



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

Facultad Jurídica Social y Administrativa

Carrera de Economía

### “INFLUENCIA DE LA RENTA DE RECURSOS NATURALES Y LA INVERSIÓN EXTRANJERA EN LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL DE ECUADOR PERIODO 1975 – 2019”

Trabajo de Titulación previo a la obtención  
del título de Economista

**AUTOR:**

Bryan Joel Flores Martínez

**DIRECTOR:**

Econ. José Rafael Alvarado López, Mg, Sc

Loja – Ecuador

2022

## Certificación



**ECONOMÍA**  
FACULTAD JURÍDICA, SOCIAL Y ADMINISTRATIVA

Loja, 09 de marzo de 2022

Econ. José Rafael Alvarado López

**DOCENTE DE LA CARRERA DE ECONOMÍA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

### **CERTIFICA:**

Que, el trabajo de tesis titulado **“INFLUENCIA DE LA RENTA DE RECURSOS NATURALES Y LA INVERSIÓN EXTRANJERA EN LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL DE ECUADOR PERIODO 1975 – 2019”**, desarrollado por **BRYAN JOEL FLORES MARTINEZ**, estudiante egresado de la Carrera de Economía, previo a la obtención del Grado de Economista, ha sido realizado bajo mi dirección, control y supervisión, cumpliendo los requerimientos establecidos en el Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja, la misma que ha sido culminada satisfactoriamente con un avance del 100%, motivo por el cual autorizo su presentación para que continúe con los siguientes trámites respectivos.

Esto es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad. Con sentimientos de distinguida consideración

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**JOSE RAFAEL  
ALVARADO LOPEZ**

Econ. José Rafael Alvarado López, Mg, Sc

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

C.C. Sr/Srta. .... Expediente  
Estudiante Archivo

Ciudad Universitaria “Guillermo Falconí Espinosa” Casilla letra “S”  
Teléfono: 2547 – 252 Ext. 101: 2547-200

## **Autoría**

Yo, **Bryan Joel Flores Martínez**, declaro ser autor del presente trabajo de titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi trabajo de titulación en el Repositorio Digital Institucional-Biblioteca Virtual.

**Firma:**

**Cédula de identidad:** 1150347324

**Fecha:** Loja, 30 de agosto del 2022

**Correo electrónico:** [bryan.flores@unl.edu.ec](mailto:bryan.flores@unl.edu.ec)

**Teléfono o celular:** 0967060557

## **Carta de autorización por parte del autor para la consulta, reproducción parcial o total y publicación electrónica del texto completo**

Yo, Bryan Joel Flores Martínez, declaro ser el autor del trabajo de titulación titulado: “Influencia de la renta de recursos naturales y la inversión extranjera en la degradación ambiental de Ecuador, periodo 1975–2019”, como requisito para optar por el grado de **Economista**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenido la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copias del trabajo de titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los treinta días del mes de agosto del dos mil veintidós firma el autor.

### **Firma:**

**Autor:** Bryan Joel Flores Martínez

**Cédula:** 1150347324

**Dirección:** Loja

**Correo electrónico:** bryan.flores@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0967060557

### **DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del trabajo de titulación:** Econ. José Rafael Alvarado López, Mg, Sc

**Tribunal de Grado:**

**Presidente del Tribunal de Grado:** Econ. Pablo Vicente Ponce Ochoa Mg. Sc.

**Vocal del Tribunal de Grado:** Econ. Karen Gabriela Iñiguez Cueva Mg. Sc.

**Vocal del Tribuna de Grado:** Econ. Wilfrido Ismael Torres Ontaneda Mg. Sc.

## **Dedicatoria**

El presente trabajo investigativo se lo dedico a Dios, a mi madre y mi familia.

A Dios, por bendecir todo el camino recorrido en estos años, por brindarme la fuerza, la confianza y la oportunidad de cumplir con esta meta.

A mi madre, por su incansable lucha para brindarme todo lo que tengo, todo lo que soy y todo lo que seré algún día.

A mi familia, por su incondicional apoyo durante toda mi vida, por siempre acompañarme y brindarme su confianza.

Bryan Flores

## **Agradecimiento**

A Dios, por permitirme recorrer todos estos años llenos de experiencias y alegrías, por darme la oportunidad de convertirme en un profesional lleno de esperanza y motivación.

A mi madre, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su sacrificio y lucha, por siempre apoyarme en este camino, por su cuidado y amor, que me ha permitido ser la persona que soy.

A mi familia, por siempre apoyarme y motivarme en este largo recorrido, por brindarme su comprensión y amor para confrontar todos los obstáculos encontrados en el camino.

A mis amigas/os, que han formado parte de estos maravillosos años, llenos de experiencias y crecimiento personal, por sus consejos y charlas, por ser parte de esta bonita etapa universitaria.

Al Econ. Rafael Alvarado López por brindarme su apoyo y conocimiento durante el desarrollo de esta tesis, al igual que a todos los docentes de la carrera de economía por brindarme su conocimiento y apoyo durante todo este camino de formación profesional.

A la vida, por brindarme un camino lleno de experiencias y momentos inolvidables que vivirán en mí por siempre.

