



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

CARRERA DE ECONOMÍA

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

Tema:

“Consumo de energías renovables y emisión de gases de efecto invernadero en la economía ecuatoriana”

Autor: Maliza Sisa, Edison Ramiro

Tutor: Econ. Carrión Gavilanes, Ángel Geovanny

Ambato – Ecuador

2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Econ. Ángel Geovanny Carrión Gavilánez con cédula de ciudadanía N.º 1803701778, en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación referente al tema: **“CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA ECONOMÍA ECUATORIANA”**, desarrollado por Edison Ramiro Maliza Sisa, 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

TUTOR



Econ. Ángel Geovanny Carrión Gavilánez

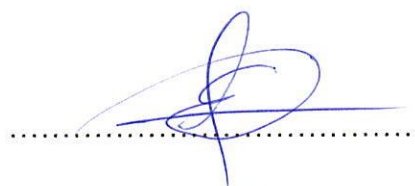
C.C. 1803701778

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Edison Ramiro Maliza Sisa, con cédula de ciudadanía N.º 2200582605, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el proyecto investigativo, bajo el tema: **“CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 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 2023

AUTOR



Edison Ramiro Maliza Sisa

C.C. 2200582605

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 2023

AUTOR



.....
Edison Ramiro Maliza Sisa

C.C. 2200582605

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El Tribunal de Grado, aprueba el proyecto de Investigación con el tema: “**CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA ECONOMÍA ECUATORIANA**”, elaborado por Edison Ramiro Maliza Sisa, 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 2023



.....
Dra. Tatiana Valle Ph.D

PRESIDENTE



.....
Eco. Anderson Argothy Ph.D

MIEMBRO CALIFICADOR



.....
Lcdo. Claudio Hidalgo, Mg

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de investigación a mis padres José Maliza y Manuela Sisa, quienes me han apoyado durante todo este proceso, no me han dejado solo, y han sido una motivación para mi vida, por su esfuerzo de salir adelante a pesar de las adversidades.

También se la dedico a mis hermanos y amigos por ser pieza fundamental en mi vida, quienes me alentaron cada día, para no rendirme en el proceso. Y de manera especial a mi amiga incondicional que ha estado siempre en mi vida a Evelyn Pinza.

Por último, se la dedico a todos los profesores que con sus dedicación y paciencia lograron transmitir su conocimiento para mi desarrollo profesional.

Edison Maliza

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por ser generoso y brindarme salud y vida, para poder culminar esta etapa.

También agradezco a mis padres por ser un pilar en mi vida, que a pesar de muchas adversidades siempre han estado brindando de su tiempo, sus consejos y su amor, todos mis logros son gracias a los dos. Los amo, por ayudarme a cumplir cada sueño que me propongo. Asimismo, agradezco a mis hermanos por estar en todo mi proceso.

De igual manera, quiero expresar mi agradecimiento a Dayana Ruiz por ser una amiga tan maravillosa. A pesar de que a veces sentía ganas de rendirme, ella siempre me brindaba aliento y me animaba a seguir adelante.

Finalmente agradezco a mi tutor por apoyarme y corregirme en todo el proceso de este proyecto de investigación. Asimismo, a la universidad por brindarme un espacio donde pude adquirir conocimientos para desarrollarme como profesional.

Edison Maliza

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

TEMA: “CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA ECONOMÍA ECUATORIANA”

AUTOR: Edison Ramiro Maliza Sisa

TUTOR: Econ. Ángel Geovanny Carrión Gavilánez

FECHA: Agosto, 2023

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se centra en definir como el consumo de energías renovables incide en las emisiones de gases de efecto invernadero para la economía ecuatoriana. Esto debido a que importantes estudios recientes insisten en el efecto nocivo que tienen estos gases, contribuyendo al cambio climático en el planeta por lo mismo es importante entender el efecto que el consumo de energías renovables tienen en las mismas. Como metodología para este propósito aplica un modelo de método regresión lineal múltiple estimada por medio de la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) que explica el efecto del consumo de energías renovables en las emisiones de gases de efecto invernadero en la economía ecuatoriana en el periodo 2000-2018 por medio del método econométrico. Entre los principales resultados de la investigación se tiene que el consumo de energías renovables tiene un efecto reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero, aunque la variable que más índice en las mismas es el Producto Interno Bruto que se usa para medir el crecimiento de la economía. En base a esto las recomendaciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero deben centrarse en expandir el consumo de energías renovables y a su vez controlar la contaminación en la economía ecuatoriana.

PALABRAS DESCRIPTORAS: CO₂, ENERGÍAS, RENOVABLES, NO RENOVABLES, DESARROLLO ECONÓMICO.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDIT
ECONOMICS CAREER

TOPIC: “RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION AND GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN THE ECUADORIAN ECONOMY”

AUTHOR: Edison Ramiro Maliza Sisa

TUTOR: Econ. Ángel Geovanny Carrión Gavilánez

DATE: August, 2023

ABSTRACT

This research focuses on defining how the consumption of renewable energy affects greenhouse gas emissions for the Ecuadorian economy. This is because important recent studies insist on the harmful effect that these gases have, contributing to climate change on the planet, for the same reason it is important to understand the effect that the consumption of renewable energies has on them. As a methodology for this purpose, it applies a model of the multiple linear regression method estimated through the Ordinary Least Squares (OLS) technique that explains the effect of the consumption of renewable energies on greenhouse gas emissions in the Ecuadorian economy in the period 2000-2018 through the econometric method. Among the main results of the research is that the consumption of renewable energies has a reduced effect on greenhouse gas emissions, although the variable with the highest index in them is the Gross Domestic Product that is used to measure the growth of the economy. Based on this, the recommendations to reduce greenhouse gas emissions should result in expanding the consumption of renewable energy and in turn control the expansion of the population in the Ecuadorian economy.

KEYWORDS: CO₂, ENERGY, RENEWABLE, NON-RENEWABLE, ECONOMIC DEVELOPMENT.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
PÁGINAS PRELIMINARES	
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
CESIÓN DE DERECHOS.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN EJECUTIVO	viii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación.....	3
1.2.1 Justificación teórica, metodológica (viabilidad) y práctica	3
1.2.2. Formulación del problema de investigación.....	5
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6

2.1 Revisión de Literatura	6
2.1.1 Antecedentes investigativos.....	6
2.1.2 Fundamentos teóricos.....	13
2.1.2.1 Teoría económica ecológica	13
2.1.2.2 Gases de efecto Invernadero	15
2.1.2.3 Tipos de Gases de efecto Invernadero (GEI).....	16
2.1.2.4 Combustibles fósiles de energía primaria.....	17
2.1.2.5 Efectos de los gases de efecto invernadero.....	19
2.1.2.6 Producto interno Bruto.....	20
2.1.2.7 PIB per cápita.....	21
2.1.2.8 Consumo de energías	21
2.1.2.9 Concepto e importancia de las energías renovables	22
2.1.2.10 Tipos de energías renovables	23
2.1.2.11 Cambio climático	25
2.1.2.12 Desarrollo sostenible.....	25
2.1.2.13 Objetivo de sostenibilidad	26
2.1.2.14 Matriz energética	29
CAPÍTULO III.....	30
METODOLOGÍA	30
3.1 Recolección de la información	30
3.1.1 Población y muestra.....	30
3.1.2 Fuentes primarias y secundarias	30
3.1.3 Instrumento y métodos para recolectar la información	31
3.2 Tratamiento de la información	31
3.3 Operacionalización de las variables.....	35
Operacionalización de la variable dependiente: Emisiones de CO2	35
Operacionalización de la variable independiente: Energía renovable	36

CAPÍTULO IV	38
RESULTADOS.....	38
4.1 Resultados y discusión	38
4.1.1 Objetivo específico uno: Describir la evolución del consumo de energías renovables y las emisiones de CO ₂ para la economía ecuatoriana en el periodo de estudio.....	38
4.1.2 Objetivo específico dos: Establecer la correlación existente en los principales factores de las emisiones de CO ₂	48
4.1.3 Objetivo específico tres: Explicar el efecto del consumo de energías renovables en las emisiones de gases de efecto invernadero en la economía ecuatoriana en el periodo 2000-2018 por medio del método econométrico.....	51
4.2 Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación	54
CAPÍTULO V.....	56
CONCLUSIONES.....	56
5.1 Conclusiones	56
5.2 Limitaciones del estudio.....	57
5.3 Futuras temáticas de investigación.....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 1 Cuadro Comparativo de Principales Resultados y Metodologías de los Antecedentes Investigativos	11
Tabla 2 Objetivos de Desarrollo Sostenible de Acuerdo con el Cambio Climático .	27
Tabla 3 Variables y Fuentes de la Investigación.....	31
Tabla 4 Interpretación de los coeficientes de Rho de Spearman. Interpretación de los coeficientes de Rho de Spearman.	33
Tabla 5 Estadísticos descriptivos de las Emisiones de CO2 en el Ecuador 2000-2018	40
Tabla 6 Estadísticos descriptivos del Consumo de Energías Renovables como Porcentaje del Total de Energía.	43
Tabla 7 Estadísticos descriptivos del Producto Interno Bruto (PIB) en el periodo 2000-2018.....	47
Tabla 8 Pruebas de normalidad.	49
Tabla 9 Matriz de correlación de Pearson de las variables del modelo econométrico.	50
Tabla 10 Estimación del modelo econométrico	51
Tabla 11 Estimación del modelo econométrico de Regresión Lineal Múltiple corregido	53

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1 Evolución de las emisiones totales de CO2 en Ecuador periodo 2000-2018	39
Figura 2 Tendencia de las emisiones de CO2 y Consumo de energías renovables en el periodo 2000-2018.	41
Figura 3 Tendencia de las Emisiones de CO2, PIB, Energía renovable y no renovable.	44

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

A nivel mundial, existe una gran preocupación por el cambio climático, debido a las emisiones de gases de efecto invernadero, ya que su principal gas contaminante es el dióxido de carbono, que se encuentra en el aire, lo que provoca el calentamiento global (Hasanov et al., 2023). Por lo cual, las manifestaciones directas observables son los aumentos de temperatura, la alteración de los patrones de precipitación, la reducción de la criósfera y el aumento del nivel del mar; que afectan directamente a la actividad económica, los ecosistemas, la salud y los aspectos sociales (Sánchez & Caballero, 2019).

Por consiguiente, el cambio climático se genera entre otras por las emisiones de CO₂, estas se originan por el consumo de energías eléctricas, producidas por combustibles fósiles como: petróleo, carbón y gas (Chen et al., 2022). Puesto que, la demanda de energía en el mundo, se debe a, diversos factores económicos y sociales, de modo que se destacan: el crecimiento poblacional, consumo per cápita de países emergentes y mejorar de los índices de bienestar en países en vías de desarrollo (Albistur, 2014). En los últimos años, se ha notado que las emisiones de CO₂ producidas en los sectores eléctricos, durante el año 2021 se aumentaron en más de 900 Mt, lo cual supuso que las emisiones globales son del 46 %, indicando el uso de todos los combustibles fósiles para satisfacer la demanda de electricidad (IEA, 2022).

Los países desarrollados consumen energía que generan los combustibles fósiles, para el año 2021, el 82,72% de la energía utilizada en China, proviene de dichos combustibles, y es una de las principales causas de deterioro del ambiente (Balsalobre Lorente et al., 2023). Por lo que, en diferentes países las emisiones de CO₂, notó cambios en 2021, que crecen de más del 10 % en Brasil e India, a menos del 1 % en Japón. Las emisiones de China un 5 %, mientras que la tasa de registro de los Estados Unidos y la Unión Europea se elevó en aproximadamente un 7% (IEA, 2022).

Estos países platearon combatir el calentamiento global, por lo que , firmaron el Acuerdo de París en el año 2015, en el que se comprometen a emplear acciones con el

objetivo de mantener la temperatura media por debajo de los 2 °C, en relación a los niveles preindustriales, y continuar con el esfuerzo para limitar ese aumento a 1,5 °C (Nogar et al., 2021). Asimismo, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) planteó el objetivo 13, de los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) para adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático, y recurrir a energías renovables (ER) y a otros medios para mitigar las emisiones (J. H. Pérez, 2021).

La importancia del sector energético en las economías de los países de América Latina, han demostrado que el crecimiento en el consumo de energía está relacionado a un aumento proporcional del Producto Interno Bruto (PIB) (Galindo & Sánchez, 2005) . No obstante, el uso de combustibles fósiles es la fuente de energía importante en la región, que genera mayores emisiones de CO₂, dando lugar a una incompatibilidad con la sustentabilidad (Saboori et al., 2014). Según el Banco Interamericano de Desarrollo & Descarbonización Profunda de América Latina y el Caribe (2019), los países de América Latina y el Caribe generan anualmente al menos 4.000 millones de toneladas de CO₂, lo que equivale al 8% de las emisiones globales. Estas emisiones se originan principalmente en el sector energético, con un 46%, la agricultura con un 22%, el cambio de uso de suelo y la silvicultura con un 18,7%, y en menor medida en la gestión de desechos con un 6%, procesos industriales con un 4%, y combustibles de caldera con un 1,99%.

Para hacer frente a este tema, varios países de la región han desarrollado proyectos de inversión en energías renovables, ya que cuenta con recursos naturales que la convierten en un lugar ideal para llevar a cabo proyectos de inversión, especialmente los relacionados con centrales hidroeléctricas (Cortés & Arango, 2017).

En el Ecuador las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) presentan una tendencia creciente por el incremento en la demanda de energía en los últimos 10 años. En este sentido, durante el período comprendido entre 2009 y 2019 se extendió de 32.743 kton CO₂ a un valor de 39.058 kton CO₂, lo cual representa un incremento de 19,3% (Instituto de Investigación Geológico y Energético, 2020). Dada la necesidad de reducir tales emisiones, para el año 2021 el sector eléctrico fortaleció la economía nacional con un 93.2% de generación de energía renovable y la exportación del 93.2% correspondió a energías renovables, basadas especialmente en recursos hídricos; por lo cual, el uso de combustibles fósiles para producción, disminuyó. De esta manera, la

demanda anual de electricidad creció un 6% gracias a la recuperación y dinamización de las actividades productivas del país (Castillo et al., 2022).

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación teórica, metodológica (viabilidad) y práctica

La presente investigación se centrará en definir como el consumo de energías renovables incide en las emisiones de gases de efecto invernadero para la economía ecuatoriana. Esto debido a que importantes estudios recientes insisten en el efecto nocivo que tienen estos gases, contribuyendo al cambio climático en el planeta (G. Hernández, 2021). Ante esto, las ciencias económicas en la actualidad han centrado parte de sus esfuerzos en entender la relación que guarda el comportamiento de los indicadores económicos con el medio ambiente, puesto que las distintas fuentes de energía limpia es de gran importancia, porque existe una gran demanda para sustentar las actividades económicas y el impacto que tienen en el ambiente (Fadiran et al., 2019).

En este sentido varios estudios han señalado que el uso más intensivo de energías renovables tiene efectos significativos en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en las economías (Appiah et al., 2019; Bekhet & Othman, 2018; Cherni & Essaber Jouini, 2017; Dogan & Aslan, 2017). Por lo mismo, es de vital importancia entender el comportamiento y relación que tienen estas dos variables para la economía ecuatoriana. Esto debido a que incentivar el uso de energías más limpias y menores niveles de contaminación requiere un entendimiento profundo y científico de como un uso más intensivo de las energías renovables en la economía afecta a las emisiones de gases de efecto invernadero o CO₂.

De acuerdo con Podestá et al. (2022) el consumo de energía renovable en las economías en desarrollo ha sido históricamente bajo. Esto se debe a la falta de inversión y a la falta de conciencia y cultura en la utilización sostenible de los recursos naturales. Esto se refleja en la escasez de prácticas sostenibles en la producción y en las actividades de la vida cotidiana, lo que puede resultar en una mayor huella de carbono debido al crecimiento de las emisiones de CO₂". (Moreno Cuartas & López Menéndez, 2008).

La Teoría de la Economía Ambiental, se enfoca en el impacto ambiental de las actividades humanas y consumo de energía por medio de las emisiones de (CO₂) y sostiene que la adopción de energías renovables es una solución económica para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mejorar la sostenibilidad ambiental (Reynaldo, 2012). La teoría afirma que el uso de energía renovable, puede ser positivo para la sociedad y de la misma manera ser económicamente viables si los gobiernos apoyan este proceso (Caballero Míguez, 2002).

La información necesaria para evaluar el consumo de energías renovables y su efecto en la emisión de gases de efecto invernadero para la economía ecuatoriana se establece en los agregados económicos necesarios para realizar el procesamiento econométrico de la información, mismos que se obtendrán del Banco Mundial en su apartado de datos agregados macroeconómicos para el Ecuador.

