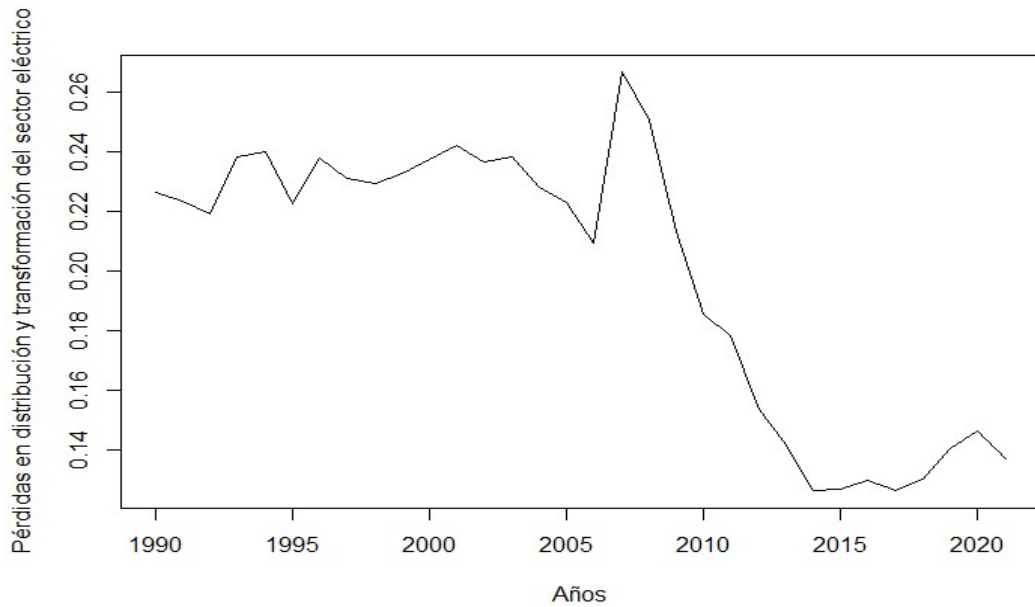
Evolución temporal de la variable intensidad energética del PIB de Ecuador



Nota. Elaboración propia

Gráfico 10

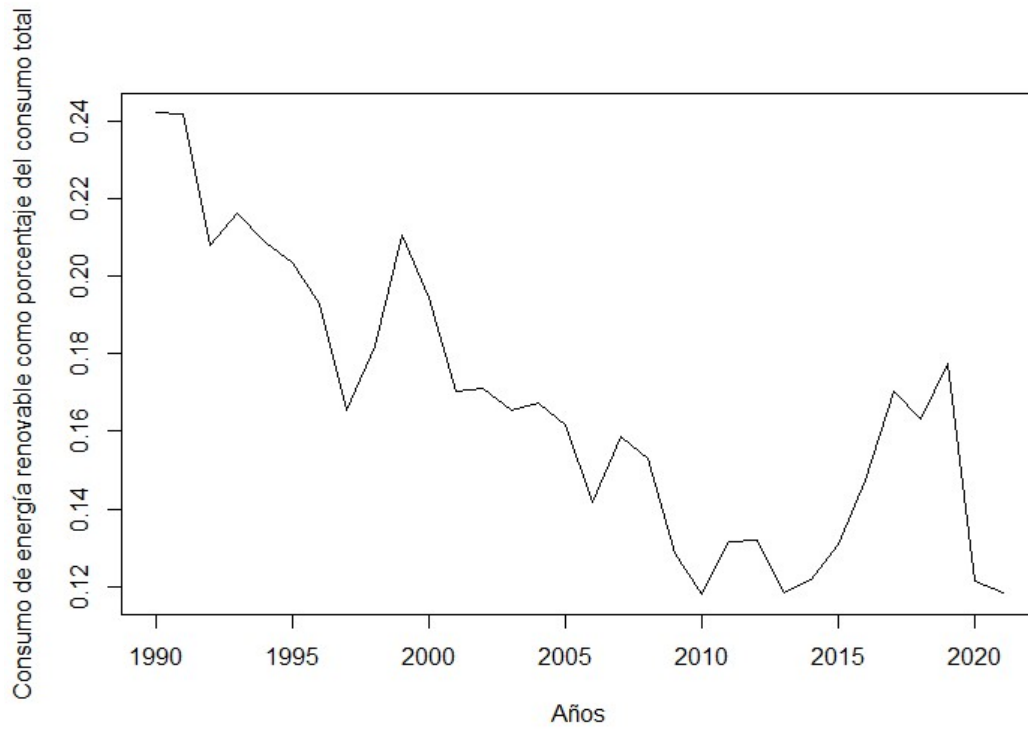
Evolución temporal de la variable pérdidas en distribución y transformación del sector eléctrico



Nota. Elaboración propia

Gráfico 11

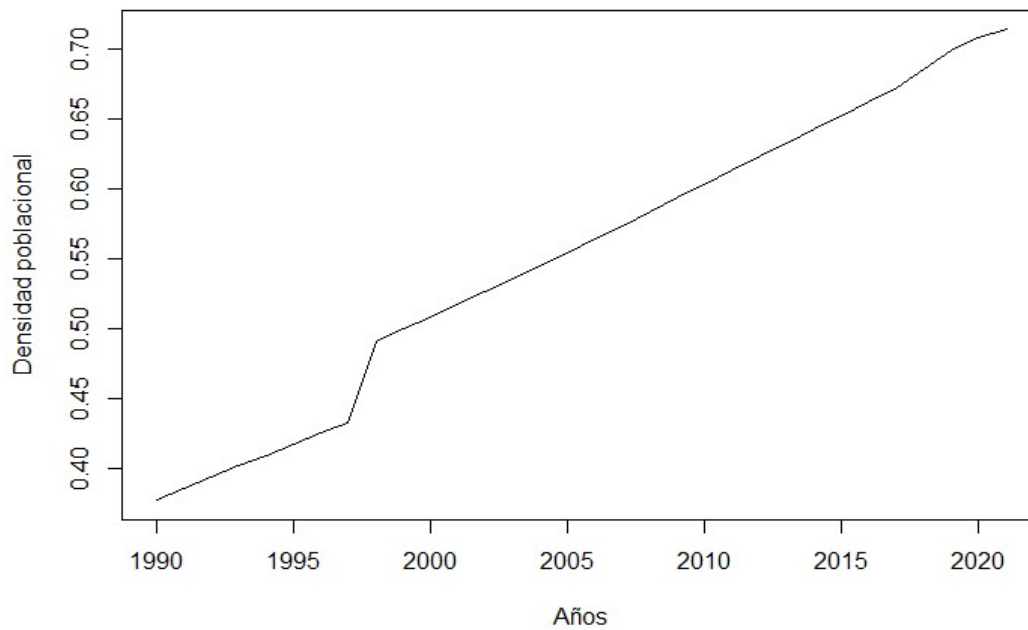
Evolución temporal de la variable consumo de energías renovables