Bryan Flores

## Índice de contenidos

Portada .....	i
Certificación.....	ii
Autoría .....	iii
Carta de autorización .....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	viii
Índice de Anexos.....	viii
1. Título.....	10
2. Resumen.....	11
2.1. Abstract .....	12
3. Introducción .....	13
4. Marco teórico .....	15
4.1. Antecedentes .....	15
4.2. Evidencia empírica.....	19
5. Metodología .....	24
5.1. Tratamiento de los datos .....	24
5.2. Estrategia econométrica .....	27
6. Resultados .....	32
7. Discusión.....	51
8. Conclusiones .....	60
9. Recomendaciones.....	62
10. Bibliografía .....	64

11. Anexos .....	72
------------------	----

### **Índice de tablas**

Tabla 1. Definición de las variables.....	25
Tabla 2. Estadísticos descriptivos .....	26
Tabla 3. Resultados de la estimación del modelo por MCO.....	43
Tabla 4. Resultados de la estimación del modelo por MCG.....	45
Tabla 5. Prueba de cointegración de Johansen .....	46
Tabla 6. Modelo VAR a largo plazo.....	48
Tabla 7. Modelo VEC a corto plazo .....	48
Tabla 8. Resultados de la prueba de causalidad de Granger.....	51

### **Índice de figuras**

Figura 1. Evolución de las emisiones de CO <sub>2</sub> .....	34
Figura 2. Evolución de la renta total de los recursos naturales.....	36
Figura 3. Evolución de la inversión extranjera directa .....	37
Figura 4. Evolución de las variables de control .....	39
Figura 5. Correlación entre la renta de los recursos naturales y las emisiones de CO <sub>2</sub> .....	40
Figura 6. Correlación entre la inversión extranjera directa y las emisiones de CO <sub>2</sub> .....	41
Figura 7. Correlación entre las variables de control y las emisiones de CO <sub>2</sub> .....	42

### **Índice de Anexos**

Anexo 1. Prueba de Breusch- Pagan.....	72
Anexo 2. Prueba de Durbin-Watson .....	72
Anexo 3. Factor de inflación de varianza (VIFs).....	73
Anexo 4. Prueba de Skewness/Kurtosis.....	73
Anexo 5. Prueba de Shapiro-Wilk .....	73



Anexo 6. Prueba Dickey Fuller y Phillips-Perron .....	74
Anexo 7. Pruebas de raíz unitaria con primeras diferencias .....	74
Anexo 8. Determinación del rezago óptimo .....	75
Anexo 9. Prueba de estabilidad.....	75
Anexo 10. Prueba de multiplicador de Lagrange.....	75
Anexo 11. Prueba de normalidad de Jarque – Bera.....	76
Anexo 12. Prueba de normalidad de Skewness .....	76
Anexo 13. Prueba de normalidad de Kurtosis .....	76
Anexo 14. Certificación de traducción del Abstract .....	77

## **1. Título**

**“INFLUENCIA DE LA RENTA DE RECURSOS NATURALES Y LA INVERSIÓN  
EXTRANJERA EN LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL DE ECUADOR PERIODO  
1975 – 2019”**

## **2. Resumen**

La degradación ambiental está directamente relacionada con el desarrollo de las actividades económicas y los procesos que implican dichas actividades. Sin embargo, dicha problemática no ha sido evaluada de manera estricta debido al permanente conflicto de intereses en donde el beneficio económico se ha priorizado a costa de la sostenibilidad ambiental. Por tal razón, el objetivo general de esta investigación fue evaluar el impacto de la renta total de los recursos naturales y la inversión extranjera directa en la degradación ambiental, medida por las emisiones de CO<sub>2</sub>. Los datos fueron obtenidos de los Indicadores de Desarrollo Mundial (2021) para el periodo 1975-2019. Se emplearon técnicas econométricas de series de tiempo mediante la implementación de modelos de Vectores Autorregresivos (VAR), de Corrección de Error (VEC) y la prueba de causalidad de Granger. De acuerdo, con los resultados obtenidos se comprobó la presencia de una relación de equilibrio de corto y largo plazo entre la renta total de los recursos naturales, la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Por lo tanto, las políticas deben dirigirse hacia el fortalecimiento de la legislación ambiental y brindar un entorno óptimo para el desarrollo empresarial basado en la implementación de tecnologías amigables con el medio ambiente que garanticen la sostenibilidad de los recursos.

***Palabras clave:*** Emisiones de CO<sub>2</sub>, Recursos naturales, Inversión Extranjera Directa.

***Clasificación JEL:*** Q53, Q33, F21.

## **2.1. Abstract**

Environmental degradation is directly related to the development of economic activities and the processes that these activities imply. However, this problem has not been strictly evaluated due to the permanent conflict of interest in which economic benefit has been prioritized at the expense of environmental sustainability. For this reason, the general objective of this research was to assess the impact of total rent from natural resources and foreign direct investment on environmental degradation, measured by CO<sub>2</sub> emissions. The data was obtained from the World Development Indicators (2021) for the period 1975-2019. Time series econometric techniques were used by implementing Vector Autoregressive (VAR) and Error Correction (VEC) models and the Granger causality test. In accordance with the results obtained, the presence of a short- and long-term equilibrium relationship between the total income from natural resources, foreign direct investment and CO<sub>2</sub> emissions was verified. Therefore, policies should be directed towards strengthening environmental legislation and providing an optimal environment for business development based on the implementation of environmentally friendly technologies that guarantee the sustainability of resources

**Keywords:** CO<sub>2</sub> Emissions, Natural Resources, Foreign Direct Investment.

**JEL codes:** Q53, Q34, F21.

### 3. Introducción

La degradación ambiental ha obtenido cada vez mayor relevancia al momento de debatir entre el desarrollo económico y la conservación de los recursos naturales. La discusión que enmarca las causas y efectos de la degradación ambiental ubican al rápido desarrollo de la industrialización como la principal causa de degradación ambiental, debido al vertiginoso uso de los recursos naturales para generar crecimiento económico (Chakravarty y Mandal, 2020). Según Burki y Tahir (2022) la degradación ambiental tiene consecuencias a nivel social, económico y ambiental como elevar los niveles de pobreza, generar condiciones climáticas extremas, incrementar las enfermedades infecciosas y amenazar la diversidad natural de un territorio.