De la misma forma, dentro de la justificación metodológica se utilizara diferentes metodos para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos; en primer lugar por medio Análisis Exploratorio de Datos, donde se describe la evolución del consumo de energías renovables y las emisiones de CO₂ para la economía ecuatoriana en el periodo de estudio. De posterior utilizando la correlación de Pearson se establecerá la correlación entre los principales factores de consumo de energía renovable. Por último, aplicando el método regresión lineal múltiple estimada por medio de la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) se explicará el efecto del consumo de energías renovables en las emisiones de gases de efecto invernadero en la economía ecuatoriana en el periodo 2000-2018 por medio del método econométrico.

Como justificación practica de esta investigación radica en que la contaminación ambiental generada por las actividades humanas, que generan el calentamiento global, pone en riesgo la existencia de la humanidad. Por lo mismo, es vital que para las economías se generen estudios que se centre en definir la relación que tienen los niveles de contaminación con la adopción de las energías renovables. Esto con el fin de proponer soluciones validas a este problema.

En cuanto al perfil profesional de un economista, la realización de esta investigación aporta al desarrollo de habilidades y conocimientos en el campo de la economía ambiental y la energía renovable. Al ser un tema de gran importancia en la actualidad,

el conocimiento adquirido a través de la investigación puede ser valorado en el mercado laboral y proporcionar nuevas oportunidades de trabajo. Además, permite a los economistas estar al tanto de los desafíos y tendencias actuales en el sector de la energía renovable. La investigación contribuirá al desarrollo y fortalecimiento de la literatura y el conocimiento en estas áreas. Además, esto también permitirá a futuros investigadores tener acceso a los resultados y conclusiones de la investigación para continuar su desarrollo y mejora.

1.2.2. Formulación del problema de investigación

¿Cuál es la relación del consumo de energías renovables y las emisiones de gases de efecto invernadero para la economía ecuatoriana?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del consumo de energías renovables y las emisiones de gases de efecto invernadero en la economía ecuatoriana en el periodo 2000-2018.

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir la evolución del consumo de energías renovables y las emisiones de CO₂ para la economía ecuatoriana en el periodo de estudio.
- Establecer la correlación existente en los principales factores de Emisión de CO₂.
- Explicar el efecto del consumo de energías renovables en las emisiones de gases de efecto invernadero en la economía ecuatoriana en el periodo 2000-2018 por medio del método econométrico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión de Literatura

2.1.1 Antecedentes investigativos

Dentro del presente apartado de la investigación, se analiza la información bibliográfica de artículos científicos previos que examinan el impacto del consumo de energía renovable en las emisiones de CO₂. De la misma manera, se verifica como otras variables como el consumo de energías no renovables provenientes de fuentes fósiles y el PIB como medida del crecimiento económico también influyen en las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta revisión busca generar un conocimiento amplio de las relaciones entre estas variables para distintos tipos de economías y como diferentes políticas públicas se han implementado con mayor o menor éxito con el fin de motivar el consumo de energías más limpias en las economías. Por otra parte, el propósito de este análisis también se centra comprar el uso de diversas metodologías, indicadores y conjuntos de datos para entender el comportamiento de las variables de estudio y su relación (Chen et al., 2022).

Los resultados de las investigaciones que se presentan a continuación muestran un panorama positivo o negativo en relación a los esfuerzos actuales de la sociedad por detener el cambio climático mediante el uso de energías sustentables. De la misma manera, estos resultados ayudan a sustentar la presente investigación y sirven de base para los análisis posteriores. Por lo mismo, se organizan cronológicamente estos análisis con el fin de entender la evolución que ha tenido la literatura científica en relación a su entendimiento del tema planteado.

Dentro de los principales antecedentes investigativos sobre la relación de las variables se tiene a Cherni & Essaber Jouini (2017) quienes buscan identificar las relaciones que se presentan en la economía de Túnez entre las variables consumo de energía renovable, las emisiones de gases de efecto invernadero CO₂ y el crecimiento económico medido por medio del PIB dentro del periodo de estudio 1990-2011. Esto con el fin de evaluar cómo el cambio de la matriz energética hacia un mayor uso de energías renovables afecta tanto a los niveles de crecimiento económico como de

contaminación ambiental. Como metodología la investigación utiliza un modelo Autorregresivo de Rezagos Distribuidos (ARDL) y la prueba de causalidad de Granger para verificar las relaciones a largo y corto plazo entre estas variables, así como el sentido de su relación. Los resultados muestran que el crecimiento del PIB impulsa el crecimiento de las emisiones de CO₂ y del consumo de energía renovables, sin embargo, el consumo de energías renovables no tiene un efecto directo sobre las emisiones de CO₂.

Por lo mismo, se puede definir por medio del análisis de los resultados de Cherni & Essaber Jouini (2017) que para el caso de la economía de Túnez el crecimiento de la economía incrementa el uso de energía, pero no la composición de la matriz energética. Esto debido a que a su vez tiene un efecto incrementando el uso de energía renovable y los niveles de emisiones de CO₂.

Con el fin de expandir las metodologías para analizar los efectos del consumo de energías renovables y no renovables en las emisiones de CO₂ Bulut (2017) establece un modelo de datos panel con efectos fijos para la economía turca con el fin de determinar las relaciones entre estas variables y como las mismas cambian en el tiempo. Para esto utiliza datos dentro del periodo 1970-2013. Por medio de la realización de este modelo el autor llega a definir que el crecimiento tanto del consumo de energías renovables y no renovables hace crecer a las emisiones de CO₂. Esto de acuerdo a los autores se debe a que las políticas para motivar el consumo de energías renovables no logran masificar el uso de las mismas, por lo que no logran reducir las emisiones de CO₂, ya que el consumo de energía fósil crece en mayor medida que el consumo de energías limpias.

Este estudio nos permite definir que si se desea motivar el consumo de energías renovables en las economías se deben aplicar políticas de estímulos a largo plazo que permitan que se dé una transición lenta pero definitiva desde las energías fósiles a las energías limpias. Esto a causa de que promover con políticas de corto plazo el uso de energías renovables no va generar un efecto significativo en la composición de la matriz energética de una economía.

El estudio realizado por Amri (2017) se investigó la relación entre las emisiones de CO₂, el crecimiento económico y el consumo de energía renovable y no renovable en

Argelia durante el período de 1980 a 2011. El enfoque principal se centró en examinar la validez de la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental. Mediante el uso del método del log distribuido autorregresivo ARDL con un punto de quiebre, se obtuvieron resultados que indican que las emisiones de CO₂ están influenciadas positivamente por el consumo de energía no renovable, mientras que el impacto de la energía renovable en la mejora del medio ambiente resultó insignificante. En conclusión, estos hallazgos implican que la economía argelina sigue siendo una fuente generadora de contaminación. Para abordar esta problemática y reducir las emisiones de CO₂, es crucial que las autoridades argelinas inviertan en el consumo de energías renovables y adopten medidas para promover su utilización.

Estos resultados tienen importantes implicaciones para las autoridades de otros países ya que demuestran la urgencia de implementar políticas y medidas para reducir las emisiones de CO₂ donde la inversión en el consumo de energías renovables se presenta como una estrategia clave a largo plazo.

Por otro parte, Bekhet & Othman (2018) examinó la validez de la curva ambiental de Kuznets en Malasia durante el período de 1971 a 2015. Utilizaron métodos de causalidad como F-bounds y VECM Granger, y se emplearon los enfoques DOLS y FMOLS para confirmar la robustez de los resultados a largo plazo. Los resultados obtenidos consistentemente mostraron una relación en forma de N invertida, lo que indica que el aumento en el uso de energías renovables se relaciona con una disminución de las emisiones de CO₂. Además, los resultados de la causalidad a largo plazo revelaron una significativa relación unidireccional que va desde las emisiones de CO₂ y el producto interno bruto PIB hacia la energía renovable, con un nivel de confianza del 10%. Estos hallazgos indican que es un país donde se pueden implementar políticas ambientales efectivas para combatir la contaminación del medio ambiente y lograr una mayor sostenibilidad.

Este es interesante y contribuye al entendimiento del papel de las energías renovables en la reducción de las emisiones de CO₂ al aplicar métodos de causalidad y modelos que tratan de entender las relaciones a largo plazo entre las variables, ya que se ha visto que el uso de energías renovables solo a largo plazo reduce las emisiones de CO₂.

Dentro del mismo tema Appiah et al. (2019) realiza un estudio cuyo objetivo fue examinar la relación práctica entre las emisiones ambientales, el desarrollo económico, la industrialización, la población y el uso de energías renovables y no renovables en economías emergentes. Se emplearon los estimadores FGLS y PCSE durante el período de 1971 a 2013. Los resultados obtenidos indicaron que el aumento en el uso de energía renovable y la industrialización contribuyen a mejorar la estructura ecológica de las economías emergentes. Por otro lado, se encontró que el incremento en la población, la expansión económica y el uso de energía no renovable aumentan la cantidad de carbono en la atmósfera. En consecuencia, se sugiere que los estados con un creciente poder económico deben promover la eficiencia energética y sustituir el uso de combustibles por fuentes renovables para calefacción. De esta manera, se busca reducir la acumulación de carbono en la atmósfera.

El estudio aborda de manera interesante la relación entre las emisiones ambientales, el desarrollo económico, la industrialización, la población y el uso de energías renovables y no renovables en economías emergentes por lo cual su metodología y resultados deben ser tomados en cuenta al momento de entender la relación de las variables de estudio en el caso del Ecuador.

Catalán (2020) analizó la relación entre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el producto interno bruto (PIB) y el consumo de energía renovable y no renovable en México durante el período comprendido entre 1990 y 2015. Utilizando el método Autorregresivo de Rezagos Distribuidos (ARDL), se identificó que el ingreso y el uso de energías no renovables son los principales factores que influyen en las emisiones de GEI en el país. Se encontró que el impacto de las energías renovables en la reducción de las emisiones de GEI es marginal a largo plazo, con una elasticidad de -0.021. Esto significa que el efecto de las energías renovables en la disminución de las emisiones es prácticamente nulo. Estos resultados representan un desafío significativo para alcanzar el objetivo de transformar la matriz energética de México hacia un camino de desarrollo sostenible, que incluya una menor intensidad de carbono.

Por esto el estudio evidencia que, en el caso de México, el ingreso y la dependencia de energías no renovables desempeñan un papel crucial en las emisiones de GEI, mientras que el impacto de las energías renovables en la reducción de estas emisiones es

limitado. Esto destaca la necesidad de abordar este problema para lograr un desarrollo sostenible y una matriz energética más limpia también para el caso ecuatoriano.

Pérez (2021) examinó los efectos del uso de energías renovables y el crecimiento económico en las emisiones de gases de efecto invernadero en dos grupos de países: uno con ingreso per cápita bajo y otro con ingreso per cápita alto. El período analizado fue de 1990 a 2012. Se utilizó un análisis de panel y una regresión por mínimos cuadrados ordinarios para estudiar específicamente el caso de Alemania y México. Los resultados obtenidos indican que el aumento en el consumo de energías renovables tiene un efecto de reducción en las emisiones de GEI en ambos grupos de países. Sin embargo, esta reducción es más significativa en los países de ingreso per cápita alto, ya que utilizan en mayor proporción fuentes de energía renovable como la eólica, solar e hidroeléctrica. Asimismo, se observó que las emisiones de GEI disminuyen más en México que en Alemania, lo cual se atribuye al mayor aprovechamiento de energías renovables en el país latinoamericano.

Estos hallazgos resaltan la importancia de incrementar el uso de energías renovables como una estrategia fundamental para reducir las emisiones y abordar los problemas ambientales asociados al cambio climático, lo cual se puede aplicar al caso de la economía ecuatoriana debido a las varias similitudes de nuestro país con la economía mexicana.

Chen et al. (2022) utiliza datos de panel para examinar el impacto no lineal de diferentes variables, como el consumo de energía renovable y no renovable, el crecimiento económico, la apertura al comercio, la urbanización y los precios del petróleo, en las emisiones per cápita de CO₂ en 97 países durante el período 1995-2015. Se emplea un modelo de umbral de panel dinámico que tiene en cuenta la dependencia de la sección transversal para analizar estos efectos. Los resultados revelan que la relación entre el crecimiento del consumo de energía renovable y las emisiones per cápita de CO₂ solo es significativa y negativa en países con niveles más altos de consumo de energía renovable. Estos hallazgos se mantienen consistentes en países con instituciones sólidas y un desarrollo avanzado.

Estos resultados tienen implicaciones políticas importantes, ya que sugieren que el uso a largo plazo de energía renovable puede contribuir a la reducción de las emisiones de

CO₂, aunque es posible que no se observe este efecto en las etapas iniciales de su implementación ni a corto plazo.

Finalmente Hasanov et al. (2023) estudia la contaminación en Azerbaiyán, país productor de petróleo, con el objetivo de establecer políticas clave para reducir las emisiones de CO₂ en función de las energías renovables y la productividad total de los factores de los diferentes sectores económicos, tomando como base también la balanza de las exportaciones. Para esto, el estudio utiliza una técnica moderna de la econometría la cual se llama Autometrics, la cual es una metodología en el campo de la econometría que se utiliza para seleccionar automáticamente el modelo más apropiado para analizar un conjunto de datos. Esta metodología busca evitar los problemas de ajuste al encontrar el equilibrio adecuado entre la complejidad del modelo y la capacidad para explicar los datos observados, utilizando criterios de selección como el criterio de información de Akaike o el criterio de información bayesiano. Según los hallazgos del estudio, se recomienda que las estrategias de reducción de la contaminación en Azerbaiyán consideren el fortalecimiento de la productividad total de los factores y el consumo de energías renovables como elementos clave para reducir la contaminación.

Lo cual es de mucha importancia tomando en cuenta el caso del Ecuador esto debido a que, en nuestro país, las bajas productividades de la misma manera que el poco uso de las energías renovables son las que incrementan los niveles de contaminación y las emisiones de CO₂.

Tabla 1

Cuadro Comparativo de Principales Resultados y Metodologías de los Antecedentes Investigativos

Autores	Metodología	Resultados
Cherni & Essaber Jouini (2017)	Modelo Autorregresivo de Rezagos Distribuidos (ARDL)	El crecimiento del PIB impulsa el crecimiento de las emisiones de CO ₂ y del consumo de energía renovables, sin embargo, el consumo de energías

		renovables no tiene un efecto directo sobre las emisiones de CO ₂ .
Bulut (2017)	Modelo de datos panel con efectos fijos	Las políticas para motivar el consumo de energías renovables no logran masificar el uso de las mismas, por lo que no logran reducir las emisiones de CO ₂ .
Amri (2017)	Método del log distribuido autorregresivo ARDL	Para reducir las emisiones de CO ₂ , es crucial que las autoridades inviertan en el consumo de energías renovables.
Bekhet & Othman (2018)	Métodos de causalidad F-bounds, VECM y Granger	A largo plazo las emisiones de CO ₂ están siendo impulsadas por el producto interno bruto PIB.
Appiah et al. (2019)	Modelo con estimadores FGLS y PCSE	El aumento en el uso de energía renovable, la industrialización y la población aumentan la cantidad de carbono en la atmósfera.
Catalán (2020)	Método Autorregresivo de Rezagos Distribuidos ARDL	El efecto de las energías renovables en la disminución de las emisiones es prácticamente nulo.

Pérez (2021)	Regresión por mínimos cuadrados ordinarios	El consumo de energías renovables tiene un efecto de reducción en las emisiones.
Chen et al. (2022)	Modelo de datos de panel	La relación entre el crecimiento del consumo de energía renovable y las emisiones de CO ₂ solo es significativa y negativa en países con niveles más altos de consumo de energía renovable.
Hasanov et al. (2023)	Autometrics	Las estrategias de reducción de la contaminación en Azerbaiyán deben considerar el fortalecimiento de la productividad y el consumo de energías renovables.

Nota. Elaboración propia por parte del autor

2.1.2 Fundamentos teóricos

2.1.2.1 Teoría económica ecológica

Se considera a Georgescu Roegen como el fundador de la economía ecológica contemporánea. Su obra es crítica a la teoría económica neoclásica, pues incorpora las leyes de la termodinámica y establece argumentos que cuestionan los límites del crecimiento al agregar la ley de la entropía con un enfoque económico. En su opinión, el análisis muestra que la producción capitalista racional promueve un consumo

desmedido, y por ende, son las fuerzas productivas las que se hallan detrás del daño ecológico, y no tanto el accionar de la sociedad (T. Hernández, 2008).

Una vez determinado el impacto en el daño ecológico se promueve la Economía Ecológica (EE) como un campo interdisciplinario que entrelaza diversos elementos de la economía, la ecología, la termodinámica, la ética y otras disciplinas naturales y sociales. Su finalidad es brindar un enfoque biofísico de las interacciones que se producen entre la economía y el medio ambiente (Castiblanco, 2007). Asimismo, toma en cuenta que existe una conexión intrínseca entre la explotación de los recursos naturales (ya sean de tipo energético, material, espacial) y las consecuencias ambientales que resultan de su uso (Martínez Alier & Roca Jusmet, 2014).