Nota. Elaboración propia

Gráfico 12

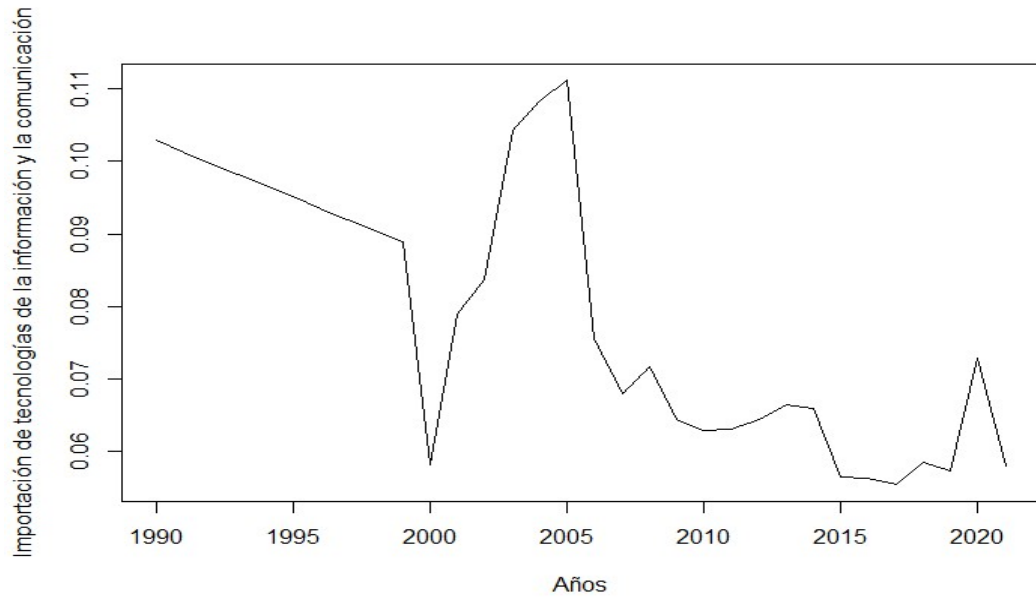
Evolución temporal de la variable densidad poblacional



Nota. Elaboración propia

Gráfico 13

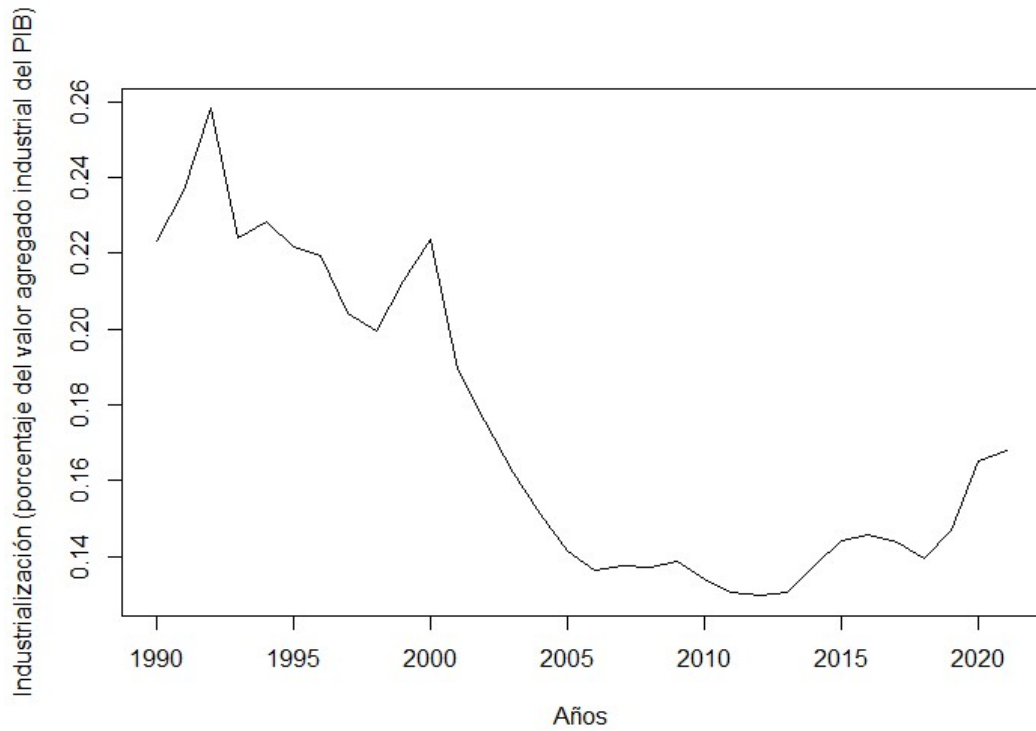
Evolución temporal de la variable importación de bienes de tecnología de la información y comunicación



Nota. Elaboración propia

Gráfico 14

Evolución temporal de la variable industrialización



Nota. Elaboración propia

Se evidencia que la totalidad de variables analizadas presentaron una tendencia estocástica a lo largo del período 1990 - 2021 a excepción de la intensidad energética del PIB. En lo que respecta a las pérdidas energéticas, consumo de energías renovables, importación de bienes de tecnologías de la información y la comunicación, industrialización y la intensidad energética del PIB, éstas muestran una tendencia cambiante a largo plazo que debe asumirse como la existencia de una tendencia estocástica. Por otro lado, la densidad de la población mantiene una tendencia constante y expansiva durante los años objeto de estudio, de lo que se identifica la existencia de una tendencia determinística. En este sentido, se contempla la necesidad de analizar la estacionariedad del primer grupo de las variables mencionadas a través del contraste ADF en su versión con constante, mientras que, en el caso de la última variable indicada, ésta debe analizarse con la variante con constante y tendencia del test ADF. Los resultados del contraste descrito como se demuestra en la tabla 11 a continuación.