En este contexto, uno de los factores determinantes de la degradación ambiental se vincula a las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI). Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2015), durante el periodo 1990-2010 el Ecuador experimentó un incremento de 46,7% en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), causado por la explotación y uso de derivados del petróleo, el cual representa el 56% de las exportaciones totales durante el mismo periodo. Según el MAE (2015) durante 1990 hasta 2016, se experimentó un incremento del 76,8% de las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el desarrollo del sector automotriz. El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2019) estima que para el 2018 en Ecuador existían 2'403.651 vehículos matriculados, de los cuales el 91,1% pertenecía al uso particular.

En cuanto a las variables analizadas en esta investigación, Izurieta (2015) menciona que en Ecuador existe un papel predominante de los recursos naturales en el desarrollo de las actividades económicas correspondientes al sector primario, es decir, a las actividades extractivas, es especial la de hidrocarburos y minería, cuyos ingresos han constituido la base de la economía. Por su parte, Khan et al. (2021) menciona que la explotación de los recursos naturales se asocia negativamente a la huella ecológica como proceso de la degradación ambiental, en donde el proceso del crecimiento económico deteriora la calidad ambiental al mismo tiempo. Según Agboola et al. (2021), para que la renta total de los recursos naturales permita la mitigación de emisiones de CO<sub>2</sub> se deben intensificar las opciones de conservación y gestión de los recursos naturales. Por su parte, Saab (2020) establece que dicho proceso de explotación de recursos naturales en países en desarrollo se concesiona en su mayoría a

empresas extranjeras cuyos flujos de IED deben garantizar un proceso rápido de innovación para mejorar la calidad de vida y el desarrollo sostenible.

En lo que respecta a teorías económicas, no existe una teoría específica en sí, que relacione a las variables analizadas en la presente investigación como son la degradación ambiental, la renta total de los recursos naturales y la inversión extranjera directa. Sin embargo, para sustentar las hipótesis planteadas, la investigación se enfocará en la evidencia empírica presentada por Grossman y Krueger (1991) en donde se presenta la metodología que mide la relación entre el crecimiento económico y el deterioro ambiental, dando lugar así a la creación del concepto de curva ambiental de Kuznetz (CAK), la misma que evidencia la forma funcional que relaciona el crecimiento económico y la degradación ambiental descrita por una U invertida, en donde a corto plazo el crecimiento económico causa una mayor degradación ambiental, pero a medida que incrementa el ingreso provoca que la calidad del medio ambiente mejore a largo plazo.

La presente investigación plantea las siguientes preguntas directrices: ¿Cuál es la evolución y correlación entre la renta total de los recursos naturales y las emisiones de CO<sub>2</sub>; y de la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador durante el periodo 1975-2019?; ¿Cuál es la relación a corto y largo plazo entre la renta total de los recursos naturales y la inversión extranjera directa sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador durante el periodo 1975-2019?; ¿Existe causalidad entre la renta total de los recursos naturales, la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> de Ecuador durante el periodo 1975-2019?. Los objetivos específicos son: Analizar la evolución y correlación entre la renta total de los recursos naturales y las emisiones de CO<sub>2</sub>; y de la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador durante el periodo 1975-2019; examinar las relaciones de equilibrio a corto y largo plazo entre la renta total de los recursos naturales y la inversión extranjera directa sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador durante el periodo 1975-2019; determinar la existencia de causalidad entre la renta total de los recursos naturales, la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> de Ecuador durante el periodo 1975-2019. Y parte de las siguientes hipótesis: La renta total de los recursos naturales, la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> han ido evolucionando de forma creciente en Ecuador; existe una relación de equilibrio de corto y largo plazo entre la renta total de los recursos naturales, la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador; existe causalidad entre la renta total de los recursos naturales, la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador.

Para ello se llevó a cabo una investigación que implementó modelos econométricos de series de tiempo, durante el periodo 1975 – 2019, que permitió realizar un estudio de corto y largo plazo entre las variables elegidas. Con ello, la presente investigación pretende aportar a la literatura, porque adopta métodos modernos de series de tiempo que permiten determinar si existe o no una fuerte relación de largo plazo entre las variables y así proponer políticas específicas para el territorio de estudio que a diferencia de otras investigaciones no se ha realizado.

Esta investigación se estructura de la siguiente manera, (1) tema; (2) resumen; (3) introducción, que contextualiza la problemática a tratar y aporte de la investigación; (4) revisión de literatura, presentando los antecedentes y evidencia empírica; (5) materiales y métodos, incluyendo fuentes estadísticas y estrategia econométrica; (6) resultados, presentados en tablas y figuras; (7) discusión de resultados; (8) conclusiones, planteadas de acuerdo a los resultados obtenidos; (9) recomendaciones, realizadas por cada conclusión planteada; (10) bibliografía y (11) anexos.

#### **4. Marco teórico**

##### **4.1. Antecedentes**

La degradación ambiental como consecuencia de la sobreexplotación de los recursos naturales ha sido un tema de debate dentro de la evolución del pensamiento económico a lo largo de la historia debido a la relación que tiene el hombre con el medio ambiente y sus recursos. Sin embargo, antes de los años 70 la temática ambiental no gozaba de una relevante atención, esto debido a que los economistas enfocaban su atención estrictamente a la problemática del desarrollo económico, en donde, el medio ambiente y sus recursos eran considerados únicamente como suministros empleados en el proceso productivo.