Lo que se busca explicar la economía es que, para satisfacer necesidades, los seres humanos utilizan diferentes recursos naturales como lo son los combustibles fósiles, lo que generan residuos y contaminación en el medio ambiente. La realidad es que la economía y el medio ambiente están estrechamente relacionados y son interdependientes; cualquier cambio que se produzca en uno afectará inevitablemente al otro (Paños Cubillo et al., 2015).

El tema del medio ambiente y su grado de decadencia en la actualidad ha sido objeto de muchas discusiones, pero las opiniones sobre sus causas y hacia donde se dirige en el futuro son diversas. Samuelson (2010) como se citó en Edo Hernández (2018), hace énfasis en dos actitudes fundamentales que permiten entender esta problemática y que se desprenden de perspectivas muy diferentes como:

- a) **Pesimista:** Implica que el ser humano está biológicamente conectado con el entorno natural, pero que éste se está desgastando a un ritmo acelerado. Según esta perspectiva, la Tierra es un sistema cerrado y, en algún momento, sus recursos se agotarán. Su propuesta aboga por un "desarrollo sostenible" como posible solución a esta problemática.
- b) **La optimista:** Sostiene que el mercado funciona de manera efectiva. De acuerdo con esta visión, la limitación de los recursos naturales, al igual como la de los bienes, debe ser manifestada a través del mercado por medio de precios más altos, lo cual reduciría su consumo e incentivará la búsqueda de alternativas

sustitutivas. En términos generales, esta posición sugiere que los desafíos asociados a la escasez pueden ser resueltos por medio de la tecnología, el mecanismo del mercado y la existencia de productos sustitutos.

En otra perspectiva, se hace hincapié en la oposición de diversos economistas ecológicos hacia el aumento de las deudas, debido a su escepticismo en relación al crecimiento económico. Según Jackson, se deben hacer llamados a la "prudencia financiera" no sólo por los riesgos de no cumplir con las deudas, sino también porque la necesidad de crecer económicamente es perjudicial en la actualidad, tanto a nivel medioambiental como social (Martínez Alier & Roca Jusmet, 2014).

Según Jackson, hay tres áreas en las que se debería fomentar la inversión "ecológica": la mejora de la eficiencia en el uso de la energía y otros recursos, la transición hacia tecnologías más amigables con el medio ambiente, y la recuperación y mejora de los ecosistemas y del medio urbano. Aunque tal vez la primera área pueda aumentar la productividad del trabajo, las demás no necesariamente lo harán, sino que su objetivo principal es reducir los efectos negativos en el entorno y avanzar hacia tecnologías más duraderas, aunque esto pueda disminuir la productividad global de la economía en su medición convencional. Un ejemplo de esto es el uso de energías renovables, podría requerir más trabajo y una agricultura más ecológica implicaría mayores demandas de trabajo (Martínez Alier & Roca Jusmet, 2014).

2.1.2.2 Gases de efecto Invernadero

El físico irlandés John Tyndall fue la primera persona en identificar en 1859 que ciertas moléculas de gases, como el dióxido de carbono, el metano y el vapor de agua (conocidos hoy como Gases de Efecto Invernadero o GEI), obstruían la radiación infrarroja. Los cuales, son componentes gaseosos que se encuentran en la atmósfera tanto naturales como creados por el ser humano, que contribuyen al efecto invernadero (Benavides & León, 2007) .

El efecto invernadero se produce debido a la diferencia entre las ondas de alta frecuencia de la energía solar que entran en la atmósfera con facilidad y las ondas de baja frecuencia de la energía que sale de la Tierra y es absorbida por los gases de efecto invernadero. Esta absorción provoca el calentamiento global al retener la energía en la

atmósfera, lo que a su vez produce un aumento de la temperatura en la Tierra (Espíndola & Valderrama, 2012).

2.1.2.3 Tipos de Gases de efecto Invernadero (GEI)

Los gases de efecto invernadero, que incluyen una variedad de gases perjudiciales para el medio ambiente, contribuyen significativamente al calentamiento global y el cambio climático (Ahmad et al., 2023). Se detallarán más sobre los gases:

Emisiones de Dióxido de carbono (CO₂): La liberación de dióxido de carbono, que es producida cuando cualquier material compuesto de carbono se quema en exceso de oxígeno, ocurre de forma natural durante erupciones volcánicas, incendios forestales y procesos biológicos. Sin embargo, desde la Revolución Industrial, las emisiones y concentraciones de CO₂ en la atmósfera han aumentado considerablemente debido a la quema rápida de combustibles fósiles para generar energía (Benavides & León, 2007).

El sector energético es responsable de aproximadamente dos tercios de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y es el principal generador de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) de la industria, contribuyendo con el 90% del total de estas emisiones. Las emisiones restantes de GEI se deben a la agricultura, la gestión de la tierra y los bosques, y otros procesos industriales (CEPSA, 2015).

Emisión de Óxido nitroso: El N₂O es un gas de efecto invernadero que juega un papel directo en el cambio climático, siendo su presencia en la estratósfera responsable de la degradación de la capa de ozono (Núñez-Ramos et al., 2021). Siendo la agricultura la principal fuente de emisión de óxido nitroso, un gas de efecto invernadero que se produce de forma natural en el suelo durante los procesos de nitrificación y desnitrificación (IPCC, 2007).

Emisión de Metano: El metano es un gas de efecto invernadero muy potente y desempeña un papel clave en la capacidad de oxidación de la troposfera. Este gas se elimina de la atmósfera a través de la reacción con radicales hidroxilos (OH), lo que hace que se transforme en CO₂. Las emisiones de metano generadas por la

fermentación intestinal de los rumiantes representan una fuente importante de este gas a nivel global, y se estima que corresponden al 37% del metano presente en la atmósfera. Otra fuente relevante de emisiones de metano se relaciona con la producción y distribución de gas natural, petróleo y carbón mineral (Benavides & León, 2007).

Emisión de Compuestos Halogenados: Los halocarbonos tienen un impacto en el forzamiento radiactivo, tanto directa como indirectamente. Por su parte, los clorofluorocarbonos (CFCs) son compuestos que no existen de forma natural en el medio ambiente y también contribuyen al efecto invernadero. Aunque estos compuestos halogenados tienen poca reactividad en la troposfera, en la estratosfera liberan átomos de cloro y bromo (debido a procesos fotoquímicos) que degradan el ozono por medio de una catálisis destructiva (Benavides & León, 2007).

2.1.2.4 Combustibles fósiles de energía primaria

El petróleo, gas y carbón son recursos energéticos no renovables que se originaron a partir de la energía solar capturada por la fotosíntesis de plantas hace muchos millones de años. Después de su acumulación en cuencas marinas someras, la materia orgánica se transformó gradualmente en hidrocarburos, debido al aumento de la presión y la temperatura por el sepultamiento. Sin embargo, el proceso de formación, migración y acumulación de petróleo, gas y carbón puede llevar entre cientos de miles hasta millones de años en el planeta que no se puede incrementar (Ferrari, 2013).

En la actualidad, el uso de combustibles fósiles continúa siendo un elemento fundamental en los procesos económicos de los países más poblados del mundo, al igual que en el pasado lo fue para los países industrializados. Debido a que han sido la principal fuente de energía exosomática utilizada por los humanos durante mucho tiempo (Fernández & Jusmet, 2010). Siendo fundamental para satisfacer las necesidades de una sociedad que busca mejorar su nivel de vida, ya que consume una gran cantidad de energía, de la cual alrededor del 88% proviene de la combustión de combustibles fósiles (Reyes, 1999).

De acuerdo con los conceptos, se clasifican los combustibles fósiles como:

Petróleo: El petróleo es una sustancia fósil que tiene un gran impacto en las economías y políticas mundiales. Su origen se remonta a la transformación de la materia orgánica de origen marino, como el zooplancton y las algas, que se depositó en grandes cantidades en los fondos marinos y zonas lacustres durante el pasado geológico. Enterrada debajo de capas de sedimentos, la materia orgánica se transformó químicamente en hidrocarburos líquidos y gaseosos que ascendieron a la superficie gracias a la porosidad de las rocas sedimentarias y su menor densidad (Jaimes & Miguel, 2012).

El petróleo es una fuente de energía primordial en la sociedad moderna y es un recurso natural no renovable que representa la mayor parte de la energía consumida en todo el mundo. Desde sus primeras aplicaciones industriales en el siglo XIX, su importancia no ha dejado de crecer, extendiéndose y diversificándose. Su papel crucial en el transporte terrestre, marítimo y aéreo como por su papel en la producción de muchos productos industriales fundamentales para la sociedad (Martínez & Caro, 2010).

Carbón: El carbón es una roca sedimentaria que se forma a partir de la acumulación de materiales vegetales, como troncos, hojas, cortezas y esporas, en áreas pantanosas, lacustres o marinas poco profundas. A medida que se van sumando más restos vegetales y sedimentos y el terreno se va hundiendo, se crean las condiciones adecuadas para que se produzca su formación, con la presión y temperatura adecuadas. La mayoría de los carbones minerales son utilizados como combustible pulverizado en las centrales térmicas para generar energía eléctrica. La quema del carbón produce no sólo energía, sino también la liberación de varias sustancias perjudiciales, tales como dióxido de carbono, óxidos de azufre y de nitrógeno, metales y cenizas, originadas a partir de los componentes minerales del combustible (León Altamirano, 2008).

Gas Natural: El gas natural se compone de varios gases livianos, siendo principalmente metano y otros gases como etano, propano, butano y gasolina natural en proporciones menores. Es considerado el combustible fósil más limpio y sus reservas pueden ser mayores que las de otras fuentes de energía (Reyes, 1999). El gas natural se ha posicionado como una opción energética viable para encaminarnos hacia un futuro sostenible donde las energías

renovables tengan una participación importante en el total de la energía consumida, o hasta que la tecnología nuclear pueda superar sus limitaciones. Además, el gas natural está fuertemente relacionado con los últimos avances tecnológicos en el campo de la energía, como las pilas de combustible, la generación distribuida y la economía del hidrógeno (Huertos, 2003).

2.1.2.5 Efectos de los gases de efecto invernadero

El efecto más considerable es el calentamiento atmosférico que tiene diversas consecuencias a nivel mundial, como la expansión de los desiertos, el derretimiento del hielo polar, el aumento del nivel del mar debido a la expansión térmica y el deshielo polar, fenómenos climatológicos extremos, impacto en la biología y posibles efectos adicionales desconocidos que podrían afectar tanto el bienestar humano como la economía global (Echeverri Londoño, 2006).

Por tal motivo, lleva a que el cambio climático se posicione en los primeros lugares de la lista de problemas sociales, como la evolución demográfica, la brecha entre naciones ricas y pobres o la globalización, aun cuando hay incertidumbres al respecto. Esto se debe fundamentalmente a que las actividades humanas son su principal causa, generando impactos medioambientales que afectan la salud de la población. Además, es un asunto que influye tanto en países desarrollados como subdesarrollados, siendo un tema de equidad, distribución de cargas, tensiones entre explotadores de recursos y sociedades explotadas, como el control del uso de combustibles (Useros, 2013).

En Latinoamérica, se ha evidenciado un retroceso de los glaciares andinos, un incremento en las precipitaciones, mayor probabilidad de deslizamientos de tierra, inundaciones y erosión costera. Además, se han visto consecuencias como la reducción en los recursos pesqueros, aumento de enfermedades tropicales, deterioro de los bosques de la Amazonía y desplazamiento de la frontera agrícola, entre otras que han sido estudiadas por expertos en cuanto a los efectos del cambio climático. Se encuentra frente a una situación que requiere atención y medidas concretas para afrontar los riesgos y proteger nuestro entorno (Pérez, 2018).

De la misma manera, se pueden anticipar mayores eventos climáticos extremos tales como altas temperaturas, fuertes precipitaciones, sequías y deficiencias de humedad en los suelos, así como la intensificación de eventos ciclónicos y brotes de

enfermedades en distintas partes del planeta. Aún hay incertidumbre en cuanto a la intensificación de las tormentas en las áreas geográficas medias. El cambio climático, por sus efectos sobre los sistemas socioeconómicos y los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como la salud de la población, requiere medidas urgentes para evitar consecuencias más graves, en particular los climas extremos y la variabilidad climática. El aumento del nivel del mar, asimismo, puede generar impactos negativos en asentamientos humanos, la industria turística, el suministro de agua dulce, la pesca, la infraestructura, los suelos y las regiones pantanosas, causando pérdidas económicas y el desplazamiento de personas (Porrúa, 2001).

2.1.2.6 Producto interno Bruto

El Producto Interno Bruto (PIB) es un indicador económico que mide el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por un país dentro de un período específico, como un trimestre o un año. El PIB abarca todos los productos generados dentro de las fronteras del país, incluyendo aquellos destinados para la venta en el mercado, así como los servicios que son proporcionados por el gobierno, como los servicios de defensa y educación. En resumen, el PIB se enfoca en la medición del valor económico total de la producción de bienes y servicios finales de un país (Callen, 2008).

Otro concepto del PIB se refiere a que es una medida económica que calcula el gasto total dentro de una economía nacional. Los gastos se clasifican en diferentes categorías, incluyendo el consumo (C), la inversión (I), el gasto público gubernamental (G) y la exportación neta (X - M). El PIB se enfoca en el cálculo del valor total de estos gastos dentro de un país determinado en un período de tiempo específico (Coyle, 2017). Su fórmula es la siguiente:

$$PIB = C + I + G + (X - M)$$

El cálculo del Producto Interno Bruto no abarca las consecuencias sociales y ambientales, lo cual es una condición importante. Esto se debe a que el impacto de la actividad económica sobre el medio ambiente y los recursos naturales no se incluye en la medición del PIB tradicional. Por lo tanto, se requiere un indicador que tome en

cuenta estos factores para tener un panorama más completo de la situación (Almagro, 2006).

2.1.2.7 PIB per cápita

La definición del Producto Interno Bruto per cápita consiste en el cálculo del valor agregado de todos los bienes y servicios que han sido producidos en una economía durante un año, dividido por el número de habitantes de la misma. Este indicador económico puede ser medido a valores de mercado o a precios básicos, lo que refleja distintas perspectivas sobre la economía y su funcionamiento. Se emplea a nivel internacional para evaluar el potencial económico de un país. Dado que se ha observado una correlación entre el incremento del PIB per cápita y el aumento del estándar de vida de la población, este indicador se utiliza como una medida indirecta de la calidad de vida en una economía (Robles Vásquez et al., 2009). Y su fórmula es la siguiente

$$PIB_{PC} = \frac{PIB}{P}$$

PIB_{PC} = Producto Interno Bruto Per cápita

PIB = Total del Producto Interno Bruto

P = Población estimada

2.1.2.8 Consumo de energías

El consumo de energía se entiende por la energía utilizada. El desarrollo económico y social de un país es esencialmente dependiente del consumo de energía. En el caso de países industrializados con economías de gran escala, este consumo es alto, ya que se requiere una cantidad significativa de energía para mantener su funcionamiento. En cambio, los países en vías de desarrollo necesitan aumentar su consumo energético para apoyar su crecimiento (Pastén, 2012).

La actividad económica y el desarrollo requieren de la energía como recurso fundamental, la cual actualmente produce casi la mitad de las emisiones globales de

gases de efecto invernadero. Este sector se considera uno de los principales contribuyentes al cambio climático, pero también presenta grandes oportunidades para su mitigación (Ensinck, 2020).

2.1.2.9 Concepto e importancia de las energías renovables

La energía renovable se refiere a aquella que se produce a partir de recursos capaces de regenerarse de forma natural en un período de tiempo relativamente corto. Entre las fuentes renovables de energía más comunes se encuentran la luz solar, la lluvia, los ríos, el viento, las mareas, las olas y el calor geotérmico que emana de la tierra. En la actualidad, estas fuentes de energía renovable son muy relevantes debido a que no producen gases de efecto invernadero, que son los que contribuyen al calentamiento global. Por lo tanto, se presentan como una alternativa frente al uso de combustibles fósiles, los cuales tienen una relación directa con el cambio climático y el deterioro ambiental del planeta (Ellabban et al., 2014).

A nivel global, se promueve la transición de la energía hacia fuentes renovables para lograr la meta de reducir la huella ambiental, siendo este uno de los objetivos más relevantes en la agenda de muchos países en el mundo. La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) plantea la transición energética (TE) hacia energías limpias como el camino para transformar el sector energético mundial de combustibles fósiles a energías renovables, proyectando su consolidación en la segunda mitad del presente siglo. La TE presenta un enfoque innovador que permite abordar tres problemáticas principales, como son: la reducción de la contaminación, la seguridad energética y el crecimiento económico sostenible. De ellas, la reducción de la contaminación representa un tema prioritario a nivel global debido al impacto inmediato que tiene en la salud y supervivencia del planeta (Hasanov et al., 2021).