Tabla 11

Resultados del contraste ADF para las variables objeto de análisis

Contraste	Pérdidas energéticas			Consumo de energías renovables		
	Estadístico Tau	Valor crítico	Conclusión	Estadístico Tau	Valor crítico	Conclusión
Con constante	-0,9424	-2,93	No estacionaria	-2,3113	-2,93	No estacionaria
	Primeras diferencias					
Sin constante	-2,9928	-1,95	Estacionaria	-2,83	-1,95	Estacionaria
	Importación de bienes de tecnologías de la información y la comunicación			Densidad Población		
Contraste	Estadístico Tau	Valor crítico	Conclusión	Estadístico Tau	Valor crítico	Conclusión
Con constante	-1,45	-2,93	No estacionaria	-	-	-
Con constante y tendencia	-	-	-	3,7849	-2,93	No estacionaria
	Primeras diferencias					
Sin constante	-3,46	-1,95	Estacionaria	-2,59	-2,93	No estacionaria
	Segundas diferencias					
	-	-	-	-5,28	-1,95	Estacionaria
	Industrialización			Intensidad		
Contraste	Estadístico Tau	Valor crítico	Conclusión	Estadístico Tau	Valor crítico	Conclusión
Con constante	-5,3655	-2,93	Estacionaria	-3,2199	-2,93	Estacionaria

Nota. Elaboración propia con base en el anexo 1.

Los resultados del contraste ADF muestran que las variables: pérdidas energéticas, consumo de energías renovables e importación de bienes de tecnologías de la información y la comunicación fueron estacionarias en sus primeras diferencias, es decir, que son variables integradas de orden 1. Esto se considera al registrarse estadísticos del contraste ADF (estadísticos Tau) menores que sus valores críticos en

las primeras diferencias de las variables mencionadas. Por otro lado, las variables industrialización e intensidad mostraron estacionalidad en sus versiones sin diferencias, puesto que registraron valores del estadístico del contraste ADF menores que sus valores críticos en el orden de integración 0. Finalmente, es apreciable que la variable densidad poblacional registró un estadístico inferior a su valor crítico en las segundas diferencias de ésta, por lo tanto, se infiere que la variable descrita es integrada de orden 2. Debido a que el orden máximo de integración registrado por las variables analizadas es de 2, se considera el criterio de MENDELEY CITATION PLACEHOLDER 0 para analizar un modelo de regresión de series temporales, mediante lo cual se aplicó la estimación de las segundas diferencias para todas las variables objeto de estudio (Yusuf, 2015).

El modelo de regresión a evaluarse se expresa a partir de la siguiente ecuación matemática:

$$EE_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 CER_t + \hat{\beta}_2 POB_t + \hat{\beta}_3 IT_t + \hat{\beta}_4 IND_t + \varepsilon_t$$

Donde:

EE_t = Eficiencia energética (pérdidas en la distribución y transformación),

CER_t = Consumo de energía renovable,

POB_t = Densidad poblacional,

IT_t = Importación de bienes de tecnologías de la información y la comunicación,

IND_t = Industrialización (porcentaje del valor agregado industrial del PIB),

$\hat{\beta}_j$ = Estimadores,

ε_t = Error de estimación.

Los resultados derivados de la especificación descrita se presentan en la tabla 12, a partir de los cuales se comprueban las hipótesis de investigación. Adicionalmente, se desarrolla un análisis de la validez de los resultados obtenidos del modelo de regresión

a través de la aplicación de varios contrastes para evaluar la forma funcional de la especificación, la presencia de heterocedasticidad y autocorrelación.

Tabla 12

Resultados del modelo de regresión integrado explicativo de la eficiencia energética en función del consumo de energías renovables

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	-0,00016427	0,00349483	-0,0470	0,96288	
d_d_CER	0,38801861	0,16835191	2,3048	0,02976	**
d_d_IT	0,80492352	0,39786809	2,0231	0,05388	*
d_d_IND	0,09056943	0,21509966	0,4211	0,67731	
d_d_POB	0,27915211	2,91128485	0,0959	0,92438	
R_sq:	0,3383		R_sq_ajd:	0,2324	
Contraste de especificación de Reset de Ramsey					
Estadísticos:	F = 3,0648	df1: 2	df2: 23	Valor p:	0,06608
Contraste de heterocedasticidad de Breusch - Pagan					
Estadísticos:	BP = 145,53	df: 4		Valor p:	2,2e-16
Contraste de autocorrelación de Breusch - Godfrey					
Estadísticos:	LM = 14,013	df: 10		Valor p:	0,1724

Nota. Elaboración propia con base en el anexo 2.

Es reconocible que la variable consumo de energía renovable (CER) tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre la eficiencia de la energía expresada a través de la variable pérdidas energéticas. Esta afirmación se la realiza al evidenciarse que por cada punto porcentual que se incrementa la representatividad del consumo de energía renovable, las pérdidas energéticas se incrementan en 0,3880 barriles de petróleo (equivalencia de las pérdidas energéticas en términos de barriles), esto con un valor p significativo al 5%, cuya apreciación fue de 0,0298. Con este resultado se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna que sostiene que “el consumo de energía renovable se relaciona con la eficiencia energética en la economía ecuatoriana”. Los resultados que se presentan indican los costos intrínsecos al aumento de la oferta energética que se generan a partir del uso de energías renovables, lo que muestra también que el consumo de dichas fuentes energéticas no necesariamente implica una mayor eficiencia, y que este tipo de fuentes pueden tener los mismos problemas operativos que los orígenes no renovables de energía.