Por esta razón, se considera que el estudio de las externalidades fue uno de los puntos de partida para que se incluya la degradación ambiental como parte del análisis económico. Dicho análisis fue realizado inicialmente por Pigou (1920) el cual propuso el cobro de un impuesto para corregir las externalidades negativas como la contaminación que producen las empresas y que afectan a la sociedad, de tal forma que los agentes económicos se hagan responsables por ese coste externo que producen en la sociedad. Dicha propuesta sobre la implementación de un impuesto ambiental que contrarreste los efectos de la contaminación se difundió ampliamente en la discusión económica, causando un profundo análisis sobre sus debilidades y pertinencia.

Uno de los principales estudios derivados de esta propuesta fue el realizado por Coase (1960) publicando su famoso artículo denominado “El problema del Costo Social”, en el mismo señala que el impuesto ambiental era una solución posible, pero no la única, por lo cual su crítica se basaba en la dificultad que tiene medir con exactitud el daño causado por el agente contaminador y cuya cuantía del daño se encontraría fuera del control del empresario.

Posteriormente, en 1972 se publicó el que es considerado el primer documento oficial que alertaba sobre los límites biofísicos que el planeta tenía ante el desproporcionado crecimiento de los sistemas socioeconómicos conocido como el “Informe Meadows” o “Límites del crecimiento” en el cual se explica que durante el próximo siglo se alcanzará el límite total del crecimiento en la tierra si no existe ninguna variación en el crecimiento de la población, la explotación de los recursos naturales y la producción de alimentos (Meadows,1972). Este informe se constituyó así en el antecedente necesario a nivel global para llevar a cabo acciones que mitiguen la degradación ambiental antes de sobrepasar umbrales irreversibles cuyas consecuencias amenacen la vida en nuestro planeta.

A partir de este suceso se desarrollaron diversos enfoques y teorías que estudian la relación entre lo ambiental y económico. Por ejemplo, Georgescu-Roegen (1975) sostiene que la causa fundamental de la degradación ambiental se relaciona al comportamiento consumista de los individuos que conforman los distintos sistemas económicos. Por otro lado, Randall y Castle (1985) sostienen que la economía de los recursos naturales se constituyó para atender los problemas relacionados a los mismos, advirtiendo que la teoría referida, contempla al sistema económico y el vínculo con la naturaleza como suministrador de insumos para la producción y energía. Es decir, que la inclusión de los recursos naturales se analizaba bajo la perspectiva del sistema de valor de cambio con el cual funcionaba el sistema económico o desde la perspectiva de externalidades asociada al uso de recursos naturales (Naredo,1987). Mientras tanto, Brundtland (1987) señalaba que el desarrollo sostenible debe procurar satisfacer las necesidades del presente sin comprometer a las generaciones futuras la satisfacción de sus necesidades.

Asimismo, otra de las aportaciones significativas en materia económico-ambiental se dio gracias a investigación presentada por Kuznets (1955) sobre la relación entre crecimiento económico y la distribución del ingreso, la misma permitió que por primera vez Grossman y Krueger (1991) presentaran la metodología que mide la relación entre el crecimiento y el deterioro ambiental, fomentando así la creación del concepto de curva ambiental de Kuznetz (CAK), la cual demuestra que la forma funcional que relaciona el crecimiento económico y la



degradación ambiental está descrita por una U invertida, en donde a corto plazo el crecimiento económico provoca una mayor degradación ambiental, pero a medida que aumenta el nivel de ingreso de las economías, la calidad del medio ambiente mejora gracias a los recursos que produce el crecimiento económico. Sin embargo, dicha teoría ha sido sujeta a constantes debates de múltiples autores que han buscado comprobar su validez para diversas economías a nivel global.

A nivel latinoamericano, una de las primeras aproximaciones al tema ambiental se dio gracias a la CEPAL en septiembre de 1971, en donde se llevó a cabo el denominado “Seminario Regional Latinoamericano Sobre los Problemas del Medio Ambiente Humano”. En dicho evento se presentó para su discusión el estudio titulado “El medio ambiente Humano y el Desarrollo Económico en América Latina”, cuyos resultados señalaban que la crisis ambiental en América Latina se originó principalmente por el escaso nivel de desarrollo económico, en conjunto con una deficiente distribución del ingreso y estructuras sociales que ayudaban a perpetuar esta situación (Estenssoro y Devés, 2013).

Entonces, en 1975 se inauguró en la capital de México la oficina regional para América Latina y el Caribe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, como respuesta a la problemática ambiental encontrada a nivel regional, en donde, la falta de conocimiento de las autoridades político-ejecutivas de la región respecto a la temática ambiental merecía de medidas urgentes en términos de educar a los líderes intelectuales y políticos de América Latina para que se profundice en teorías del desarrollo que incluyan la temática ambiental (Sanchez, 1983). Dicha iniciativa se consideró clave en la socialización del tema ambiental en la región en los años siguientes gracias a la aplicación de programas y publicaciones en estilos de desarrollo y medio ambiente que se derivaron de esta oficina en los años posteriores.

En cuanto a los determinantes de la degradación ambiental a lo largo del tiempo varios autores han resaltado que varias son las causas del mismo. Por ejemplo, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (1995) menciona que existen dos formas en la que los países desarrollados transmiten la contaminación, la primera es a través de la Inversión Extranjera directa (IED) por medio de la cual estas economías en industrias del sector primario intensivas en contaminación en países subdesarrollados, mientras que el segundo es a través de la importación de bienes contaminantes a países con una regulación ambiental deficiente. Sin embargo, Cole (2004) manifiesta que la IED ayuda a que la economía local se especialice en el

sector de servicios, invierta en tecnología avanzada y eficiente, un alto talento humano y en consecuencia una rigurosa regulación ambiental.