Los responsables políticos han comenzado a prestar atención a las fuentes de energía renovable, consideradas como fuentes limpias de energía, con el fin de combatir los problemas ambientales y garantizar un desarrollo sostenible. Esto se debe a que resulta fundamental implementar políticas energéticas que reduzcan la dependencia de los combustibles fósiles y minimicen los impactos ambientales para lograr un crecimiento sostenible (Bulut, 2017). Por lo tanto, la necesidad de tecnología y producción de energía renovable ha venido a transformar las políticas energéticas de los países, y

muchos gobiernos han fomentado la producción de energía renovable mediante incentivos fiscales, subsidios sectoriales, subsidios a la inversión y otros tipos de apoyos (Bulut, 2017).

Entre las fuentes de energía renovable, se menciona la biomasa, la hidroeléctrica, la geotérmica, la solar y la eólica. Existen dos expectativas con respecto a la energía renovable: en primer lugar, que pueda cubrir las necesidades energéticas de las actividades económicas y, en segundo lugar, que ayude a disminuir los problemas ambientales resultantes del uso de los combustibles fósiles (Bulut, 2017).

2.1.2.10 Tipos de energías renovables

Existen diferentes energías que son renovables que se encuentran en el medioambiente de los cuales se derivan:

Energía de Biomasa: La biomasa es definida como toda aquella materia orgánica proveniente de plantas, árboles y cultivos, que ha recolectado y almacenado la energía del sol mediante el proceso de la fotosíntesis. La energía originada a partir de la biomasa, conocida también como bioenergía, se caracteriza por su capacidad de convertirse en distintas formas útiles de energía, tales como el calor, la electricidad y los biocombustibles líquidos (Ellabban et al., 2014).

Para la obtención de energía renovable a partir de la biomasa, ésta puede ser obtenida directamente desde la tierra gracias a la implementación de cultivos dedicados que estén específicamente destinados a tal fin. También es posible utilizar la biomasa generada en forma de residuos, producto del procesamiento de cultivos para alimentos u otros productos. Además de quemarse directamente para obtener energía, la biomasa satisface perfectamente las necesidades de producción de distintos tipos de combustibles líquidos y gaseosos, conocidos como biocombustibles. Los biocombustibles se pueden transportar y almacenar, permitiendo la generación de calor y energía bajo demanda (Ellabban et al., 2014).

Energía geotérmica: Es una manera efectiva y poderosa de extraer energía renovable de la tierra a través de procesos naturales. Esta fuente de energía se puede utilizar para para la producción de energía a gran escala por medio de una

planta de energía geotérmica. Es considerada como una fuente de energía rentable, confiable y respetuosa con el medio ambiente. Los recursos de energía geotérmica provienen de la energía térmica almacenada en rocas, vapor o agua líquida atrapados dentro del interior de la tierra, y su disponibilidad varía según la temperatura y la profundidad de los depósitos geotérmicos (Ellabban et al., 2014).

Energía hidroeléctrica: Se obtiene a partir del movimiento del agua, la cual crea energía que puede ser aprovechada para producir electricidad mediante turbinas. Aunque las represas son la forma más común de producción de energía hidroeléctrica, existen nuevas formas que utilizan la energía de las olas y las mareas. Esta energía se genera en el ciclo hidrológico impulsado por la radiación solar, siendo el flujo de agua en los ríos, que se desplaza de las zonas más altas a las más bajas impulsado por la fuerza de la gravedad, la fuente de energía aprovechada para la generación de electricidad (Ellabban et al., 2014).

Energía solar: La producción de energía solar utiliza la radiación del sol para generar agua caliente por medio de sistemas térmicos solares, o electricidad a través de sistemas fotovoltaicos solares (PV) y sistemas de energía solar concentrada (CSP). Estas tecnologías han sido comprobadas técnicamente, y han sido instalados numerosos sistemas en todo el mundo en décadas recientes (Ellabban et al., 2014).

Energía eólica: La energía proviene del viento y se utiliza en la producción de electricidad mediante turbinas eólicas, en la obtención de energía mecánica usando molinos de viento, en la extracción de agua o para drenaje mediante bombas eólicas, y para impulsar barcos mediante velas. La energía cinética del aire en movimiento debe convertirse en energía mecánica y luego en energía eléctrica para producir electricidad a partir del viento, y esto obliga a la industria a diseñar turbinas eólicas y plantas de energía a precios accesibles. La cantidad de energía disponible en el viento se incrementa teóricamente con la velocidad del viento elevada a la tercera potencia (Ellabban et al., 2014).

2.1.2.11 Cambio climático

La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) establece que el "cambio climático" es una variación climática que se debe en forma directa o indirecta a la intervención humana, y que modifica la composición de la atmósfera global. Esta variación se une a las fluctuaciones naturales que tiene el clima en periodos de tiempo semejantes (Díaz, 2012).

El clima cambia con el tiempo debido a distintos factores, que incluyen la latitud geográfica, altitud, distancia del mar, orientación del relieve terrestre en relación al sol, dirección de los vientos y corrientes oceánicas. Estos factores y sus cambios a lo largo del tiempo afectan los distintos componentes del clima, como temperatura, presión atmosférica, vientos, humedad y precipitaciones. Como resultado, las fluctuaciones en el clima pueden ser consideradas bien sistemáticas o caóticas (Useros, 2013).

En el ámbito académico, existe un debate en torno a la definición del Cambio Climático, que se relaciona con la inclusión o exclusión de las actividades antropogénicas como factores determinantes del mismo. Este debate se puede resumir en dos aproximaciones al concepto. La primera, que algunos llaman "clásica", sostiene que el Cambio Climático se refiere a las alteraciones que pueden ocurrir en variables meteorológicas durante un lapso de tiempo determinado, principalmente por causas naturales del sistema climático. La segunda, se denomina "integral", amplía la definición anterior y considera que la acción del hombre directamente afecta el clima, ya que las emisiones generadas por las fuentes de energía fósil impactan los componentes del sistema climático (Forero Cantor et al., 2017).

2.1.2.12 Desarrollo sostenible

Según López Ricalde et al. (2005) mencionan que, en el año 1987, se introdujo el concepto de "desarrollo sostenible" como una meta internacional. Se define como el proceso de desarrollo que satisface las necesidades actuales sin poner en peligro las opciones de las necesidades futuras. Esto implica la gestión responsable y sostenible de los recursos naturales, así como la protección del medio ambiente y las personas.

El concepto de desarrollo sostenible ha evolucionado con el tiempo, en función de una mayor comprensión de que el ser humano no es el dueño, sino parte de un sistema. La meta del desarrollo sostenible es armonizar el crecimiento económico con la preservación de los recursos naturales, la disminución del daño ambiental, la equidad social y la gobernabilidad política en todos los niveles, desde el local hasta el global. Esto implica la necesidad de generar condiciones sociales más favorables a lo largo del tiempo (López Ricalde et al., 2005).

La idea central del concepto de Desarrollo Sostenible es que debe mantenerse indefinidamente desde los puntos de vista social, económico y ecológico. Para lograr esto, se deben incorporar mecanismos para mejorar la calidad de vida de la población, preservar y restaurar los recursos naturales, mantener la diversidad biológica, la equidad de género, raza y creencias, y distribuir responsablemente los recursos. Este enfoque requiere cambios en actitudes, ética, educación, conciencia y responsabilidad, y debe ser un compromiso de todos los grupos sociales en el planeta (López Ricalde et al., 2005).

2.1.2.13 Objetivo de sostenibilidad

La comunidad mundial adoptó una planificación de metas llamada Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, integrada por un conjunto de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (SDGs) y 169 objetivos específicos. Se enfocan en la integración y balance entre las aspiraciones económicas, sociales y ambientales, estableciendo por tanto una agenda transformadora en beneficio de la humanidad (Allen et al., 2016).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecen un conjunto de metas a alcanzar para el año 2030. Estas metas involucran la erradicación de la pobreza, mejorar el acceso a la educación, empleo e información, así como también, mejorar la calidad de vida en cuanto a salud y vivienda, también se menciona sobre la adopción de prácticas sostenibles para la producción y consumo de alimentos. Además, los ODS consideran de suma importancia garantizar la seguridad hídrica, el acceso universal a energías limpias, ecosistemas saludables y productivos, así como también, una gobernanza efectiva para lograr sociedades sostenibles (Griggs et al., 2013).

Tabla 2*Objetivos de Desarrollo Sostenible de Acuerdo con el Cambio Climático*

Objetivos	Propósito
1. Objetivo 7.- Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos	Es necesario que la generación de energía, la calefacción y el transporte provengan exclusivamente de fuentes de energía renovable. El objetivo es apoyar el desarrollo sostenible mediante la financiación de la adopción de tecnologías energéticas más limpias.
2. Objetivo 9.- Industria, innovación e infraestructuras	Es necesario enfatizar en el acceso equitativo y económico para todas las personas, en el desarrollo de infraestructuras fiables, de calidad, resistentes y sostenibles, tanto regionales como transfronterizas, con el propósito de respaldar el bienestar humano y el crecimiento económico.
3. Objetivo 11.- Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles	Se pretende disminuir el impacto negativo del ambiente per cápita en las ciudades, enfocándose de modo especial en la gestión de los desechos de origen municipal y otros, además de prestar atención a la calidad del aire.
4. Objetivo 12.- Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles	El cometido es el de crear y emplear herramientas para supervisar los efectos que tienen en el desarrollo sostenible, con el propósito de lograr un turismo sostenible que proporcione empleos y fomente la cultura y los productos locales.
5. Objetivo 13.- Adoptar medidas urgentes para	Se busca mejorar la instrucción, la toma de conciencia y la habilidad tanto humana como institucional acerca de la atenuación del cambio

combatir el cambio climático y sus efectos	climático, la adaptación al mismo, la disminución de sus consecuencias y la capacidad de alerta temprana.
6. Objetivo 14.- Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible	Preservar de forma sostenible los ecosistemas costeros y marinos, evitando posibles y significativos efectos adversos, e incrementando su capacidad de recuperación. Además, se proponen medidas para restaurar dichos ecosistemas, lo que permitiría recuperar la salud y productividad de los océanos.
7. Objetivo 15.- Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de la biodiversidad	El propósito es garantizar la preservación, la rehabilitación y el aprovechamiento sostenible de los ecosistemas terrestres y de los ecosistemas de agua dulce, que brindan diversos servicios; principalmente bosques, humedales, montañas y regiones áridas, en concordancia con los compromisos adquiridos en tratados internacionales.
8. Objetivo 17.- Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible	El objetivo es promover la movilización de recursos dentro del país, con la colaboración internacional a través de la asistencia técnica a países en vías de desarrollo, para mejorar la capacidad local en la obtención de ingresos fiscales y no fiscales.

Nota. Elaborado por el autor con información tomada de la CEPAL (2015)

La Asamblea de Naciones Unidas ha establecido como uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) la meta de lograr un acceso universal a la energía. En ese sentido, las energías renovables adquieren una importancia fundamental, ya que gracias a los avances tecnológicos recientes, en la actualidad muchas de ellas son más eficientes (Ensinck, 2020). Por tal motivo, en la actualidad, muchas economías, países

y regiones buscan reducir el consumo de energías generadas en base a combustibles fósiles y transformar su matriz energética con el objetivo de reemplazarlas por energías renovables. Estas energías son creadas a partir de fuentes que no liberan gases de efecto invernadero a la atmósfera, deteniendo así el cambio climático y el calentamiento global que afectan nuestro planeta en la actualidad (Kumar & Samsher, 2021).

2.1.2.14 Matriz energética

La noción de matriz energética se refiere a la mezcla de diversas fuentes de energía primaria y secundaria utilizadas por una economía o una región geográfica particular. Se enfoca en el análisis de las fuentes de estas energías y su respectiva participación, mientras se toma en cuenta la forma en que evoluciona dicha participación con el tiempo, en relación con las políticas y legislaciones que se plantean con el fin de lograr objetivos concretos. Estos objetivos específicos pueden incluir la disminución del uso de los combustibles fósiles o la consecución de independencia energética con respecto a la exportación de energía (Kumar & Samsher, 2021)

La matriz energética es la cantidad total de energía que se demanda y se utiliza (Castro, 2011). Esta se conforma por las fuentes de generación de energía que pueden ser renovables o no renovables. Las fuentes de energía no renovables, como los hidrocarburos, son finitas, mientras que las fuentes renovables se renuevan, como es el caso del sol, el agua y el viento (Cortés & Arango, 2017). La velocidad con la que se da la transición energética puede variar significativamente de un país a otro. En general, se ha observado que las economías grandes y desarrolladas suelen ser más lentas en este aspecto, mientras que las más pequeñas suelen avanzar con mayor rapidez. La causa de esta brecha se relaciona con la infraestructura en los países en desarrollo, que puede ser menos extensa y requerir de menor tiempo para la transición hacia fuentes de energía renovable (Sgouridis & Csala, 2014).

Los países de América Latina han demostrado un gran interés por incorporar las energías renovables en sus matrices energéticas con el objetivo de diversificar sus fuentes de generación. Esta iniciativa trae consigo una serie de beneficios, como una mayor disponibilidad de energía para las comunidades interconectadas y una preservación del medio ambiente al reducir los efectos contaminantes generados por las fuentes de energía basadas en combustibles fósiles (Cortés & Arango, 2017).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Recolección de la información

3.1.1 Población y muestra

Población

La población es un grupo de individuos o datos que permite analizar el tema de estudio (López, 2004) para el caso de la presente investigación que tiene por objetivo establecer cómo el consumo de energías renovables incide en las emisiones de gases de efecto invernadero para la economía ecuatoriana, la población se conforma por el grupo de variables a utilizarse en el modelo de regresión lineal múltiple log-log estimado por medio de la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios, las cuales son: las Emisiones de CO₂ en Toneladas métricas para el Ecuador, el Producto Interno Bruto corriente en unidades monetarias nacionales, el Consumo de energías renovables como porcentaje del total de la energía utilizada y el Consumo de energías fósiles como porcentaje del total de la energía utilizada.

Muestra

De la misma manera, para conformar la población del estudio se toma en cuenta la delimitación temporal de las variables dentro del periodo de análisis entre los años 2000 y 2018. Por lo mismo, la muestra de la investigación se conforma por las observaciones anuales de la variable antes mencionada dentro del periodo de estudio.

3.1.2 Fuentes primarias y secundarias

Para esta investigación se utilizará de manera exclusiva datos de fuente secundarias. Las fuentes secundarias se refieren a datos previamente recopilados y publicados por otras investigaciones, instituciones privadas o gubernamentales e investigadores (Osorio A. & Añez B., 2016). La información que se obtendrá de estas fuentes en este caso, son los datos de las variables a utilizarse en esta investigación que serán proporcionados por las fuentes descritas a continuación:

Tabla 3*Variables y Fuentes de la Investigación*

Variable	Fuente
Emisiones de CO ₂ en Toneladas métricas para el Ecuador,	Banco Mundial (BM)
Producto Interno Bruto corriente en unidades monetarias nacionales.	Banco Central del Ecuador (BCE)
Consumo de energías renovables como porcentaje del total de la energía utilizada.	Banco Mundial (BM)
Consumo de energía primaria derivada del petróleo	Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

Nota. Elaborado por el autor

3.1.3 Instrumento y métodos para recolectar la información

Como instrumento para la recolección de la información de este estudio se utilizó el análisis de fuentes secundarias. Esta es una técnica la cual permite la recolección de la información de las bases de datos de distintos organismos para la creación de series de tiempo que permitan analizar distinto fenómenos económicos. El análisis de fuentes secundarias es una técnica ampliamente utilizada en la investigación económica ya que permite obtener información fiable a partir de fuentes confiables. Esta técnica además tiene amplia trayectoria en las investigaciones económicas que utilizan fuentes de información de tipo secundarias.

3.2 Tratamiento de la información

A continuación, dentro del apartado del tratamiento de la información se explicarán los distintos procedimientos a utilizarse con el fin de cumplir cada uno de los objetivos específicos planteados y de la misma manera responder a la pregunta de investigación.

Objetivo específico uno: *Describir la evolución del consumo de energías renovables y las emisiones de CO₂ para la economía ecuatoriana en el periodo de estudio.*

El Análisis Exploratorio de Datos (AED) será usado para describir la evolución del consumo de energías renovables y las emisiones de CO₂ para la economía ecuatoriana en el periodo de estudio. Por medio de este análisis no solo se observa el comportamiento de estos agregados para la economía ecuatoriana sí no que de la misma manera se detalla las condiciones políticas y económicas tanto internas como externas que determinaron su evolución en el periodo de estudio. Esto se logrará en primer lugar al generar un análisis gráfico y estadístico descriptivo de las variables de estudio para ello se utilizarán varios estadísticos descriptivos como la media, la mediana, la moda, la desviación estándar, la varianza, el coeficiente de asimetría y el coeficiente de curtosis.