Se aprecia que la variable importación de bienes de tecnologías de la información y la comunicación (IT) podría tener un efecto positivo sobre la eficiencia de la energía representada partir de las pérdidas energéticas, aunque tal incidencia no registró un efecto significativo. Aquello se contempla al encontrarse que por cada punto porcentual que se incrementa la importación de bienes de tecnologías de la información y comunicación, que es una variable proxy de la agregación tecnológica, las pérdidas energéticas se incrementan en 0,804 barriles de petróleo. Su valor p no fue significativo al 5%, el cual fue de 0,0539, con lo cual no se rechaza la hipótesis nula de que la regresora mencionada no incide sobre la variable dependiente objeto de análisis. Este resultado, a pesar de no ser significativo, muestra la naturaleza del consumo energético en Ecuador, dado que una mayor asimilación (importación) tecnológica incrementa el consumo de energía y consecuentemente las pérdidas en su distribución y transformación.

Es apreciable también un efecto positivo y no significativo de la dinámica de industrialización de la economía ecuatoriana (IND) sobre las pérdidas en la distribución y transformación de energía. Esto se considera al haberse identificado que por cada punto porcentual que se incrementa la representatividad del valor agregado industrial en el PIB nacional, las pérdidas en la distribución y transformación de energía se incrementan en 0,0916 barriles de petróleo, esto con un valor p no significativo al 5%, el cual fue de 0,6773, resultado con el que no se rechaza la hipótesis nula de que la variable independiente no incide sobre la dependiente. En este sentido, un mayor aparataje industrial en el territorio ecuatoriano es consecuente con un mayor consumo de energía, lo que implica también mayores pérdidas en la distribución y transformación energética.

La población muestra un efecto positivo y no significativo sobre la eficiencia de la energía representada a través de las pérdidas energéticas en su distribución transformación. Esto se reconoce al registrarse que por cada habitante por kilómetro cuadrado adicional que se incrementa la población ecuatoriana, las pérdidas en la distribución y transformación de energía se incrementan en 0,2792 barriles de petróleo. El efecto registró un valor p no significativo al 5%, el cual fue de 0,9244, con lo cual no se rechaza la hipótesis nula de que la densidad poblacional no incide sobre la

eficiencia energética. Esta variable una vez más muestra la correspondencia que tiene el consumo energético y la eficiencia con la que se presta el servicio, puesto que una mayor población ejerce una mayor presión sobre la prestación de servicios energéticos.

Se determina que la forma funcional del modelo de regresión se expresa correctamente a través de una relación lineal, lo cual no requiere que se eleve al cuadrado ni al cubo a ninguna de las variables explicativas para reflejar de mejor manera la correspondencia existente de las variables objeto de análisis. Aquello se considera al haberse identificado que el valor p del estadístico del contraste de RESET de Ramsey fue no significativo al 5%, valor que fue de 0,0661, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de que la especificación es la correcta.

Se registró la presencia de heterocedasticidad en el modelo de regresión, lo que indicaría la pertinencia de estimar los errores de estándar robustos de Huber, Eicker y White. Aquello se considera al encontrarse un valor p del estadístico del contraste de heterocedasticidad de Breusch – Pagan significativo al 5%, apreciación que fue de $2,2e-16$, valor con el que se rechaza la hipótesis nula de ausencia de heterocedasticidad y se concluye la existencia de esta condición en las observaciones contempladas en el análisis del modelo de regresión abordado.

Se descartó la presencia de autocorrelación en el modelo de regresión, lo que implica que no existe la necesidad de estimar los errores de estándar Consistentes a Autocorrelación y Heterocedasticidad (HAC). Esto se considera al haberse apreciado un valor p del estadístico del contraste de autocorrelación de Breusch – Godfrey no significativo al 5%, valor que fue de 0,1724, entonces no se rechaza la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación en el modelo de regresión analizado.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

- Se puede determinar que la evolución de la eficiencia energética en la economía se redujo durante el período analizado, puesto que se observó que las pérdidas en la distribución y transformación del sector eléctrico experimentaron un aumento durante los años analizados. Esto puede asociarse a la expansión del servicio de energía eléctrica, el cual es consecuente con una intensificación de su consumo, puesto que la intensidad energética del PIB o uso de la misma se incrementó a lo largo del período 1990 – 2021, lo que podría intuir también una intensificación del consumo energético en concomitancia con el crecimiento de la economía nacional. En consecuencia, se intuye que estos procesos podrían haber generado una afectación considerable sobre la eficiencia en el uso de la energía en la industria de las naciones, circunstancia que está comprometiendo cada vez más la sostenibilidad ambiental. Finalmente, los resultados muestran la correspondencia que tendría el crecimiento económico y poblacional con el uso de la energía en términos generales.
- El consumo de energías renovables en Ecuador experimentó una disminución a lo largo de los años de objeto de estudio, lo cual deriva de un incremento del consumo de combustibles fósiles asociable al aumento del parque automotor. Consecuentemente, se infiere que el consumo de energías renovables ha sido utilizado como fuente de energía para llevar a cabo procesos productivos por parte de las industrias, debido a su correspondencia con el ciclo económico. El aumento del consumo energético documentado es consecuente con un aumento de la capacidad instalada, lo que indica que, al menos en lo que compete a la provisión de este servicio, el Estado ecuatoriano ha tenido la capacidad de suplir la creciente demanda de este tipo de recursos.

- Los resultados determinaron la existencia de relación entre la eficiencia energética y el consumo de energías renovables, siendo su efecto positivo y estadísticamente significativo. Con la variable pérdidas energéticas, que obtuvo un valor significativo de 0,0298, se logró evidenciar que, mientras exista un incremento de la variable, también crecerá el consumo de energías renovables.