Como se ha detallado la evolución de los determinantes de la degradación ambiental, sus causas y efectos han sido diferentes de acuerdo a las características únicas de cada economía. Por una parte, han existido posturas críticas sobre las externalidades negativas que produce el desarrollo económico en el medio ambiente. Por otra parte, autores como Pearson (1994) menciona que relación entre el producto per cápita y la degradación ambiental también tiene una visión positiva en la cual el desarrollo económico contrarresta los efectos negativos que está generando, sin embargo, dicha visión es estrictamente dependiente al factor humano que compone el sistema económico y social.

En este sentido, la metodología para medir, monitorear y consecuentemente mitigar las cargas ambientales también ha evolucionado con el pasar de los años gracias al esfuerzo de investigadores y organizaciones, algunos países se vieron en la necesidad de desarrollar nuevos indicadores ecológicos, así como nuevos instrumentos de medición ambiental. A nivel internacional en el año 1992 se estableció en el documento “Agenda 21” desarrollado en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, ampliar los sistemas de contabilidad económica para dar lugar en ellos la dimensión ambiental. Por su parte, en Europa la Comisión de Comunidades Europeas (1994) elaboró el documento “Crecimiento económico y Medio Ambiente” en el cual señalaba la necesidad de aumentar los datos estadísticos mediante el establecimiento de índices e indicadores de presión medioambiental que ayuden a determinar los problemas medioambientales.

En consecuencia, por parte de varias organizaciones se dio paso al desarrollo de múltiples indicadores ambientales a nivel internacional. Por ejemplo, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (1994) llevó a cabo el desarrollo de indicadores ambientales para la agricultura y ambiente, transporte, energía y consumo sostenible, los mismos que podían ser usados a escalas internacionales, nacionales y locales. Mientras que en Europa desde el año 1991 la Oficina de Estadística de la Unión Europea viene desarrollando un aproximado de 30 indicadores ambientales basados en estadísticas agrícolas y ambientales (Eurostat, 2008). Como se detalla en estos ejemplos el número de indicadores ambientales se han incrementado exponencialmente durante las últimas décadas a nivel global, sin embargo, aún se deben realizar grandes cambios en la estadística ambiental que permitan incorporar tanto

en la teoría como en la práctica una nueva corriente de crecimiento y desarrollo basado en la sustentabilidad del medio ambiente.

Como se ha evidenciado a lo largo de varias investigaciones, seminarios y estudios científicos, ha existido un extenso debate sobre las implicaciones que ha tenido el desarrollo económico en la degradación ambiental a lo largo del tiempo, en los cuales se ha podido evidenciar argumentos a favor y en contra sobre la relación entre los recursos naturales, la IED y la degradación ambiental. Sin embargo, se observa que no ha existido un análisis directo sobre la relación que presentan estas variables en el corto y largo plazo. Por lo tanto, la presente investigación permite generar y brindar nuevo conocimiento empírico en cuanto al tema investigado.

#### **4.2. Evidencia empírica**

Al momento de abordar la problemática de la degradación ambiental se ha generado un gran interés en cuanto a la comprensión, manejo y administración de la información ambiental y su relación con el desarrollo de las actividades económicas. Para lo cual se abordará en primer lugar estudios donde hacen una relación entre el crecimiento económico y la degradación ambiental. Seguidamente se analizarán estudios que relacionan a la renta total de los recursos naturales y la inversión extranjera directa como determinantes de la degradación ambiental, las mismas que ayudarán como poste para el desarrollo de la investigación. Dicha evidencia empírica se sintetiza a continuación.

En cuanto a la relación entre crecimiento económico y degradación ambiental, estudios como el realizado por Sani et al. (2020) demostraron que el crecimiento económico y el consumo de energía tienen una relación positiva con la degradación ambiental, aun así, no sería un determinante significativo debido a que el incremento del ingreso se encuentra altamente sesgado a favor de unos pocos países desarrollados. Asimismo, Jun et al. (2021) identificó que la globalización está asociada positivamente con las emisiones de CO<sub>2</sub> aumentando la degradación ambiental producto del crecimiento económico en su primera etapa de desarrollo, sin embargo, a medida que aumenta el crecimiento económico la degradación ambiental comienza a disminuir debido a que las economías cuentan con más recursos, los cuales pueden ser invertidos en tecnologías ecológicas, lo que ayuda a mitigar la degradación ambiental confirmando la hipótesis de la curva medioambiental de Kuznetz. Sin embargo, Catalán (2014) señala que, aunque existen patrones frecuentes entre el producto per cápita y la degradación

ambiental, aun así, esto no se desarrolla de forma automática o determinística, debido a que adquiere distintas formas y factores como la innovación tecnológica, instituciones, y regulaciones ambientales de cada sistema económico.

En ese marco, Ozcan et al. (2020) utilizando una muestra de 35 países de la OCDE durante el período 2000-2014, encontró que el crecimiento económico y los patrones de consumo de energía contribuyen a mejorar los niveles de desempeño ambiental de los países, su estudio destaca que la trayectoria de desarrollo económico de los países y sus patrones de consumo de energía han comenzado a alinearse con las políticas ambientales, debido a que los excedentes económicos permiten la adquisición y adaptación de nuevas tecnologías amigables con el medio ambiente. Por su parte, Adams y Klobodu (2018) utilizando el Método Generalizado de Momentos (GMM) encontró que el crecimiento económico y la urbanización son determinantes importantes de la degradación ambiental (medida por las emisiones de CO<sub>2</sub>) confirmando un vínculo positivo sólido entre las variables en mención; esto se debe principalmente al incremento de las actividades económicas como producto de la fuerte demanda que conlleva el desarrollo urbano, dicha demanda provoca un impulso de los procesos productivos de bienes y servicios, cuyos procesos de producción son altamente contaminantes.