De manera posterior, por medio de una análisis bibliográfico y documental basado en pappers e informes institucionales se busca explicar las situaciones que determinaron los cambios en estas variables.

Objetivo específico dos: Establecer la correlación existente en los principales factores de Emisión de CO₂.

La investigación usará la correlación de Spearman (Rho de Spearman) para desarrollar el nivel correlacional de la investigación y con esto establecer la correlación existente en los principales factores de Emisión de CO₂. Se puede utilizar el coeficiente de correlación de Rho de Spearman para conocer el nivel de relación que existe entre dos variables, además de esto, también se puede identificar si estas variables son dependientes o independientes entre sí (Mondragón, 2014). El proceso para calcular la correlación de Spearman incluye la recopilación de datos de las variables de análisis antes mencionadas, la verificación de datos para asegurarse de que estén completos y sin errores, y el cálculo de la correlación de Spearman utilizando la siguiente fórmula estadística.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_1^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

n = número de individuos que son categorizados

x_i = el rango de sujetos i con respecto a una variable

y_i = el rango de sujetos i con respecto a una segunda variable

$$d_i = x_i - y_i$$

Una vez calculada la correlación de Spearman, se puede interpretar los resultados para determinar la magnitud de la relación lineal entre los principales factores de Emisión de CO2. Si la correlación es positiva y estadísticamente significativa, significa que existe una relación positiva entre los dos factores. Si la correlación es negativa y estadísticamente significativa, significa que existe una relación negativa entre los dos factores. Para ello, la siguiente tabla detalla las posibles relaciones que se encontraran en este estudio.

Tabla 4

Interpretación de los coeficientes de Rho de Spearman.

Rango	Relación
-0,91 a -1,00	Correlación negativa perfecta
-0,76 a -0,90	Correlación negativa muy fuerte
-0,51 a -0,75	Correlación negativa considerable
-0,11 a -0,50	Correlación negativa media
-0,01 a -0,10	Correlación negativa débil
0	No existe correlación
+0,01 a +0,10	Correlación positiva débil
+0,11 a +0,39	Correlación positiva media
+0,51 a +0,75	Correlación positiva considerable
+0,76 a +0,90	Correlación positiva muy fuerte
+0,91 a +1,00	Correlación positiva perfecta

Nota. Elaborado por el autor con información de Mondragón (2014)

Objetivo específico tres: *Explicar el efecto del consumo de energías renovables en las emisiones de gases de efecto invernadero en la economía ecuatoriana en el periodo 2000-2018 por medio del método econométrico.*

De acuerdo al objetivo planteado se utilizará la regresión lineal múltiple se utiliza comúnmente para comprender fenómenos que involucran más de dos variables, puesto que la relación entre la variable dependiente y la variable independiente en cuestión es de naturaleza lineal, según se evidencia en la función de regresión (Montero Granados, 2016). Su ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + u_j$$

Puede ser estimada utilizando mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Un beneficio importante de utilizar este método es que se pueden obtener medidas de ajuste precisas y confiables (Montero Granados, 2016), el cual implica mediante una ecuación determinada:

$$\hat{b} = (X'X)^{-1}X'y$$

El vector de estimación de coeficientes (representado por \hat{b}) se obtiene a partir del producto de la matriz de variables dependientes (representada por X) y su traspuesta (representada por X'). Por su parte, también se menciona la presencia de un vector de variables dependientes representado por "y" (Montero Granados, 2016).

La investigación empleará el modelo o método regresión lineal múltiple con una forma funcional log-log, estimada por medio de la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para medir el efecto porcentual del consumo de energías renovables en las emisiones de gases de efecto invernadero en la economía ecuatoriana en el periodo 2000-2018.

La ecuación del modelo a estimarse es la siguiente:

$$\mathbf{Log(CO2)}_i = \mathbf{B1} + \mathbf{B2log(PIB)}_i + \mathbf{B3log(ER)}_i + \mathbf{B4log(ENR)}_i + \mathbf{U}_i$$

$\mathbf{logCO2}$ = logaritmo natural de las emisiones de CO2 en toneladas métricas

$\mathbf{logB_1PIB}_i$ = logaritmo natural del PIB

\mathbf{logER}_i = logaritmo natural de la tasa del consumo de energías renovables.

\mathbf{logENR}_i = logaritmo natural de la tasa del consumo de energía no renovable.

Para el desarrollo del modelo econométrico y las pruebas de verificación de los supuestos MCO se utilizará el software R Studio. Existen varios supuestos asociados con una regresión lineal múltiple estimando la técnica (MCO).

3.3 Operacionalización de las variables

Operacionalización de la variable dependiente: Emisiones de CO2

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Método/ Instrumento
Compuesto químico incoloro formado por oxígeno y carbono, el cual es un gas inodoro y se considera el principal gas contaminante de efecto invernadero que se libera como resultado de las acciones del hombre.(Benavides & León, 2007).	Emisiones de CO ₂	Emisiones de CO ₂ en kilotoneladas	¿En qué medida el consumo de energías renovables afecto a las emisiones de CO ₂ en toneladas métricas para el Ecuador en el periodo de estudio 2000 y 2018?	Análisis de contenidos de fuentes secundarias
		La variación de las emisiones de CO ₂ de años a años	¿Cuál fue la evolución de las emisiones de CO ₂ en toneladas métricas para el Ecuador en el periodo de estudio 2000 y 2018?	
		Emisiones de CO ₂	¿Qué factores incidieron en las emisiones de CO ₂ en toneladas métricas para el Ecuador en el periodo de estudio 2000 y 2018?	

Nota. Elaborado por el autor.

Operacionalización de la variable independiente: Energía renovable

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Método/ Instrumento
Se refiere al consumo de energía producida a partir de fuentes renovables y sostenibles, como la solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica. Se produce a partir de recursos capaces de regenerarse de forma natural en un período de tiempo relativamente corto (Ellabban et al., 2014)	Energía renovable	Consumo total de energía renovable	<p>¿Cuáles son las energías renovables que se utilizan?</p> <p>¿Cuáles fueron los factores que más incidieron en el consumo de energías renovables?</p> <p>¿Cuál fue la evolución del consumo de energías el en Ecuador entre 2000 a 2018?</p> <p>¿Qué efectos tiene el consumo de energía en el Ecuador entre 2000 a 2018?</p>	Análisis de contenidos de fuentes secundarias

Nota. Elaborado por el autor

Operacionalización de las variables de control: Producto interno Bruto

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Método/ Instrumento
El producto interno bruto (PIB) es la suma de valor final de todos los bienes y servicios que se han generado en una economía durante un periodo determinado, generalmente un año.	Indicador de crecimiento económico	PIB corriente (Unidades Monetarias nacionales)	<p>¿Cómo los cambios en el crecimiento económico medido por el PIB han incidido en las emisiones de CO₂ en toneladas métricas para el Ecuador en el periodo de estudio 2000 y 2018?</p> <p>¿El crecimiento económico que efecto tienen en el consumo de energías renovables en Ecuador en el periodo de estudio 2000 y 2018?</p> <p>¿Cómo le afecta el consumo de energía primaria derivada del petróleo al Producto interno bruto de la economía del Ecuador?</p>	Análisis de fuentes secundarias

Nota. Elaborado por el autor.

Operacionalización de las variables de control: *Energía no renovable*

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Método/ Instrumento
Se entiende como energía de fuentes fósiles a cualquier tipo de energía proveniente de la combustión de algún tipo de hidrocarburo. Estos hidrocarburos pueden provenir del petróleo.	Indicador de la matriz energética	Energía no renovable (Consumo de energía primaria derivada del petróleo)	<p>¿En qué medida el consumo de energía primaria derivada del petróleo aumentó las emisiones de CO₂ en la economía ecuatoriana en el periodo de estudio?</p> <p>¿Ha disminuido o aumentado el consumo de energía primaria derivada del petróleo durante los años de periodo de estudio?</p> <p>¿Qué factores dificultan la reducción del consumo de energía primaria derivada del petróleo en la economía ecuatoriana?</p>	Análisis de fuentes secundarias

Nota. Elaborado por el autor.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Resultados y discusión

Dentro del siguiente apartado se presenta los resultados de los objetivos específicos planteados dentro de la investigación, los cuales tratan en primer lugar de describir la evolución de consumo de energías renovables y las emisiones de CO₂ como variable de estudio para la economía ecuatoriana para el periodo 2000- 2018, debido a que el principal propósito es entender los cambios que se produjeron en las dos variables, y como diversas políticas, condiciones económicas y sociales han motivado a este cambio.

De manera posterior para el objetivo específico dos se busca identificar los principales factores que inciden en las emisiones de CO₂ en la economía ecuatoriana, con el fin de comprender cuales son los fenómenos que más se relacionan a la contaminación en el Ecuador durante el periodo de estudio. Finalmente, dentro del objetivo específico tres se aplica la modelización econométrica planteada con la finalidad de conocer la relación de las variables de estudio, así como otras pruebas econométricas que permitirán definir de manera técnica como el consumo de energías renovables en la economía ecuatoriana inciden en las emisiones de CO₂.

De la misma manera al presentar los resultados de los objetivos también se explicará las opiniones de diversas investigaciones, informes institucionales y documentos indexados de los resultados obtenidos, con el fin de crear un apartado de discusión de los resultados obtenidos que permita valorar las conclusiones en la investigación en base a otros resultados al analizar el tema de estudio.

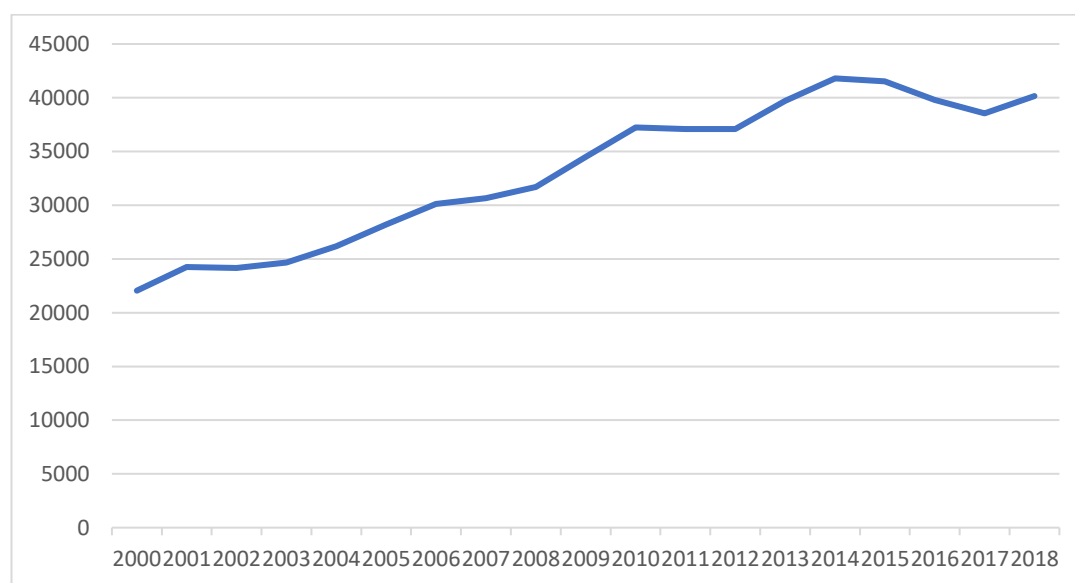
4.1.1 Objetivo específico uno: Describir la evolución del consumo de energías renovables y las emisiones de CO₂ para la economía ecuatoriana en el periodo de estudio.

A continuación, se presenta el desarrollo del objetivo en el cual se busca entender el comportamiento de las variables de estudio y contextualizar con los principales acontecimientos políticos, económicos y sociales, que afectaron al periodo de estudio,

para lograr esto se realizó un análisis de series temporales mediante un gráfico estadístico que presenta la evolución de las variables, y de manera posterior también se realizó los estadísticos descriptivos. Por último, mediante un análisis bibliográfico documental basado en investigaciones sobre el tema e informes institucionales, como otros documentos que serán útiles para analizar el porqué de la evolución de las variables en el periodo de estudio.

Figura 1

Evolución de las emisiones totales de CO₂ en Ecuador periodo 2000-2018



Nota. Elaborado por el autor con información tomada del Banco Mundial (BM)

La figura 1 proporciona información acerca de la tendencia de las emisiones de CO₂ en kilotoneladas en el Ecuador entre los años 2000 y 2018. En el año 2000, las emisiones de CO₂ fueron relativamente bajas, con un total de 22050 kilotoneladas (kt), comparadas con el año 2018 que son 40140 kt, donde tuvo un incremento en el periodo de estudio. Con un crecimiento del periodo de 62,42% teniendo una variación anual porcentual de 3,29%. Sin embargo, a partir de 2001 se produjo un aumento significativo en las emisiones, lo que resultó en 28220 kt en el año 2005 y en 2010 se registró un nuevo pico de 37250 kt. A pesar de una leve disminución en el 2012, con una cantidad de 37090 kt. Pero obtuvo un máximo histórico de 41800 kt en el año 2014. No obstante, en 2018 las emisiones de CO₂ disminuyeron a 40140 kt, lo que podría indicar una tendencia a la baja.

De acuerdo, al aumento en el consumo energético basado en combustibles fósiles principalmente del petróleo que es energía primaria, lo que ha generado la emisión de gases de efecto invernadero, como el CO₂ como principal contaminante, entre otros tipos de contaminantes. Estos gases y contaminantes están estrechamente vinculados con algunos de los problemas ambientales más graves, como el cambio climático y la contaminación del aire en las ciudades, que afectan negativamente la salud de los habitantes (Castro, 2011).

En el año 2008 se aprobó la Constitución que tiene como principios fundamentales el cuidado de la naturaleza y la creación de un Estado plurinacional e intercultural. De esta manera, Ecuador se convirtió en el primer país en reconocer los derechos de la naturaleza en su Constitución. La Constitución también establece que el Estado implementará medidas efectivas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y combatir el cambio climático (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2016). En lo que se refiere a la gestión medioambiental, tanto la producción como el consumo de energía son los factores principales que contribuyen a las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI). En el año 2010, estas emisiones representaron el 44,49% del total (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2017).

Tabla 5

Estadísticos descriptivos de las Emisiones de CO₂ en el Ecuador 2000-2018

	Emisiones de CO₂ (Kilotoneladas)	Tasa de variación
Rango	19750,00	14,10
Mínimo	22050,00	-4,10
Máximo	41800,00	10,00
Suma	629450,00	62,50
Media	33128,9474	3,4722
Desv. Desviación	6689,48669	4,28305
Asimetría	-0,282	-0,208
Curtosis	-1,464	-1,132

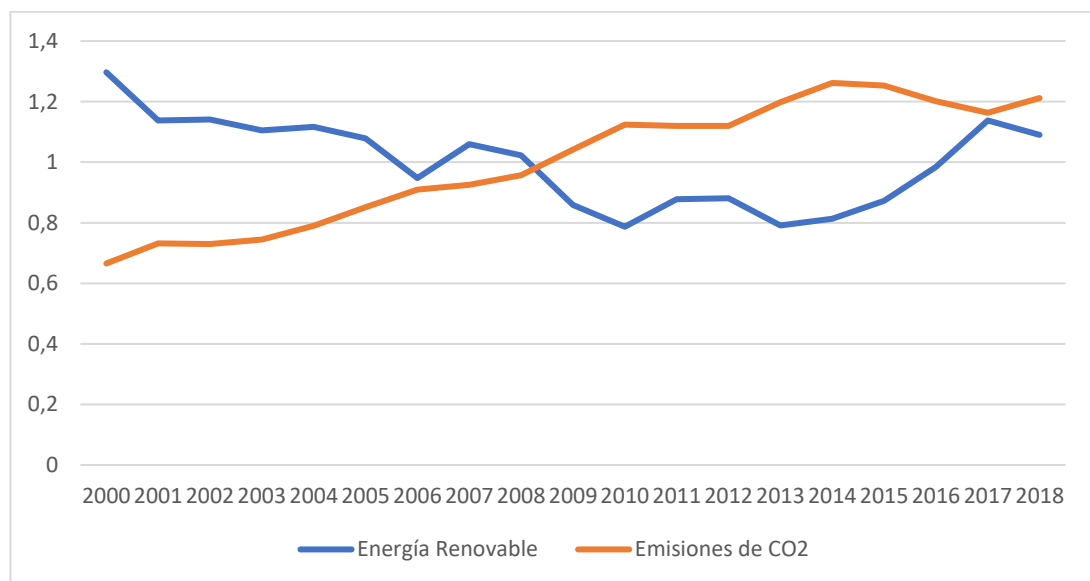
Nota. Elaborado por el autor con información tomada del Banco Mundial (BM)

La tabla 5 presenta la muestra de los estadísticos descriptivos de las emisiones de CO₂ en el Ecuador durante el periodo comprendido entre los años 2000 y 2018. Estos datos permiten entender la evolución de esta serie a lo largo del tiempo. El rango, que es la diferencia entre el valor máximo y mínimo de las emisiones totales, es de 19750 kilotoneladas, siendo el valor mínimo de 22050 registrado en 2000 y el valor máximo de 41800 registrado en 2014. La suma de todos los valores registrados en la serie es igual a 629450, con una media de 33128,94, lo que indica que aproximadamente el 33128 son las emisiones de CO₂ en Ecuador. La desviación estándar de la serie es de 6689,48, lo que indica la dispersión de los valores con respecto a la media. Asimismo, se observa una asimetría de -0,28 lo cual dice que la curva de distribución de la variable es asimétrica con una concentración de valores por debajo de la media. De la misma manera, hay una curtosis de 1,46, lo que indica que la curva es leptocúrtica y los datos de la variable están concentrados alrededor de la media.