5.2 Limitaciones del estudio

En el presente apartado se expresa las limitaciones que presentó este proyecto de investigación, por ejemplo, la falta de datos estadísticos en el periodo 1990 - 1999 del indicador de capacidad instalada por tipo de fuentes consumidas en el Ecuador, lo mismo se considera para el caso del indicador de proporción de la población sin acceso a electricidad. Por esta razón, para llevar a cabo el modelo y obtener los resultados de este estudio, se optó por tomar en cuenta el periodo 2000 - 2021 en el que sí se registró datos en la página web contemplada como fuente de información para la realización del estudio que fueron los boletines estadísticos puestos a disposición por el BCE.

5.3 Futuras líneas de investigación

Existe algunas futuras temáticas de investigación que podrían realizarse con relación a la eficiencia energética y el consumo de energías renovables. Por ejemplo, la relación entre la eficiencia energética en el sector industrial y su crecimiento económico, analizando el nivel de eficiencia y su efecto económico sobre el sector. Además, se puede analizar como otra línea de investigación a la eficiencia energética y la evolución de las emisiones de CO₂ solamente como un estudio de alcance descriptivo. También es posible el estudio de la relación entre la eficiencia energética y los hábitos de consumo de energía en los hogares, incluyendo el uso de recursos como una variable de interacción entre los criterios descritos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L., & Hémous, D. (2012). The environment and directed technical change. In *American Economic Review* (Vol. 102, Issue 1, pp. 131–166). <https://doi.org/10.1257/aer.102.1.131>
- Acemoglu, D., Aghion, P., & Hémous, D. (2014). The environment and directed technical change in a North-South model. *Oxford Review of Economic Policy*, 30(3), 513–530. <https://doi.org/10.1257/aer.102.1.131>
- Alexander, J. (2009). The Concept of Efficiency: An Historical Analysis. In *Philosophy of Technology and Engineering Sciences* (pp. 1007–1030). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-51667-1.50041-0>
- Alomá, E., & Malaver, M. (2007). Análisis de los conceptos de energía, calor, trabajo y el teorema de Carnot en textos universitarios de termodinámica (Vol. 25, Issue 3). <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v25-n3-aloma-malaver/1610>
- Alvarado, N. (2013). Energías renovables en acorde con el medio ambiente. *Instituto Geológico Minero y Metalúrgico*. http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2013_Guevara_Alvarado_GEO6-O6.pdf
- Ansuategi, A., & Arto, I. (2004). La evolución de la intensidad energética de la industria vasca entre 1982 y 2001: Un análisis de descomposición (Vol. 4, Issue 7). <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/6496/il2003-07.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arjona, A. (2016). Alternativas para satisfacer la demanda eléctrica española. Tesis de grado, Universidad de Sevilla.
- Banco Mundial*. (2023).

- Bartleet, M., & Gounder, R. (2010). Energy consumption and economic growth in New Zealand: Results of trivariate and multivariate models. *Energy Policy*, 38(7), 3508–3517. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.02.025>
- Benavides, Ó. (1997). Teoría del crecimiento endógeno. Economía política y matemática. *Cuadernos de Economía*, 16, 46–67.
- Bhattacharyya, S. C. (2011). Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance.
- Bustamante, E., Quintana, Á., & Castro, M. (2011). Las dimensiones de la calidad del servicio en el proceso de distribución y comercialización de energía eléctrica. In *Contaduría y Administración* (Vol. 57, Issue 3). <https://www.scielo.org.mx/pdf/cya/v57n3/v57n3a8.pdf>
- Cantos, J., & Balsalobre, D. (2011). Las energías renovables en la Curva de Kuznets Ambiental: Una aplicación para España. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30120840017>
- Caraballo, M., & García, J. (2017). Energías renovables y desarrollo económico. *Un análisis para España y las grandes economías europeas*. 571–609. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ete/v84n335/2448-718X-ete-84-335-00571.pdf>
- Carosio, A. (2008). El género del consumo en la sociedad de consumo. <https://www.scielo.org.mx/pdf/laven/v3n27/v3n27a6.pdf>
- Carrillo, G., & Torres, L. (2019). Biorrefinerías y economía circular. <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/1643>
- Castillo, P. (2011). Política económica: crecimiento económico, desarrollo económico, desarrollo sostenible. <http://www.revistainternacionaldelmundoeconomicoydelderecho.net/wp-content/uploads/RIMED-Política-económica.pdf>

- Cerdá, E., André, F., & De Castro, L. (2012). Las energías renovables en el ámbito internacional. *Cuadernos Económicos de ICE*, 83.
<https://doi.org/10.32796/cice.2012.83.6031>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2023). *América Latina y el Caribe: perfil regional energético*.
<https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/perfil-regional.html?theme=4&lang=es>
- Cortés, S., & Arango, A. (2017). Energías renovables en Colombia: una aproximación desde la economía. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(38), 375–390. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151354939007>
- Cuvi, N. (2011). El proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair y la gobernanza energética en la Amazonía ecuatoriana. www.earthhour.org
- Delgado, P., Guevara, J., Abad, J., Jaramillo, J., & Carlozama, J. (2017). Identificación de los factores que influyen en los hábitos de consumo de energía asociados al nivel cultural de los habitantes del sector Fortín de la ciudad de Guayaquil. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2017-July*.
<https://doi.org/10.18687/LACCEI2017.1.1.315>
- Díaz, G. (2012). El cambio climático. In *Ciencia y Sociedad: Vol. XXXVII* (Issue 2).
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87024179004%0ACómo>
- Ferrari, L. (2013). Energías fósiles: diagnóstico, perspectivas e implicaciones económicas (Vol. 59, Issue 2).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=8702417904%250AC%25C3%25B3mo>
- Flores, R. (2018). El cambio climático en las representaciones sociales de los estudiantes universitarios. *Revista Electronica de Investigacion Educativa*, 20(1), 122–132. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1443>