Bajo la misma metodología, Chakravarty y Mandal (2020) adoptaron el Método Generalizado de Momentos (GMM) para estimar la relación entre crecimiento y eficiencia ambiental, sin embargo, sus estimaciones no confirmaron ninguna relación tipo Kuznets entre el crecimiento económico y la eficiencia ambiental en términos de emisiones de CO<sub>2</sub>; según los autores la relación tipo Kuznetz solo se cumple hasta cierto punto en economías desarrolladas, en donde el simple hecho de mantener la eficiencia junto con el crecimiento económico es un verdadero desafío. En contraste, Rahman (2020) confirmó la existencia de la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets (EKC) utilizando datos de los 10 principales países consumidores de energía, encontrando mediante una prueba de causalidad de Dumitrescu y Hurlin que existe una causalidad bidireccional entre el crecimiento económico y las emisiones de CO<sub>2</sub>, ante estos resultados se explica que dichos países han insertado políticas direccionadas tanto al crecimiento económico como a la eficiencia energética, permitiendo reducir la contaminación ambiental.

No obstante, la presente investigación se enfocará en dos variables como son la renta total de los recursos naturales y la inversión extranjera directa como determinantes de la degradación ambiental medida por las emisiones de CO<sub>2</sub>. En este contexto, Zambrano et al. (2018) en su

estudio analizó el efecto de la renta de recursos naturales en la degradación ambiental para cinco países europeos, concluyendo que un incremento en las exportaciones de recursos naturales no contribuye a un incremento en la degradación ambiental, esto se debe a que la correcta implementación de políticas ambientales y el uso correcto de tecnología en la agricultura ayudan a que la deforestación sea disuadida y revertida sin comprometer el crecimiento económico a largo plazo. Por su parte, Shen et al. (2021) empleando una novedosa metodología de retardos distribuidos autorregresivos aumentados transversalmente (CS-ARDL) confirma que la renta de los recursos naturales nacionales está asociada positivamente con las emisiones de CO<sub>2</sub>, esto se debe a que la respuesta a la alta demanda de productos elaborados provoca que exista una sobreexplotación de los recursos naturales, sumado al bajo incremento de la cuota de la energía renovable impide que se produzca una producción que reduzca las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Es necesario mencionar que varios autores han utilizado distintas variables para medir la degradación ambiental, entre las más utilizadas está la denominada huella ecológica. Autores como Alvarado et al. (2021) mencionan que la huella ecológica es un indicador integral del deterioro ambiental porque evalúa el impacto de todas las actividades humanas en la naturaleza. Por otro lado, en estudios como los realizados por Zhang et al. (2021) encontró que, a largo plazo, el capital humano y los recursos naturales tienen un vínculo negativo con las emisiones de carbono, esto principalmente se explica mediante la correcta formación de capital humano otorga a los individuos un conjunto de habilidades para que exista una fuerza laboral más calificada que reduzca los niveles de degradación ambiental. De igual forma, Shittu (2021) utilizando la técnica de mínimos cuadrados ordinarios para 45 países de Asia ricos en recursos, demostraron que la renta de los recursos naturales está relacionada negativamente con la huella ecológica, dicha renta permite obtener grandes flujos de inversión en sectores estratégicos como la formación de capital humano y la innovación tecnológica, las cuales a largo plazo permite obtener procesos de producción más eficientes y ecológicos.

Majeed et al. (2021) revelaron que la abundancia de recursos naturales mejora significativamente la calidad ambiental, en donde la globalización económica y el consumo de energía renovable, permiten mitigar los niveles de emisión en las economías más desarrolladas. Khan et al. (2021) reveló que los recursos naturales están asociados negativamente con las huellas ecológicas y el crecimiento económico de los países, sin embargo, aunque deteriora la calidad ambiental al mismo tiempo estimulan el crecimiento económico, por ende, los países se encuentran inmersos en un constante debate sobre el crecimiento económico y la

conservación del medio ambiente. Agboola et al. (2021) identificaron que existe un nexo positivo significativo entre la renta total de los recursos naturales y las emisiones de CO<sub>2</sub> tanto a corto como a largo plazo, esto sugiere que la dependencia excesiva de la renta de los recursos naturales como lo que se ha experimentado en países en desarrollo afecta la sostenibilidad ambiental si se descuidan las opciones de conservación y gestión.

Ahmed et al. (2020) en su estudio utilizando la prueba de cointegración de Bayer y Hack demostraron que los resultados a largo plazo revelan que la renta de los recursos naturales aumenta la huella ecológica, así mismo las estimaciones del método de causalidad bootstrap revelan la causalidad unidireccional de los recursos naturales a la huella ecológica, esto ocurre principalmente por la alta dependencia a la exportación de materias primas y la falta de diversificación del sector productivo, provoca que exista la sobreexplotación de recursos y la exponencial degradación ambiental. En concordancia a estos resultados, Ahmad et al. (2020) encontró que las estimaciones de cointegración confirman una relación estable a largo plazo entre la huella ecológica, los recursos naturales, las innovaciones tecnológicas y el crecimiento económico, en donde a largo plazo, los recursos naturales y el crecimiento económico aumentan y expanden la huella ecológica, mientras que las innovaciones tecnológicas ayudan a abatir la degradación ambiental que se produce como resultado de este fenómeno. En contraste, Ulucak y Khan (2020) demostraron que mediante el uso de los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios completamente modificados (FMOLS) que la renta de los recursos naturales, la energía renovable y la urbanización disminuyen la huella ecológica, lo que implica que tienen una contribución positiva a la calidad ambiental en los países más ricos, los cuales poseen un excedente de renta que es empleado en la inversión de sectores como el energético y tecnológico.