Para describir sobre como se comporta las emisiones de CO₂ con el consumo de energía renovable también se realizó una tendencia de las dos variables y ver su comportamiento.

Figura 2

Tendencia de las emisiones de CO₂ y Consumo de energías renovables en el periodo 2000-2018.



Nota. Elaborado por el autor con información tomada del Banco Mundial (BM)

Según la figura 2 sobre tendencia de las emisiones de CO₂ y el consumo de energías renovables en el periodo 2000-2018. El propósito de expresar los valores en porcentajes es para poder compararlos en una escala uniforme, ya que las variables tienen unidades de medida diferentes. En lo que concierne al consumo de energía renovable en porcentajes, el país consumió en promedio un 15% anualmente, aunque tuvo un descenso de -0,5%, pasando de ser en el 2000 un 19,43%, al 2018 en 16,33%. Sin embargo, para las emisiones de CO₂, el país a emitido en promedio 33129 kilotoneladas anualmente, con un aumento de 3,29%, es decir que paso de 22050 kt en el año 2000, a 40140 en el 2018.

Por tal motivo se observa que el mayor crecimiento del consumo de energía renovable se dio en el año 2000 con el 1,9%, sin embargo, hasta el 2008, tuvo un descenso en un ritmo de 1,1% promedio anual. Mientras que las emisiones de CO₂ tuvo un crecimiento paulatino del 0,81% promedio anual. Aunque hubo una caída de las energías renovables, no fue significativa ya que hasta el 2008 fue superior a las emisiones de CO₂. Lo que refiere en la incidencia a la disminución en el CO₂. Por otra parte, el consumo de energías renovables en el periodo de 2008 al 2018 tuvo un incremento en 0,91% promedio anual, no obstante, para las emisiones de CO₂ siguió incrementándose en 1,15% promedio anual.

Durante los años 2000-2010, hubo un aumento en la producción petrolera y la explotación de minas y canteras. También se consideraron políticas de eficiencia energética, cambio de la matriz energética y el uso de energías renovables. Sin embargo, las emisiones de CO₂ aumentaron en promedio 2,34 toneladas métricas, lo cual se justificó por el consumismo e industrialización (Rentería et al., 2016). En el año 2006, las emisiones fueron emitidas por los sectores de energía, procesos industriales, agricultura, cambio del suelo y desechos (Ministerio del Ambiente, 2020). Según Cevallos (2021) durante el periodo 2013-2014, las emisiones de CO₂ aumentaron debido al incremento en la actividad económica en el país y la implementación de políticas destinadas a facilitar el acceso al crédito para vivienda e inversión del sector público en proyectos de infraestructura. Sin embargo, para el periodo 2015-2017 hubo una reducción en las emisiones de CO₂, la cual se justificó por la implementación de políticas públicas que buscaban la eficiencia energética en

la producción de bienes y servicios, así como también por el avance en la utilización de energías limpias (Gallegos Yaruquí, 2015).

A partir del año 2016, se ha registrado una disminución de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), lo cual se debe al uso de centrales hidroeléctricas de gran tamaño en reemplazo de la generación térmica (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2017). En el mismo año, obtuvo el financiamiento un poco notable para abordar el cambio climático y también participó en Convenciones Internacionales donde presentó proyectos de adaptación al cambio climático, por los cuales recibió 41,2 millones de dólares en fondos no reembolsables para la reducción de emisiones (Aguilar, 2017). Para obtener mayor comprensión de la variable de estudio se realizó los estadísticos descriptivos.

Tabla 6.

Estadísticos descriptivos del Consumo de Energías Renovables como Porcentaje del Total de Energía utilizada Ecuador 2000-2018

	Consumo de energías renovables	Tasa de variación
Rango	7,64	31,59
Mínimo	11,79	-15,99
Máximo	19,43	15,59
Suma	284,65	-9,68
Media	14,9816	-0,5377
Desv. Desviación	2,18126	9,46284
Asimetría	0,092	0,189
Curtosis	-0,878	-0,933

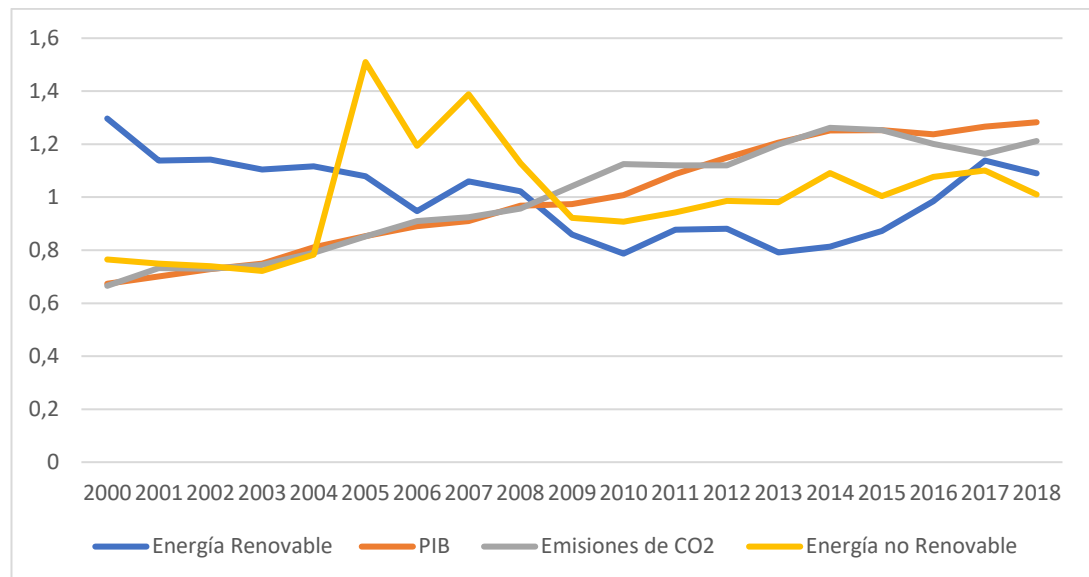
Nota. Elaborado por el autor con información tomada del Banco Mundial (BM)

La tabla 6 presenta la muestra de los estadísticos descriptivos del consumo de energías renovables en el Ecuador durante el periodo comprendido entre los años 2000 y 2018. Estos datos permiten entender la evolución de esta serie a lo largo del tiempo. El rango de los datos es de 7,64, lo que se refiere a que mide la diferencia entre el valor máximo y mínimo de los datos, siendo el valor mínimo de 11,79% registrado en 2010 y el valor máximo de 19,43% registrado en 2000. La suma de todos los valores registrados en la serie es igual a 284,65, con una media de 14,98%, lo que indica que aproximadamente

el 14% de la energía consumida en Ecuador durante este periodo correspondió a energía renovable. La desviación estándar de la serie es de 2,18, lo que indica la dispersión de los valores con respecto a la media. Asimismo, se observa una asimetría de 0,09 lo cual presenta una curva de distribución asimétrica con una concentración de valores por debajo de la media. De la misma manera, hay una curtosis de -0,87, lo que indica que la curva es platicúrtica y los datos de la variable están distribuidos alrededor de la media.

Figura 3

Tendencia de las Emisiones de CO₂, PIB, Energía renovable y no renovable.



Nota. Elaborado por el autor con información tomada del Banco Mundial (BM)

A continuación, en la figura 3 se muestra una tendencia ascendente entre el consumo de energías renovables, emisiones de CO₂, el Producto Interno Bruto y las energías no renovables durante el periodo de 1990 a 2008, el CO₂ experimentó un aumento anual del 3,29%, cifra parecida al crecimiento reportado por la economía (PIB) del 3,48%, mientras que el consumo de energía no renovable incrementó a una tasa de 3,60% anual, no obstante el consumo de energía renovable tiene descendió un poco, con una tasa de crecimiento anual de -0,5%. Las emisiones totales de CO₂ mostraron una tendencia al alza muy cercana a la del PIB y el consumo de energía no renovable, lo cual corrobora la estrecha relación existente entre la actividad económica, el uso de

combustible proveniente del petróleo y el nivel de emisiones generadas (Catalán, 2020).

La evolución de las variables de estudio han influido en el Ecuador, se caracteriza por el desarrollo económico experimentado en el país que ha llevado a un aumento en el consumo energético interno debido a una mayor demanda de la población y su mejora en la calidad de vida (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2017). Siendo un país en proceso de desarrollo que, gracias a la explotación petrolera, ha logrado avanzar en la modernización de su economía, lo que ha llevado a un aumento significativo en el consumo de energía. Como resultado, se ha producido una transformación en su matriz energética, en la que los combustibles fósiles se han convertido en la fuente principal de energía del país, mientras que la hidroelectricidad es la principal fuente de electricidad (Castro, 2011). No obstante, para el año al 2000 el Ecuador se caracterizó por una falta de progreso económico con tasas de crecimiento moderadas, grandes desequilibrios macroeconómicos, una orientación hacia la liberalización de la economía y continuos disturbios políticos y sociales. Estos problemas fueron causados tanto por la insatisfacción con la situación económica como por la lucha por el control del estado entre los grupos de poder, lo que efectivamente acercó al país a un colapso institucional (Acosta, 2006).

Debido a un sin número de problemas por el que pasaba el país no se percibió un aumento del PIB, a pesar de esto, el crecimiento económico se fue dando para los siguientes años gracias a las tasas elevadas, notablemente del flujo de remesas enviadas por los migrantes que residen en países desarrollados (Martín Mayoral & Proaño, 2015). Después tanto la economía global como la demanda se recuperaron, y la economía mantuvo tasas de crecimiento considerables, principalmente gracias al sector real donde se registraron importantes aumentos en el consumo interno, la producción, la inversión, el crédito y la recaudación de impuestos. Todo esto fue motivado por las políticas gubernamentales que fueron innovadoras en el país y que mostraron resultados satisfactorios en el corto plazo (Carrillo, 2015).

Dado al inicio de la modernización del país y la utilización cada vez más frecuente de los combustibles fósiles para el transporte y la cocción de alimentos, gracias a las políticas subsidiarias que favorecieron el acceso a la gasolina, diésel y el gas. En la

década (1990-2000) esta tasa aumentó a 2,5%, mientras que en los últimos años (del 2000 al 2008) ha continuado creciendo a una tasa anual mayor de 3,5%. Todo lo cual indica que ha habido un evolución constante en la tasa de crecimiento a lo largo de las últimas décadas (Castro, 2011).

Por el contrario, la administración gubernamental se ha enfocado en la gestión energética para garantizar la seguridad energética mediante la implementación de proyectos basados en fuentes renovables de energía, específicamente la generación hidroeléctrica, como principal fuente de energía renovable (Campoverde et al., 2018). Estas políticas muestran el compromiso del Estado por impulsar el uso de energías limpias y sostenibles en el país (Peláez & Espinoza, 2015).

Por tal motivo, en el Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, aprobado en Noviembre de 2006, se mantiene dicho compromiso y se define como energías renovables no convencionales a la energía eólica, biomasa, biogás, fotovoltaica, geotérmica y otras energías con características similares, así como a las provenientes de pequeñas centrales hidroeléctricas (Peláez & Espinoza, 2015) . A partir de 2006, el gobierno liderado por Correa reanudó la inversión en el desarrollo de fuentes de energía renovable, enfocado principalmente en la construcción de grandes centrales hidroeléctricas. Durante este período, la participación de la generación hidroeléctrica en la producción total de electricidad aumentó significativamente, pasando del 44% en 2006 al 59% en 2008 (Larrea, 2012).

A pesar la implementación de las energías limpias, el país también optó por los subsidios a los derivados de petróleo ya que es un factor determinante en la configuración de la matriz energética de Ecuador. El incremento de la demanda de energía no se debe tanto a una utilización más eficiente y productiva de la misma en el desarrollo de actividades con mayor valor agregado, sino sobre todo a un mayor consumo de energía destinado al transporte y al sector residencial (Castro, 2011). Sin embargo, los subsidios a los derivados del petróleo tienen implicaciones ambientales importantes, ya que el aumento en su uso conlleva una mayor demanda de energía y la necesidad de ampliar las fuentes energéticas. Este incremento tanto en el consumo como en la infraestructura resultante se traduce en una emisión mayor de

contaminantes primarios, afectando negativamente la calidad del aire a nivel local y regional, así como la liberación de gases de efecto invernadero (Castro, 2011).

Se contempla que el país tiene un incremento en las emisiones de CO₂ por lo que se optó por la promulgación del Código de la Producción en el año 2010, se refuerza lo establecido en la Ley del Régimen del Sector Eléctrico. Dicha normativa contempla la exención total del impuesto a la renta por un periodo de cinco años para aquellos sectores que contribuyan al cambio de la matriz energética, en el caso de inversiones nuevas realizadas en dichos sectores. Asimismo, se indica que la depreciación y amortización correspondientes a la adquisición de mecanismos de generación de energía de fuente renovable (solar, eólica o similares), así como a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, podrán ser deducidas en un 100 % adicional (Peláez & Espinoza, 2015).

La producción de energía eléctrica aumentó significativamente en un 53,6% entre 2008 y 2018. Es importante destacar que este aumento se debe, en gran medida, a la puesta en marcha de nuevas centrales eléctricas y a la reducción de las importaciones de electricidad. En comparación con el año 2017, la generación hidroeléctrica aumentó en un 2,9%, mientras que la generación termoeléctrica creció en un 8,7%. Al mismo tiempo, la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables disminuyó en un 4,1% (Instituto de Investigación Geológico y Energético, 2018).

Se realizó también los estadísticos descriptivos de las variables que influyeron en el estudio para comprender sobre la evolución de los datos.

Tabla 7

Estadísticos descriptivos del Producto Interno Bruto (PIB) en el periodo 2000-2018.

	PIB corriente (UMN)	Tasa de variación
Rango	34144107000,00	9,40
Mínimo	37726410000,00	-1,20
Máximo	71870517000,00	8,20
Suma	1064459583000,00	66,20
Media	56024188578,9474	3,6778

Desv. Desviación	11944846828,12000	2,55356
Asimetría	-0,063	-0,036
Curtosis	-1,479	-0,312

Nota. Elaborado por el autor con información tomada del Banco Mundial (BM)

La tabla 7 presenta la muestra de los estadísticos descriptivos en el cual se observa que el rango es de 34.144.107 dólares, por otra parte, el mínimo es de 37.726.410 dólares la cual se presentó para el año 2000, y para el valor máximo es de 71.870.517 dólares que se notó en el año 2018. Estos datos permiten entender la evolución de esta serie a lo largo del tiempo. La suma de todos los valores de la serie es igual a 10644595830, teniendo una media de 56.024.188.578,94 dólares, lo que indica que aproximadamente 56.024.188.578 es sobre el PIB del Ecuador. La desviación estándar de la serie es de 11.944.846.828,12, lo que indica la dispersión de los valores con respecto a la media. Asimismo, se observa una asimetría de -0,06 lo cual demuestra una curva de distribución asimétrica con una concentración de valores por debajo de la media. De la misma manera, hay una curtosis de -1,47, lo que indica que la curva es platicúrtica y los datos de la variable están distribuidos alrededor de la media.

4.1.2 Objetivo específico dos: Establecer la correlación existente en los principales factores de las emisiones de CO₂.

Para cumplir el objetivo dos, se realizó una metodología basada en un análisis de correlación estadística, ya que mide el grado de correlación lineal entre un grupo de variables permitiendo definir, tanto el sentido como la intensidad de esta relación. De igual manera, puede determinar que dos variables tienen una relación positiva o relación inversa o a su vez no presentan un grado de asociación lineal.

Antes de hacer el análisis de correlación estadística, en primer lugar, se realiza un análisis de normalidad de las variables a contrastarse por esta prueba. Esto debido a que si las variables presentan una distribución normal será necesario utilizar estadística paramétrica, pero en el caso de que no presenten una distribución normal se utiliza estadística no paramétrica. A continuación, se presenta la prueba de normalidad de

Kolmogórov-Smirnov y de Shapiro-Wilk para las variables que se analizó para el análisis de correlación.