- Gallego, J. (2003). El cambio tecnológico y la economía neoclásica. *Dyna*, 70(138), 67–78.
- García, C. (2015). Economía y energía: La experiencia chilena. Editorial Universidad Alberto Hurtado.
- Geller, H., Harrington, P., Rosenfeld, A., Tanishima, S., & Unander, F. (2006). Policies for increasing energy efficiency: Thirty years of experience in OECD countries. *Energy Policy*, 34(5), 556–573.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.11.010>
- Guo, Z., Zhou, K., Zhang, C., Lu, X., Chen, W., & Yang, S. (2018). Residential electricity consumption behavior: Influencing factors, related theories and intervention strategies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 399–412. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.046>
- Hernández, V. (2017). El estatuto de los consumidores y los usuarios energéticos. *Revista de La Facultad de Derecho de México*.
<https://doi.org/10.22201/fder.24488933e.2017.268.60993>
- Huerta, J. (2004). La teoría de la eficiencia dinámica. In *Revista Europea de Economía Política* (Vol. 1). www.jesushuertadesoto.com.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2022). *Proyecciones Poblacionales*.
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- International Energy Agency. (2020). *Energy Efficiency 2020*.
- Jacobo, E., Rodriguez, A., Gonzalez, J., & Golluscio, R. (2016). Efectos de la intensificación ganadera sobre la eficiencia en el uso de la energía fósil y la conservación del pastizal en la cuenca baja del río Salado, provincia de Buenos Aires, Argentina. *AgriScientia*, 33(1), 1–14.

- Jaramillo, O. (2017). La evolución cultural y el pensamiento poblacional. *Revista de Antropología y Sociología: Virajes*, 19(1), 11–32.
<https://doi.org/10.17151/rasv.2017.19.1.2>
- Linares, M., Montero, E., & Luna, J. (2023). Ecología, energías renovables y sustentabilidad socioformativa. *Revista Científica Sociedad & Tecnología*, 6(2).
<https://doi.org/DOI>: <https://doi.org/10.51247/st.v6i2.371>.
- Linares, P. (2009). Eficiencia energética y medio ambiente.
18/05/2023<http://hdl.handle.net/11531/5204>
- Liobikienė, G., & Butkus, M. (2021). Determinants of greenhouse gas emissions: A new multiplicative approach analysing the impact of energy efficiency, renewable energy, and sector mix. *Journal of Cleaner Production*, 309, 1–17.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127233>
- Livas, A. (2015). Análisis de insumo-producto de energía y observaciones sobre el desarrollo sustentable, caso mexicano 1970-2010. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 16(2), 239–251.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.riit.2015.03.008>
- Llanos, A., & Llanes, E. (2020a). La generación de energía eléctrica para el desarrollo industrial en el Ecuador a partir del uso de las energías renovables. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 24(104), 36–46.
<https://doi.org/10.47460/uct.v24i104.364>
- Llanos, A., & Llanes, E. (2020b). La generación de la energía eléctrica para el desarrollo industrial en el Ecuador a partir del uso de las energías renovables. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 24(104), 36–46.
<https://doi.org/10.47460/uct.v24i104.364>
- López, M., Sarmiento, L., & Rodríguez, P. (2016). Análisis de costos de la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables en el sistema

eléctrico colombiano. *Ingeniería y Desarrollo*, 3(2).
<http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v34n2/v34n2a08.pdf>

Macas, G., & Macas, G. (2023). Crecimiento económico y su incidencia en el medio ambiente medido por la curva. *Revista Disciplinaria En Ciencias Económicas y Sociales*, 5(1), 1–15. <https://doi.org/10.47666/summa.5.1.7>

Machado, M., & Martínez, A. (1994). El concepto de energía en los libros de textos: De las concepciones previas a la propuesta de un nuevo sublenguaje (Vol. 12, Issue 3).

Maréchal, K. (2009). An evolutionary perspective on the economics of energy consumption: The crucial role of habits. *Journal of Economic Issues*, 43(1), 69–88. <https://doi.org/10.2753/JEI0021-3624430104>

Martínez, F., & Gassinski, L. (2022). La eficiencia energética y el papel del mantenimiento en la misma. *Ingeniería Energética*, 2, 1815–5901.
<http://scielo.sld.cu/pdf/rie/v43n2/1815-5901-rie-43-02-10.pdf>

Martinez, P. (2004). Economía ambiental y ordenación del territorio. *Ecosistemas*, 13(1), 87–93.

Mejía, G. (2014). Estudio comparativo entre la legislación de eficiencia energética de Colombia y España. <https://www.redalyc.org/pdf/206/20633274009.pdf>

Meza, A., & Saavedra, F. (2011). Energía y medio ambiente, una ecuación difícil para América Latina: Los desafíos del crecimiento y desarrollo en el contexto del cambio climático. Instituto de Estudios Avanzado, Universidad Santiago de Chile.
<http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/engov/20130827052932/engMAalCubillosEstenssoro.pdf>

Moreno, M., Estelles, S., & De la Poza, E. (2023). Investigación, desarrollo e innovación en materia de energías renovables: la urgencia de Europa por ser

energéticamente independiente. *International Conference on Innovation, Documentation and Education*, 435–442.

<https://doi.org/10.4995/INN2022.2022.15874>

Moreno, Y., & Blanco, Á. (2016). Una revisión de la investigación educativa sobre autoeficacia y teoría cognitivo social en hispanoamérica. *Bordon*, 68(4), 27–47.
<https://doi.org/10.13042/Bordon.2016.44637>

Pichs, R., Edenhofer, O., Sokona, Y., Seyboth, P., & Stechow, K. (2011). Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srren_report_es-1.pdf

Piechowiak, J. (2015). Efficiency of state foreign policy. introduction to definition process. *athenaem*, 48, 226–243. <https://doi.org/10.15804/athena.2015.48.15>

Ramos, F., & Marrero, G. (2008). La intensidad energética en los sectores productivos en la UE-15 durante 1991y 2005: ¿Es el caso español diferente? *Fundación de Estudios de Economía Aplicada*.
https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Marrero/publication/5022342_La_intensidad_energetica_en_los_sectores_productivos_en_la_UE-15_durante_1991_y_2005_Es_el_caso_espanol_diferente/links/00b4952966c171139e000000/La-intensidad-energetica-en-los-sectores-productivos-en-la-UE-15-durante-1991-y-2005-Es-el-caso-espanol-diferente.pdf

Ramos, P. (2022). La eficiencia energética: Una estrategia para la economía doméstica en Ecuador. *Dominio de Las Ciencias*, 8(2), 1334–1346.
<https://doi.org/10.23857/dc.v8i2.2708> Ciencias