Por otro lado, tenemos varios estudios que han analizado el papel de la inversión extranjera en la degradación ambiental en conjunto con otras variables. Por ejemplo, Waqih et al. (2019) mediante técnicas panel ARDI y FMOLS confirmaron la existencia de una relación positiva entre la inversión extranjera directa (IED) y las emisiones de en el corto plazo. Sin embargo, el análisis a largo plazo de los datos del panel confirma la ausencia de contaminación, esto principalmente debido a que el inicio de las actividades de empresas internacionales provoca externalidades negativas que a largo plazo se van corrigiendo a través de la implementación de nuevas técnicas y tecnologías desarrolladas en sus países de origen. Shahbaz et al. (2018) aplicando un análisis de series de tiempo, encontraron que la IED tiene un impacto positivo, mientras que las innovaciones en investigación energética tienen un impacto negativo, en las

emisiones de carbono, por tal motivo se demuestra que la IED degrada el medio ambiente y, por lo tanto, apoya la hipótesis del refugio de la contaminación. Por su parte, Jiang et al. (2018) encontró que IED tiene importantes efectos secundarios tecnológicos espaciales que mejoran los procesos productivos implementando tecnología más eficiente que ayuda a mitigar la degradación ambiental.

Gyamfi et al. (2021) menciona que su resultado empírico reveló una relación negativa entre la IED y el CO<sub>2</sub>, mientras que las pruebas de cointegración evidenciaron la IED y las emisiones de carbono, las energías renovables y las emisiones de carbono, así como los combustibles fósiles y las emisiones de carbono, tienen una relación causal en un sentido, esto se debe principalmente en países que optan por sostener una baja legislación y regulación ambiental a largo plazo, en un intento de conservar su estatus como un territorio que sea atractivo para las empresas internacionales que buscan maximizar su renta y disminuir sus costos de producción, incrementando la degradación ambiental. Resultados que coinciden con los expuestos por Zafar et al. (2020) en donde confirman que la calidad ambiental es sensible a la inversión extranjera directa y la educación a largo plazo, en donde la presencia de políticas ineficientes no ayuda desarrollar un crecimiento económico basado en la conservación de los recursos naturales. Opoku, y Boachie (2020) considera que el efecto de la inversión extranjera directa sobre el medio ambiente es en gran medida significativo, el mismo que es causante de emitir al medio ambiente dióxido de carbono, óxido nitroso, metano y las emisiones totales de gases de efecto invernadero, recordando que la mayor parte de empresas internacionales pertenecen a sectores como la manufactura, cuyos procesos de producción son altamente contaminantes.

Hanif et al. (2019) mediante el uso de datos de panel para el período de 1990 a 2013, y aplica un modelo de retraso distributivo autorregresivo (ARDL), cuyos resultados demostraron que, en economías en desarrollo, los esfuerzos por impulsar el crecimiento económico a través de la IED están contribuyendo a la generación de emisiones de CO<sub>2</sub>. Marqués y Caetano (2020) mencionan que la inversión extranjera directa (IED) es uno de los procesos de globalización, que ha despertado el interés de los economistas a través de la transferencia de industrias contaminantes entre países, siendo el factor principal las discrepancias de las regulaciones ambientales, las cuales también han sido fundamentales en la falla en el control de la contaminación en todo el mundo. Doytch (2020) encontró que los países de ingresos altos tienden a experimentar un impacto ecológico de la IED relacionado con el consumo, mientras que los países de ingresos bajos y medios tienden a experimentar un impacto ecológico de la IED relacionado con la producción, esto se explica que a través de un incremento del ingreso

se produce una sobre demanda cuyos desechos son altamente contaminantes con el medio ambiente, mientras que en países donde se realiza la explotación de materia prima para la elaboración de productos elaborados provoca que exista una alta degradación de dichos recursos. Shahbaz et al. (2015) también menciona que la inversión extranjera directa aumenta la degradación ambiental, lo que confirma la hipótesis del refugio de la contaminación (PHH) en los países de ingresos medios y bajos, cuyo objetivo se basa en la reducción de costos de producción en países con poca regulación en el tratamiento de sus desechos.

Finalmente, Saab (2020) sugiere que los países en desarrollo deben atraer más IED y capital humano de otros países para garantizar que las empresas establecidas y las nuevas empresas puedan innovar rápidamente en apoyo de la calidad de vida y el desarrollo sostenible. Essandoh et al. (2020) menciona que la reciente tendencia de aumento del comercio y la IED promovería la transferencia de unidades de producción con alto coeficiente de emisiones de los países desarrollados a los países en desarrollo, lo que haría que los países desarrollados lograron una reducción de las emisiones a expensas de los países en desarrollo.

En líneas generales, se observa que el problema de la degradación ambiental ha sido abordado desde diferentes enfoques a lo largo de los años. Sin embargo, no existe suficiente evidencia empírica o teorías que analicen y relacionen directamente la relación entre la renta de los recursos naturales, la IED y la degradación ambiental. En consecuencia, identificamos la existencia de un vacío en la literatura para el caso de Ecuador, con un campo amplio para investigar sobre el tema en mención, el cual permitiría tener la evidencia necesaria para que las políticas ambientales se direccionen a corto y largo plazo hacia el crecimiento económico mediante el uso eficiente y sostenibilidad de los recursos naturales.

## **5. Metodología**

### **5.1. Tratamiento de los datos**

#### ***5.1.1. Análisis de los datos***

Con el objetivo de evaluar el impacto de la renta total de los recursos naturales y la inversión extranjera directa en la degradación ambiental en el Ecuador durante el periodo 1975-2019, los datos recopilados para la presente investigación se obtuvieron de los indicadores de desarrollo del Banco Mundial (2021). En donde se seleccionaron variables de series temporales debido a que son un conjunto de datos recopilados en intervalos regulares, en nuestro caso anuales.