Tabla 8

Pruebas de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Energías renovables	,266	76	,000	,803	76	,000
Producto Interno Bruto	,119	76	,009	,939	76	,001
Emisiones de CO ₂	,077	76	,200*	,970	76	,072
Energía no renovable	,086	76	,200*	,939	76	,001

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Prueba de normalidad de las variables del modelo para el periodo 2000-2018 elaborados en el software SPSS

Una vez realizada la prueba de normalidad para las variables a analizarse por el modelo de correlación presentada en la tabla 9 se verifico que para la prueba de Kolmogórov-Smirnov, algunas variables tienen significancia o p-valor mayor al 0,05 u otras presentan una significancia menor al 0,05, por lo mismo se define que en el conjunto de variables existe tanto una distribución normal como no normal. Por tal motivo, se utilizó estadística no paramétrica. Por lo cual, la prueba adecuada para verificar la correlación estadística o el grado de asociación lineal entre los factores que son determinantes en la generación de emisiones de CO₂, es la prueba de correlación de Rho de Spearman.

Realizada la estimación de los estadísticos descriptivos de las variables del modelo y de la misma manera verificando la normalidad de las variables, a continuación, se presenta matriz de correlación de Rho de Spearman, la misma que servirá para establecer el grado de relación entre las variables de modelo y cuáles son las variables más significativas para explicar el comportamiento de la variable dependiente las emisiones de CO₂.

Tabla 9

Matriz de correlación de Rho de Spearman de las variables del modelo econométrico.

Rho de Spearman Correlación	<i>Emisiones de CO₂</i>	1	
	<i>Energías renovables</i>	-,725**	
	<i>PIB</i>	,976**	
	<i>Energía no renovable (Consumo de energía primaria derivada del petróleo)</i>	,326	
Sig. (bilateral)	<i>Emisiones de CO₂</i>	1	
	<i>Energías renovables</i>	,00001	
	<i>PIB</i>	,00001	
	<i>Energía no renovable (Consumo de energía primaria derivada del petróleo)</i>	,00001	

Nota. Correlaciones de las variables del modelo para el periodo 2000-2018 elaborados en el software SPSS

La tabla 10 presenta la correlación medida por el estadístico Rho de Spearman entre las variables del modelo, permite verificar que todas las variables presentan una correlación significativa con las emisiones de CO₂ con un valor de significancia bilateral o p-valor menor a 0,05. En el cual se muestran los siguientes resultados:

- Energías renovables: tiene una correlación inversamente proporcional de -0,650 con una intensidad media, por consiguiente, considerando la significancia bilateral concede un p-valor de 0,0001 lo que concluye que a

medida que el consumo de energía renovable aumenta, las emisiones de CO₂ disminuyen.

- Producto Interno Bruto (PIB): tiene una correlación directamente proporcional de 0,965 con una intensidad alta, por consiguiente, considerando la significancia bilateral concede un p-valor de 0,0001 lo que concluye que cuando el PIB aumenta en una misma medida aumenta las emisiones de CO₂.
- Energía no renovable (Consumo de energía primaria derivada del petróleo): tiene una correlación directamente proporcional de 0,466 con una intensidad media, por consiguiente, considerando la significancia bilateral concede un p-valor de 0,0001 lo que concluye que cuando el consumo de energía no renovable aumenta en una misma medida aumenta las emisiones de CO₂.

4.1.3 Objetivo específico tres: Explicar el efecto del consumo de energías renovables en las emisiones de gases de efecto invernadero en la economía ecuatoriana en el periodo 2000-2018 por medio del método econométrico.

Se realizó la estimación de un modelo de regresión lineal múltiple que se estima mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios, ya que permite explicar cómo afecta el consumo de energías renovables a las emisiones de CO₂. Para realizar el objetivo, también se utilizaron otras variables independientes como el Producto Interno Bruto y el consumo de energía no renovable. Para la aplicación, se utilizó la forma funcional log-log, con logaritmos tanto en la variable dependiente como en las independientes, lo que permite interpretar los coeficientes del modelo como elasticidades porcentuales. A continuación, se presenta el modelo econométrico:

Tabla 10

Estimación del modelo econométrico

Residuals:				
Min	1Q	Median	3Q	Max
0.19492	0.02036	0.01021	0.04028	0.07522
Coefficients:				

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-1.111.990	167.317	-6.646	4.94e-09 ***
log(ER)	-0.24251	0.09911	-2.447	0.0169 *
log(PIB)	0.91043	0.05563	16.367	< 2e-16 ***
log(ENR)	-0.06768	0.05422	-1.248	0.2159

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

Residual standard error: 0.06201 on 72 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.932, Adjusted R-squared: 0.9292
F-statistic: 328.9 on 3 and 72 DF, p-value: < 2.2e-16

Nota. Elaborado por el autor, en el software R-studio

La tabla 10 muestra la estimación del modelo econométrico generado, donde señala una serie de estadísticos relevantes. El modelo tiene un R cuadrado de 0,93 y un R cuadrado ajustado de 0,92, significa que el 90% de la variación en la variable dependiente puede ser explicada por el conjunto de variables independientes. Por otra parte, el valor del F-estadístico es 328,9 y, de manera más precisa, el p-valor es menor que 2.2e-16. Al examinar las estadísticas de las variables independientes, se observa que solo el consumo de energías renovables y el producto interno bruto son estadísticamente significativos para explicar las variaciones en las emisiones de CO₂, puesto que tienen un p-valor menor de 0,05 y estadísticas T mayores que el valor absoluto de 2.

El consumo de energías no renovables no es significativo para explicar los cambios en la variable dependiente debido a que su valor p es de 0.21, lo que supera el nivel de significancia de 0.05. Además, su estadístico T es de 1.24, siendo menor que el valor absoluto 2. Teniendo en cuenta los valores obtenidos del modelo, se decidió eliminar la variable de consumo de energías no renovables del modelo para obtener una estimación precisa. Esto se debe a que todas las variables deben ser significativas para explicar la variable dependiente en un modelo correctamente estimado. Ante esta situación, se estimará un nuevo modelo econométrico para lograr un ajuste significativo.

Tabla 11*Estimación del modelo econométrico de Regresión Lineal Múltiple corregido*

Residuals:				
Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.190698	-0.018198	0.004899	0.036378	0.076852
Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-1.226.451	140.491	-8.730	5.99e-13 ***
log (ER)	-0.15745	0.07225	-2.179	0.0325 *
log (PIB)	0.93027	0.05351	17.385	< 2e-16 ***

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

Residual standard error: 0.06224 on 73 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.9305, Adjusted R-squared: 0.9286
F-statistic: 488.9 on 2 and 73 DF, p-value: < 2.2e-16

Nota. Elaborado por el autor, en el software R-studio

La tabla 11 muestra un modelo econométrico corregido, donde se eliminó la variable independiente del consumo de energía no renovable. Los valores de ajuste son destacables para explicar los cambios en la variable dependiente al observar que el coeficiente de determinación (R cuadrado) es de 0,93, lo cual indica que el modelo explica más del 90% de la variabilidad de la variable dependiente. A pesar de que el F estadístico es mayor que en el modelo anterior, con un valor de 488,9, y su p-valor es <2.2e-16, lo que se considera significativo por ser menor a 0,05. En consecuencia, se puede afirmar que las variables independientes influyen en la variable dependiente. En función de esta investigación, se observa que las variables de estudio presentan estadísticas significativas. Tanto el consumo de energías renovables como el producto interno bruto (PIB) son significativos, ya que cumplen con el valor de significancia requerido, siendo menor a 0,05 y su valor absoluto mayor a 2. Se establece que el consumo de energías renovables tiene un p-valor de 0,0325 y un estadístico T de -2,179, mientras que, para el producto interno bruto, su p-valor es <2.2e-16 y su estadístico T es de 17,38.

La ecuación del modelo estimado es la siguiente:

$$\mathbf{Log(CO2)}_i = -1.226.451 - 0.15745\mathbf{log(ER)}_i + 0.93027\mathbf{log(PIB)}_i + U_i$$

Se observa que el intercepto tiene un valor de -1.226.451, lo que refiere a que el valor que toma la variable dependiente cuando todas las variables independientes son iguales a cero. Además, los coeficientes de la ecuación en la que el consumo de energías renovables tiene un valor negativo de -0.15745. Esto significa que las emisiones de CO₂ disminuyen al aumentar el consumo de energía renovable. Más específicamente, este coeficiente explica que un aumento del 1% en el consumo de energías renovables conlleva una disminución del 0.15% en las emisiones de CO₂. En cuanto al coeficiente del producto interno bruto, este tiene un valor positivo, lo que significa que las emisiones de CO₂ aumentan con el crecimiento económico medido por el PIB. Es decir, un aumento del 1% en el PIB genera un crecimiento del 0.93% en las emisiones de CO₂. Sin embargo, el PIB es la variable que más influye en las emisiones de CO₂, ya que un incremento en la economía aumenta la demanda de bienes y servicios, lo que hace crecer las emisiones de gases de efecto invernadero y contamina el ambiente. El presente hallazgo concuerda con otras investigaciones, que muestran una relación inversa en las energías renovables que tiene relación a la reducción de gases de efecto invernadero (Appiah et al., 2019; Bekhet & Othman, 2018; Catalán, 2020; Cherni & Essaber Jouini, 2017; Dogan & Ozturk, 2017).

4.2 Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación

Tras finalizar la estimación del modelo econométrico de regresión lineal múltiple, se ha obtenido un resultado relevante. En particular, se ha determinado que el consumo de energías renovables es estadísticamente significativo para explicar las variaciones en las emisiones de CO₂. Debido a que su p-valor es de 0.0325, siendo así menor que el valor de significancia del 0.05.

Este hallazgo implica la necesidad de rechazar la hipótesis nula y no rechazar la alternativa, puesto que los datos demuestran que existe una relación significativa entre el consumo de energías renovables y las emisiones de CO₂. En consecuencia, se hace evidente la importancia de seguir invirtiendo en fuentes de energía renovable para

lograr una reducción efectiva de las emisiones de CO₂ y, de esta manera, contribuir a una mejora sustancial de nuestro medio ambiente.

Ho: No existe una relación entre el consumo de energías renovables y las emisiones de gases de efecto invernadero para la economía ecuatoriana entre el año 2000 y 2018.

Hi: Existe una relación entre el consumo de energías renovables y las emisiones de gases de efecto invernadero para la economía ecuatoriana entre el año 2000 y 2018.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

Para finalizar el estudio se presentan las conclusiones alcanzadas para cada uno de los objetivos específicos planteados.

En base a los resultados obtenidos del primer objetivo específico de la investigación, se concluye que a evolución de las emisiones de los gases de efecto invernadero se debió al comportamiento de la economía, asimismo para el consumo de energías renovables. El comportamiento que tuvo las emisiones de CO₂ desde el año 2000-2010 han ido de la mano del crecimiento económico medido por el PIB, puesto que para lograr esto, el país aumentó el consumo energético basado en combustibles fósiles principalmente del petróleo, debido a que, en políticas implementadas como el subsidio, sea el detonante del uso frecuente de este tipo de combustible debido a sus bajos precios. Por otra parte, del año 2010 hasta el final del periodo de estudio, las emisiones no crecieron en gran medida debido a la recesión de la economía, políticas implementadas, así como leyes emitidas a favor de la reducción de este tipo de gas de efecto invernadero. Sin embargo, el consumo de energías renovables, en el periodo 2000-2010 tienen una reducción significativa, consecuente a lo mencionado sobre los subsidios al petróleo, que incurrió a mayor consumo de energía no renovable. No obstante, desde el año 2010 hasta finalizar el periodo de estudio, se crearon políticas, leyes y proyectos basados en pro de consumir más energía renovable, logrando un crecimiento gradual del consumo de este tipo de energía, sin embargo, no representaron una porción significativa del consumo de energías totales.

En base a los resultados obtenidos del objetivo específico dos, centrado en establecer la correlación existente entre los principales factores de las emisiones de CO₂, se concluye que el consumo de energía renovable y el Producto Interno Bruto (PIB) como medida del crecimiento económico, son los factores que mayor incidencia muestran y los que mayor significancia tienen. El consumo de energías renovables tiene una correlación negativa mientras que el PIB tiene una correlación positiva. Esto tiene sentido ya que el consumo de energías renovables no está muy extendido en la economía y reduce el consumo de energías no renovables y las emisiones de CO₂, lo

que explica la relación inversa. Por otra parte, el crecimiento del PIB beneficia el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero debido a que aumenta la demanda de bienes y servicios, lo que conlleva a un aumento de la contaminación, mostrando una relación directa.

Al explicar los efectos del consumo de energías renovables en las emisiones de gases de efecto invernadero en la economía ecuatoriana durante el periodo 2000-2018 utilizando un método econométrico. Se concluye que el consumo de energías renovables tiene efecto en los gases de efecto invernadero, aunque no tan significativo como lo tiene el Producto Interno Bruto (PIB), el cual tiene una mayor incidencia en el incremento de emisiones de CO₂. A pesar de esto, es importante destacar que el consumo de energías renovables tiene un impacto positivo en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en la economía ecuatoriana. Este hecho resulta crucial, ya que el cambio a una economía más sostenible y el uso de energías renovables es una prioridad a nivel mundial para abordar el problema del cambio climático. Por lo tanto, es fundamental seguir promoviendo políticas y medidas para fomentar el consumo y la producción de energías renovables.

5.2 Limitaciones del estudio

Una de las principales limitaciones que se encontró fue que en la actualidad se encuentran pocos indicadores sobre el uso de energías renovables en el Ecuador, esto significa que no se pueda describir la cantidad producida exacta de los tipos de energías renovables que se usan en los distintos sectores o provincias de la economía ecuatoriana. Otra de las limitaciones que se tuvo, es que no existen datos sobre todos los tipos de Gases de Efecto Invernadero, los mismos que son esenciales para la investigación, debido a que se podía considerar más gases contaminantes.

5.3 Futuras temáticas de investigación

Los temas para futuras investigaciones son importantes ya que beneficia a profundizar, en la literatura sobre en como el consumo de las energías renovables ayudan a la disminución de los gases de efecto invernadero. A continuación, se dan a conocer los temas:

➤ **Costos de la contaminación en la salud pública en el Ecuador:**

Es un tema interesante, ya que el país tiene un perfil petrolero, ha hecho que se disponga a bajos precios este tipo de combustible, por tal motivo se producen mayores emisiones de CO₂, por eso la presencia de estos contaminantes en el medio ambiente puede tener graves consecuencias para la salud de la población y generar fuertes gastos para la sociedad. La exposición a estos contaminantes puede producir diferentes tipos de enfermedades, como problemas respiratorios, cardíacos y neurológicos, que requieren atención médica, tanto individual como colectiva, y pueden generar altos costos. Además, la contaminación puede tener efectos indirectos en la sociedad, como la reducción de la productividad debido a las enfermedades relacionadas con ella.

➤ **Proyección del uso de energía renovables en el Ecuador:**

Por medio de la aplicación de un modelo Arima se puede proyectar el uso de energías renovables en la economía ecuatoriana, esto con el fin pronosticar el uso de energía renovable, la cual requiere planificar y analizar la cantidad de energía renovable que se utilizará en el futuro en Ecuador. Esto incluye analizar las diversas fuentes de energía renovable disponibles en el país, como la energía eólica o solar, así como considerar factores como el crecimiento económico, las necesidades energéticas y las políticas ambientales. El propósito de esta proyección es promover la capacidad de producir energía renovable para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y disminuir la huella de carbono en el país. Este tema es relevante en un momento en que muchos países están tratando de mitigar su impacto ambiental y progresar hacia prácticas energéticas más sostenibles y limpias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A. (2006). Breve Historia Económica del Ecuador. In *Flacso*.
<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/111157-opac>
- Aguilar, D. (2017). *Ecuador: los problemas ambientales que deben resolverse en el 2017*. Mongabay. <https://es.mongabay.com/2017/01/ecuador-los-problemas-ambientales-deben-resolverse-2017/>
- Ahmad, K., Irshad Younas, Z., Manzoor, W., & Safdar, N. (2023). Greenhouse gas emissions and corporate social responsibility in USA: A comprehensive study using dynamic panel model. *Heliyon*, 9(3), e13979.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13979>
- Albistur, F. X. (2014). La transición energética: un reto al desarrollo sostenible. *En Quête d'alternatives*, 31(86), 149–155.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-25082014000200011
- Allen, C., Metternicht, G., & Wiedmann, T. (2016). National pathways to the Sustainable Development Goals (SDGs): A comparative review of scenario modelling tools. *Environmental Science and Policy*, 66, 199–207.
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.09.008>
- Almagro, F. (2006). La dimensión ambiental en el PIB y políticas ambientales en México. *Mundo Siglo XXI. Revista Del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales Del Instituto Politécnico Nacional*, 43–53.
<http://hdl.handle.net/10469/7361>
- Amri, F. (2017). Carbon dioxide emissions , output , and energy consumption categories in Algeria. *Environ Sci Pollut Res*, 24, 14567–14578.
<https://doi.org/10.1007/s11356-017-8984-7>
- Appiah, K., Du, J., Yeboah, M., & Appiah, R. (2019). Causal correlation between energy use and carbon emissions in selected emerging economies—panel model approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(8), 7896–7912.
<https://doi.org/10.1007/s11356-019-04140-2>
- Balsalobre Lorente, D., Joof, F., Samour, A., & Türsoy, T. (2023). Renewable

energy, economic complexity and biodiversity risk: New insights from China. *Environmental and Sustainability Indicators*, 100244.