Ramos, P., & Bautista, A. (2022). La Eficiencia Energética: Una Estrategia Para la Economía Doméstica en Ecuador. *Abril-Junio*, 8(2), 1334–1346.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i2.2708>

- Rentería, V., Toledo, E., Bravo, D., & Ochoa, D. (2016). Relación entre Emisiones Contaminantes, Crecimiento Económico y Consumo de Energía. El caso de Ecuador 1971-2010. In *Revista Politécnica-Septiembre* (Vol. 38, Issue 1). Marrakech.
- Reyes, P. (1999). Combustibles Fósiles y Contaminación. *Revista de La Facultad de Ingeniería*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5313914.pdf>
- Rivera, I. (2017). Principios de macroeconomía un enfoque de sentido común. <https://files.pucp.education/departamento/economia/lde-2017-04.pdf>
- Robles, C., & Rodríguez, O. (2018). Un panorama de las energías renovables en el Mundo, Latinoamérica y Colombia. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n34/a18v39n34p10.pdf>
- Romer, P. (1990a). Endogenous Technological Change. <http://www.journals.uchicago.edu/t-and-c>
- Romer, P. (1990b). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71–102. <https://doi.org/10.1086/261725>
- Salazar, C., Vidal, J., & De Olivera, E. (2012). La eficiencia energética como herramienta de gestión de costos: Una aplicación para la identificación de inversiones en eficiencia. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4172007>
- Schallenberg, J., Gonzalo, R., Izquierdo, P., Hernández, C., Unamunzaga, P., Ramón, F., García, D., Díaz, M., Torres, D., Pérez, C., Martel, G., Pardilla, J., Fariña, V., & Ortin, S. (2008). Energías renovables y eficiencia energética. Instituto Tecnológico de Canarias.
- Sevilla, M., Golf, E., & Driha, O. (2013). Las energías renovables en España. *Www.Revista-Eea.Net*, 31(1), 35–38. www.revista-eea.net,

- Silvast, A. (2017). Energy, economics, and performativity: Reviewing theoretical advances in social studies of markets and energy. *Energy Research & Social Science*, 34, 4–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.05.005>
- Sovacool, B. (2015). Energy & Ethics: Justice and the Global Energy Challenge. *Energy*, 91, 117–118. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.08.007>
- Strauss, S., & Rupp, S. (2016). Cultures of Energy: Power, practices, technologies. In *Cultures of Energy*. Left Coast Press. <https://doi.org/10.4324/9781315430850>
- Tietenberg, T., & Lewis, L. (2018a). Environmental and Natural Resource Economics.
- Tietenberg, T., & Lewis, L. (2018b). Environmental and natural resource economics. In *Environmental and Natural Resource Economics* (11ra ed.). Routledge.
- Valencia, L., Farfán, E., Arboleda, J., Guerrero, I., Lozano, R., & Arboleda, C. (2022). Una revisión del suministro de energía renovable y las tecnologías de eficiencia energética. 7, 2012–2046. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i4.3934>
- Vallejo, C. (2017). Análisis de intensidad energética para los sectores de uso final de la economía ecuatoriana. *Cuestiones Económicas*, 27(2), 41–69.
- Vesga, J., Granados, G., & Sierra, J. (2015). Análisis de costos de la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables en el sistema eléctrico colombiano. *Ingeniería y Desarrollo*, 33(2), 260–280. <https://doi.org/10.14482/inde.33.2.6368>
- Yusuf, M. (2015). If different variables are stationary at different levels, how do we find their underlying-relationship?
- Zacarias, A., González, D., & Rodríguez, E. (2021). Producción y consumo de las energías renovables. La energía eólica en México. *Mundo Fesc*, 11(S3), 93–102.

Zhou, K., & Yang, S. (2016). Understanding household energy consumption behavior: The contribution of energy big data analytics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, 810–819.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.001>

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los contrastes ADF a cada una de las variables analizadas en el modelo de regresión lineal

Anexo 1. 1

Contraste ADF de las pérdidas en la distribución y transformación del sector eléctrico

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	0.01098	0.01696	0.648	0.525
z.lag.1	-0.08177	0.08677	-0.942	0.358
z.diff.lag	0.11171	0.23255	0.480	0.637

Residual standard error: 0.01904 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.0519, Adjusted R-squared: -0.05344
F-statistic: 0.4927 on 2 and 18 DF, p-value: 0.619

value of test-statistic is: -0.9424 0.9985

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau2	-3.58	-2.93	-2.60
phi1	7.06	4.86	3.94

Anexo 1. 2

Contraste ADF de las primeras diferencias de las pérdidas en la distribución y transformación del sector eléctrico

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
z.lag.1	-0.93326	0.31184	-2.993	0.00781 **
z.diff.lag	0.06347	0.23689	0.268	0.79179

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.02 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.4391, Adjusted R-squared: 0.3768
F-statistic: 7.045 on 2 and 18 DF, p-value: 0.005496

value of test-statistic is: -2.9928

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau1	-2.62	-1.95	-1.61

Anexo 1. 3

Contraste ADF de la intensidad energética

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	0.006555	0.002018	3.249	0.00446	**
z.lag.1	-0.635245	0.197284	-3.220	0.00475	**
z.diff.lag	0.130641	0.206981	0.631	0.53586	

signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.0003358 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.3852, Adjusted R-squared: 0.3169
F-statistic: 5.64 on 2 and 18 DF, p-value: 0.01254

value of test-statistic is: -3.2199 5.5428

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau2	-3.58	-2.93	-2.60
phi1	7.06	4.86	3.94

Anexo 1. 4

Contraste ADF del consumo de energías renovables

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	0.05543	0.02592	2.139	0.0464	*
z.lag.1	-0.39243	0.16978	-2.311	0.0329	*
z.diff.lag	0.06264	0.21080	0.297	0.7698	

signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.01654 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.2315, Adjusted R-squared: 0.1462
F-statistic: 2.712 on 2 and 18 DF, p-value: 0.09346

value of test-statistic is: -2.3113 3.2108

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau2	-3.58	-2.93	-2.60
phi1	7.06	4.86	3.94