<https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100244>

Banco Interamericano de Desarrollo y Descarbonización Profunda de América Latina y el Caribe. (2019). *Cómo Llegar a Cero Emisiones Netas: Lecciones de América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.

<http://dx.doi.org/10.18235/0002024>

Bekhet, H. A., & Othman, N. S. (2018). The role of renewable energy to validate dynamic interaction between CO₂ emissions and GDP toward sustainable development in Malaysia. *Energy Economics*, 72, 47–61.

<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.03.028>

Benavides, H. O., & León, G. E. (2007). Información técnica sobre Gases de Efecto Invernadero y el cambio climático. In *Ideam*. <https://doi.org/IDEAM-METEO/008-2007>

Bulut, U. (2017). *The impacts of non-renewable and renewable energy on CO₂ emissions in Turkey*. 15416–15426. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9175-2>

Caballero Míguez, G. (2002). Economía ambiental: persepectiva institucional. *Galega de Economía*, 11(2), 1–13.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39111208>

Callen, T. (2008). ¿Qué es el producto interno bruto? *Finanzas y Desarrollo: Publicación Trimestral Del Fondo Monetario Internacional y Del Banco Mundial*, 45(4), 1–2.

<https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2008/12/pdf/basics.pdf>

Campoverde, J., Sigua, F. N., Pangol, K. C., & Galarza, A. R. (2018). El cambio de la matriz energética en Ecuador; una perspectiva de su realidad. *Acordes*, 8, 15–47.

<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/acordes/article/view/4349>

Carrillo, P. A. (2015). Efectos Macroeconómicos de la Política Fiscal en Ecuador 1993-2009. *Analítika*, 9, 23–52. <https://ssrn.com/abstract=1876032>

Castiblanco, C. (2007). La economía ecológica: Una disciplina en busca de autor. *Gestión y Ambiente*, 10(3), 7–22.

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/1424>

Castillo, T., García, F., Mosquera, L., Rivadeneira, T., Segura, K., Yujato, M., Gain, K., Guerra, L., & Loaiza, F. (2022). Panorama energético de América Latina y el Caribe 2022. In *Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)*.

<http://dx.doi.org/10.18235/0002024>

Castro, M. (2011). Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador. In *CEDA*.

<https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00344.pdf>

Catalán, H. (2020). Impacto de las energías renovables en las emisiones de gases efecto invernadero en México. *Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 52(204).

<https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2021.204.69611>

CEPSA. (2015). El cambio climático y los gases de efecto invernadero (GEI) en Cepsa. In *Dirección de Comunicación CEPSA*.

https://www.cepsa.com/stfls/CepsaCom/Coorp_Comp/Medio

[Ambiente_Seguridad_Calidad/Articulos/Dossier-Cambio-Climatico-y-GEI.pdf](https://www.cepsa.com/stfls/CepsaCom/Coorp_Comp/Medio/Ambiente_Seguridad_Calidad/Articulos/Dossier-Cambio-Climatico-y-GEI.pdf)

Cevallos, D. G. (2021). Análisis empírico de la relación entre los Principales sectores económicos y las emisiones de CO2 en el Ecuador. [[Tesis de pregrado, para obtener el título de Economista Agrícola]. Universidad Agraria del Ecuador.]. In *Tesis*.

http://www.uagraria.edu.ec/carrera_medicina_veterinaria.php

Chen, C., Pinar, M., & Stengos, T. (2022). Renewable energy and CO2 emissions: New evidence with the panel threshold model. *Renewable Energy*, 194, 117–128.

<https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.05.095>

Cherni, A., & Essaber Jouini, S. (2017). An ARDL approach to the CO2 emissions, renewable energy and economic growth nexus: Tunisian evidence. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(48), 29056–29066.

<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.08.072>

Cortés, S., & Arango, A. L. (2017). Energías renovables en Colombia. *Ciencias Estratégicas*, 25(38), 375–390.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151354939007>

Coyle, D. (2017). El producto interno bruto: una historia breve pero entrañable. In *FCE - Fondo de Cultura Económica*.

- Díaz, G. (2012). El Cambio climático. *Ciencia y Sociedad*, 37(2), 227–240.
<https://doi.org/10.4135/9781452218557.n72>
- Dogan, E., & Aslan, A. (2017). Exploring the relationship among CO2 emissions, real GDP, energy consumption and tourism in the EU and candidate countries: Evidence from panel models robust to heterogeneity and cross-sectional dependence. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77(February), 239–245. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.111>
- Dogan, E., & Ozturk, I. (2017). The influence of renewable and non-renewable energy consumption and real income on CO2 emissions in the USA: evidence from structural break tests. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(11), 10846–10854. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8786-y>
- Echeverri Londoño, C. A. (2006). Estimación de la emisión de gases de efecto invernadero en el municipio de Montería, (Córdoba, Colombia). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(9), 85–96.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75050908>
- Edo Hernández, V. (2018). Introducción a la economía: del dinero a los recursos naturales (2a. ed.). In *Delta Publicaciones*.
<https://elibro.net/es/lc/uta/titulos/227224%0A>
- Ellabban, O., Abu-Rub, H., & Blaabjerg, F. (2014). Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 748–764.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.113>
- Ensinck, M. G. (2020). Economía verde. In *Editorial Almaluz*.
<https://www.alphaeditorialcloud.com/library/publication/economia-verde-1625147451>
- Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2012). Huella del carbono. Parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. *Informacion Tecnologica*, 23(1), 163–176. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000100017>
- Fadiran, G., Adebusuyi, A. T., & Fadiran, D. (2019). Natural gas consumption and economic growth: Evidence from selected natural gas vehicle markets in

- Europe. *Energy*, 169, 467–477. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.12.040>
- Fernández, S. S., & Jusmet, J. R. (2010). Agotamiento de los combustibles fósiles y emisiones de CO₂: Algunos posibles escenarios futuros de emisiones. *Revista Galega de Economía*, 19(1), 1–19.
- Ferrari, L. (2013). Energías fosiles: diagnostico, perspectivas e implicaciones economicas. *Revista Mexicana de Física*, 59(2), 36–43.
<https://www.redalyc.org/pdf/570/57030971005.pdf>
- Forero Cantor, G. A., Saldarriaga Muñoz, J. P., & Vargas Romero, M. (2017). Cambio climático: impactos y perspectivas de investigación desde una visión multidisciplinar. *Tendencias*, 18(2), 122–138.
<https://doi.org/10.22267/rtend.171802.80>
- Galindo, L. M., & Sánchez, L. (2005). El consumo de energía y la economía mexicana: un análisis empírico con VAR. *Economía Mexicana. Nueva Epoca*, 14(2), 271–298. http://www.economiamexicana.cide.edu/num_anteriores/XIV-2/MIGUEL_GALINDO.pdf
- Gallegos Yaruquí, J. S. (2015). *Análisis de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en Ecuador (1980-2010), mediante la Identidad de Kaya*. [[Tesis de pregrado, para la obtención del título de Economista]. Universidad Técnica Particular de Loja.].
[http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/11557/1/Gallegos Yaruqui Jessica Stefania.pdf](http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/11557/1/Gallegos%20Yaruqui%20Jessica%20Stefania.pdf)
- Griggs, D., Stafford-Smith, M., Gaffney, O., Rockström, J., Öhman, M. C., Shyamsundar, P., Steffen, W., Glaser, G., Kanie, N., & Noble, I. (2013). Sustainable development goals for people and planet. *Nature*, 495, 305–307.
- Hasanov, F. J., Khan, Z., Hussain, M., & Tufail, M. (2021). Theoretical Framework for the Carbon Emissions Effects of Technological Progress and Renewable Energy Consumption. *Sustainable Development*, 29(5), 810–822.
<https://doi.org/10.1002/sd.2175>
- Hasanov, F. J., Mukhtarov, S., & Suleymanov, E. (2023). The role of renewable energy and total factor productivity in reducing CO₂ emissions in Azerbaijan. Fresh insights from a new theoretical framework coupled with Autometrics.

- Energy Strategy Reviews*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101079>
- Hernández, G. (2021). Emissions of greenhouse gases and key sectors in Colombia. *El Trimestre Económico*, 88(350), 523–550. <https://doi.org/10.20430/ETE.V88I350.857>
- Hernández, T. (2008). Breve exposición de las contribuciones de Georgescu Roegen a la economía ecológica y un comentario crítico. *Argumentos (México, D.F.)*, 21(56), 35–52. <http://www.scielo.org.mx/pdf/argu/v21n56/v21n56a3.pdf>
- Huertos, P. M. G. de los. (2003). Capítulo Tercero el Mercado del Gas Natural. In *Cuadernos de estrategia* (Issue 122, pp. 71–99).
- IEA. (2022). *Global Energy Review: CO2 Emissions in 2021*. IEA. <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-co2-emissions-in-2021-2>
- Instituto de Investigación Geológico y Energético. (2018). *Balance Energético Nacional 2018*.
- Instituto de Investigación Geológico y Energético. (2020). *Balance Energético Nacional 2019*. <https://www.recursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Balance-Energetico-Nacional-2019-1.pdf>
- IPCC. (2007). *ynthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>
- Jaimes, N., & Miguel, A. (2012). Petróleo: historia y perspectivas geopolíticas. *Aldea Mundo*, 17(34), 65–70.
- Kumar, A., & Samsheer. (2021). Material conscious energy matrix and environmental economic analysis of passive ETC solar still. *Materials Today: Proceedings*, 38, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.117>
- Larrea, C. (2012). ¿Es sustentable la política energética en el Ecuador? *Repositorio UASB-Digital*, 1–10. <http://repositorio.uasb.edu.ec>
- León Altamirano, C. (2008). El carbón, ¿Garantía del futuro energético?. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 16(3), 229–238.
- López, P. L. (2004). Población muestra y muestreo. *Punto Cero*, 09(08), 69–74. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-

02762004000100012

- López Ricalde, C. D., López Hernández, E. S., & Ancona Peniche, I. (2005). Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual. *Horizonte Sanitario*, 4(2), 28. <https://doi.org/10.19136/hs.v4i2.294>
- Martín Mayoral, F., & Proaño, M. B. (2015). El impacto de las remesas en el crecimiento económico de América Latina, 1975-2012. *América Latina Hoy*, 69, 141–161. <https://doi.org/10.14201/alh201569141161>
- Martínez, A. C., & Caro, R. (2010). Fuentes energéticas. In La Nueva Geopolítica de la Energía. In *Centro superior de estudios de la Defensa Nacional* (pp. 21–34). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4548648>
- Martínez Alier, J., & Roca Jusmet, J. (2014). Economía ecológica y política ambiental. In *FCE - Fondo de Cultura Económica*. <https://elibro.net/es/lc/uta/titulos/110397>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2017). *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035*.
- Ministerio del Ambiente, A. y T. E. (2020). *MAE trabaja en programas de mitigación y adaptación para reducir emisiones de Co2 en Ecuador*. [https://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/#:~:text=El Ministerio del Ambiente \(MAE,de gases](https://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/#:~:text=El Ministerio del Ambiente (MAE,de gases)
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2016). *Primer Informe Bienal de Actualización del Ecuador*.
- Mondragón, M. A. (2014). Uso de correlación de Spearman en un estudio de intervención en Fisioterapia. *Movimiento Científico*, 8(1), 98–104. <https://doi.org/10.1174/021037001317117448>
- Montero Granados, R. (2016). Modelos de regresión lineal múltiple. *Documentos de Trabajo En Economía Aplicada. Universidad de Granada*, 1–61. https://www.ugr.es/~montero/matematicas/regresion_lineal.pdf
- Moreno Cuartas, B., & López Menéndez, A. J. (2008). Las energías renovables : Perspectivas e impacto sobre el empleo en Asturias. *Las Energías Renovables: Perspectivas e Impacto Sobre El Empleo En Asturias Revista*, 85, 177–195.

<https://www.redalyc.org/pdf/755/75511145006.pdf>

- Nogar, A. G., Clementi, L. V., & Decunto, E. V. (2021). Argentina en el contexto de crisis y transición energética. *Revista Universitaria de Geografía*, 30(1), 107–131. <https://doi.org/10.52292/j.rug.2021.30.1.0018>
- Núñez-Ramos, P. A., García-Lagombra, G., Rosario, J. C. del, & Asencio-Cuello, V. J. (2021). Mediciones de óxido nitroso (N₂O) en suelo manejado bajo pastoreo con bovinos de leche. *Terra Latinoamericana*, 39, 1–12.
- Osorio A., B. E., & Añez B., E. (2016). Estructura referencial y prácticas de citación en tesis doctorales en educación. *Revista de Investigación*, 40(89), 105–122. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376156280006>
- Paños Cubillo, Á. I., Cadenas Marín, A., & Common, M. (2015). Introducción a la economía ecológica. In *Editorial Reverté*. <https://elibro.net/es/lc/uta/titulos/46795%0A>
- Pastén, C. (2012). Chile, energía y desarrollo. *Obras y Proyectos*, 11, 28–39.
- Peláez, M. R., & Espinoza, J. L. (2015). Energías renovables en el Ecuador. Situación actual, tendencias y perspectivas. In *Universidad de Cuenca*.
- Pérez, J. H. (2021). Efecto del consumo de energía renovable en las emisiones de gases de efecto invernadero en países con ingresos bajos y altos. *Acta Universitaria*, 31, 1–10. <https://doi.org/http://doi.org/10.15174.au.2021.3030>
- Pérez, S. (2018). Cambio climático en América Latina: política pública y legislación para la adaptación. *Revista de Políticas y Problemas Públicos*, 1(8), 255–270. https://doi.org/https://doi.org/10.37228/estado_comunes.v1.n8.2019.109
- Podestá, A., Eirin, M. S., Lisperguer, R. C., & Pavez, R. S. (2022). Políticas de atracción de inversiones para el financiamiento de la energía limpia en América Latina. *Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (CEPAL)*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48084/1/S2200585_es.pdf
- Porrúa, M. (2001). Cambio Climático Global, causa y consecuencias. *Revista de Información y Análisis*, 16, 7–17. <https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGTS/MGTS15/MGTSV15-02/SEMANA3/climatico.pdf>

- Rentería, V., Toledo, E., Bravo-Benavides, D., & Ochoa-Jiménez, D. (2016). Relación entre emisiones contaminantes, crecimiento económico y consumo de energía. El caso de Ecuador 1971-2010. *Revista Politécnica*, 38(1), 1–7. https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/482
- Reyes, P. (1999). Combustibles Fósiles y Contaminación. In *Revista de la Facultad de Ingeniería* (pp. 87–92). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5313914.pdf>
- Reynaldo, C. (2012). La Economía Ambiental Y Su Evolución En El Pensamiento Económico. *Desarrollo Local Sostenible*, 5(13), 1–9. <https://www.eumed.net/rev/delos/13/clra.pdf>
- Robles Vásquez, H., Dander Flores, M. A., Pedroza Robles, A., Hernández Vásquez, J. M., Escobar Toledo, M., Sánchez Carrera, L. A., Treviño Hernández, X. C., Nájera Aguirre, J. N., Jiménez Uribe, R., & Torres Godínez, G. (2009). Panorama Educativo de México Indicadores del Sistema Educativo Nacional 2009 Educación Media Superior. In *Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación*. <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/03/CS07-2009.pdf>
- Saboori, B., Sapri, M., & bin Baba, M. (2014). Economic growth, energy consumption and CO2 emissions in OECD (Organization for Economic Cooperation and Development)’s transport sector: A fully modified bi-directional relationship approach. *Energy*, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.12.048>
- Sánchez, L., & Caballero, K. (2019). La curva de Kuznets ambiental y su relación con el cambio climático en América Latina y el Caribe: un análisis de cointegración con panel, 1980-2015. *Revista de Economía Del Rosario*, 22(1), 101–142. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/economia/a.7769>
- Sgouridis, S., & Csala, D. (2014). *A Framework for Defining Sustainable Energy Transitions: Principles, Dynamics, and Implications*. 6(5), 2601–2622. <https://doi.org/10.3390/su6052601>
- Useros, J. (2013). El Cambio Climático: sus causas y efectos medioambientales. *Real*

Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid, 50, 71–98.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4817473.pdf>