Anexo 1. 5

Contraste ADF de las primeras diferencias del consumo de energías renovables

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
z.lag.1	-1.08262	0.38121	-2.840	0.0109 *
z.diff.lag	0.01506	0.29725	0.051	0.9601

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.01839 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.5553, Adjusted R-squared: 0.5059
F-statistic: 11.24 on 2 and 18 DF, p-value: 0.0006805

value of test-statistic is: -2.8399

critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau1	-2.62	-1.95	-1.61

Anexo 1. 6

Contraste ADF de importación de bienes de tecnología de la información y la comunicación

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	0.01722	0.01222	1.409	0.176
z.lag.1	-0.24083	0.16609	-1.450	0.164
z.diff.lag	-0.01889	0.21157	-0.089	0.930

Residual standard error: 0.01181 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.1234, Adjusted R-squared: 0.02604
F-statistic: 1.267 on 2 and 18 DF, p-value: 0.3055

value of test-statistic is: -1.45 1.052

critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau2	-3.58	-2.93	-2.60
phi1	7.06	4.86	3.94

Anexo 1. 7

Contraste ADF de las primeras diferencias de importación de bienes de tecnología de la información y la comunicación

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
z.lag.1	-1.2202	0.3517	-3.469	0.00293	**
z.diff.lag1	0.3043	0.2734	1.113	0.28117	
z.diff.lag2	0.3397	0.1886	1.802	0.08935	.

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.0109 on 17 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.5716, Adjusted R-squared: 0.496
F-statistic: 7.56 on 3 and 17 DF, p-value: 0.002001

Value of test-statistic is: -3.4694

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau1	-2.62	-1.95	-1.61

Anexo 1. 8

Contraste ADF de la densidad poblacional

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	0.006246	0.001204	5.189	7.39e-05	***
z.lag.1	0.011820	0.003123	3.785	0.00148	**
z.diff.lag1	1.243722	0.147307	8.443	1.74e-07	***
z.diff.lag2	-1.618309	0.161634	-10.012	1.52e-08	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.0005176 on 17 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.8917, Adjusted R-squared: 0.8726
F-statistic: 46.67 on 3 and 17 DF, p-value: 2.028e-08

Value of test-statistic is: 3.7849 31.3478

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau2	-3.58	-2.93	-2.60
phi1	7.06	4.86	3.94

Anexo 1. 9

Contraste ADF de las primeras diferencias de la densidad poblacional

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	0.012025	0.004491	2.678	0.02319	*
z.lag.1	-1.174911	0.453570	-2.590	0.02693	*
z.diff.lag1	1.320586	0.390533	3.381	0.00699	**
z.diff.lag2	-0.194843	0.506978	-0.384	0.70878	
z.diff.lag3	0.186186	0.537100	0.347	0.73604	
z.diff.lag4	-0.985098	0.388185	-2.538	0.02948	*
z.diff.lag5	-1.400280	0.519609	-2.695	0.02251	*
z.diff.lag6	-1.304013	0.570676	-2.285	0.04540	*
z.diff.lag7	-0.939984	0.518113	-1.814	0.09971	.
z.diff.lag8	-0.482064	0.380293	-1.268	0.23366	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.0005703 on 10 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.9113, Adjusted R-squared: 0.8315
F-statistic: 11.42 on 9 and 10 DF, p-value: 0.0003582

value of test-statistic is: -2.5904 4.9451

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau2	-3.58	-2.93	-2.60
phi1	7.06	4.86	3.94

Anexo 1. 10

Contraste ADF de las segundas diferencias de la densidad poblacional

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
z.lag.1	-1.5007	0.2839	-5.286	6.05e-05	***
z.diff.lag	1.5006	0.2563	5.855	1.91e-05	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.0006704 on 17 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.672, Adjusted R-squared: 0.6334
F-statistic: 17.42 on 2 and 17 DF, p-value: 7.668e-05

value of test-statistic is: -5.2862

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau1	-2.62	-1.95	-1.61

Anexo 1. 11

Contraste ADF de la industrialización (porcentaje del valor agregado industrial del PIB)

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	0.04939	0.00969	5.097	7.53e-05	***
z.lag.1	-0.34519	0.06434	-5.365	4.24e-05	***
z.diff.lag	0.19546	0.13595	1.438	0.168	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.006554 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6496, Adjusted R-squared: 0.6107
F-statistic: 16.69 on 2 and 18 DF, p-value: 7.957e-05

value of test-statistic is: -5.3655 15.3341

critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau2	-3.58	-2.93	-2.60
phi1	7.06	4.86	3.94

Anexo 2. Resultados del modelo de regresión lineal integrado explicativo de la eficiencia energética en función del consumo de energías renovables

Anexo 2. 1

Resultados del modelo de regresión lineal integrado explicativo de la eficiencia energética en función del consumo de energías renovables

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	-0.0001643	0.0038056	-0.043	0.9659	
d_d_Consumo_energía_re	0.3880186	0.1538426	2.522	0.0184	*
d_d_IT	0.8049235	0.3090194	2.605	0.0153	*
d_d_IND	0.0905694	0.2646957	0.342	0.7351	
d_d_D_POB	0.2791521	3.6871300	0.076	0.9403	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.04854 on 25 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.3383, Adjusted R-squared: 0.2324
F-statistic: 3.195 on 4 and 25 DF, p-value: 0.02999

Anexo 2. 2

Resultados del modelo de regresión lineal integrado explicativo de la eficiencia energética en función del consumo de energías renovables (errores estándar robustos de (Eicker, Huber y White)

t test of coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-0.00016427	0.00349483	-0.0470	0.96288
d_d_Consumo_energía_re	0.38801861	0.16835191	2.3048	0.02976 *
d_d_IT	0.80492352	0.39786809	2.0231	0.05388 .
d_d_IND	0.09056943	0.21509966	0.4211	0.67731
d_d_D_POB	0.27915211	2.91128485	0.0959	0.92438

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1