Con el fin de examinar la relación entre las variables del modelo, se usará como variable dependiente a las emisiones de CO<sub>2</sub> medida en toneladas métricas per cápita. Y como variables independientes la renta total de recursos naturales y la inversión extranjera directa (US\$ a precios actuales). Dicha relación nos permitirá obtener un resultado robusto sobre el efecto de las variables independientes sobre la degradación ambiental debido a que las emisiones de CO<sub>2</sub> es uno de los principales indicadores para medir el deterioro del medio ambiente.

Además, se agregaron dos variables de control para mejora y ajuste del modelo como son: el PIB per cápita que incluirá la relación entre el nivel de renta de un país dividida para su población y la apertura comercial, la cual incluirá al modelo el efecto de la capacidad que tiene un país para disminuir las barreras al comercio internacional. Es necesario mencionar que se procedió a sacar logaritmo de todas las variables, con el fin de reducir la dispersión o suavizar la tendencia. En la Tabla 1, se detallan las variables utilizadas dentro del modelo econométrico.

**Tabla 1**

*Definición de las variables*

<b>Tipo de variable</b>	<b>Variable y Notación</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Fuente de datos</b>	<b>Descripción</b>
Variable dependiente	Emisiones de dióxido de carbono (lco2)	Medida en toneladas métricas per cápita	Base de datos del banco mundial	Son las que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y de la quema de gas.
Variable independiente	Renta total de los recursos naturales (lrenta)	US\$ a precios actuales	Base de datos del banco mundial	La renta total de los recursos naturales es la suma de la renta del petróleo, la renta del gas natural, la renta del carbón (duro y blando), la renta mineral y la renta forestal.
Variable independiente	Inversión extranjera directa (lied)	US\$ a precios actuales	Base de datos del banco mundial	Los flujos de Inversión extranjera directa, medida por la entrada neta de capital, a precios actuales.
Variable de control	PIB per cápita (lPIBpc)	US\$ a precios actuales	Base de datos del banco mundial	Es la suma del valor agregado bruto de todos los productores residentes en la economía más todo impuesto a los productos, menos todo subsidio no incluido en el valor de los productos.

Variable de control	Apertura comercial (IAPcom)	US\$ a precios actuales	Base de datos del banco mundial	de	Índice que mide la capacidad que tiene un país para transferir bienes y servicios con el resto del mundo.
---------------------	-----------------------------	-------------------------	---------------------------------	----	---

*Nota.* Adaptado de Banco Mundial (2021). Tomado de los Indicadores de Desarrollo Mundial (WDI)

Continuando con el tratamiento de los datos, en la Tabla 2 se presentan los estadísticos descriptivos de cada una de las variables utilizadas en la investigación, que incluyen el número de observaciones, la media, la desviación estándar y los valores mínimos y máximos. Como la investigación se centra en Ecuador, el número de observaciones por cada variable es de 45, es decir, durante 1975 al 2019. Es necesario mencionar que la media es el valor promedio del conjunto de datos, mientras que la desviación estándar indica que tan dispersos están los datos con respecto a la media. Entonces, se puede observar que para la variable dependiente emisiones de dióxido de carbono (lco2) tenemos una media de 0,63 y una desviación estándar de 0,23; por otra parte, para las variables independientes encontramos para la renta total de los recursos naturales una media de 21,69 y una desviación estándar de 0,94, para el caso de la inversión extranjera directa (IED) tenemos una media de 19,42 y una desviación estándar de 1,12; para las variables de control como lo es el PIB per cápita (IPIBpc) tenemos una media de 7,84 y una desviación estándar de 0,54 y para la apertura comercial (IAPcom) una media de 23,30 y una desviación estándar de 0,93.

**Tabla 2**

*Estadísticos descriptivos*

Variable	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Emisiones de dióxido de carbono	45	0,63	0,23	0,01	0,95
Renta total de los recursos naturales	45	21,69	0,94	20,07	23,27
Inversión extranjera directa	43	19,42	1,12	17,36	21,05
PIB per cápita	45	7,84	0,54	7,01	8,76
Apertura comercial	45	23,30	0,93	21,73	24,80

*Nota.* Adaptado de Banco Mundial (2021)

## 5.2. Estrategia econométrica

Para la ejecución de la presente investigación, se han presentado tres objetivos específicos a través de los cuales se llevaron a cabo las siguientes estrategias econométricas para dar cumplimiento a cada uno de ellos; para el primer objetivo se analiza la evolución y correlación de las variables emisiones de CO<sub>2</sub>, renta total de los recursos naturales e IED; en el segundo objetivo se procede estimar un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) para determinar el efecto y relación entre la variable dependiente y las variables independientes, así como con las variables de control; seguidamente mediante modelos de Vectores Autorregresivos (VAR) y Vectores de Corrección de Error (VEC) se determina si existe o no relación a corto y/o largo plazo entre las variables de interés; y finalmente para el tercer objetivo se trata de comprobar si existe alguna relación causal entre las variables.

**Objetivo específico 1:** *Analizar la evolución y correlación entre la renta total de los recursos naturales y las emisiones de CO<sub>2</sub>; y de la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador durante el período 1975-2019.*

Para dar cumplimiento al primer objetivo se utilizó la información obtenida de los Indicadores de Desarrollo del Banco Mundial (2021), sobre las variables emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), renta total de los recursos naturales e inversión extranjera directa las cuales son series temporales anuales del período 1975 al 2019. Por lo tanto, mediante un análisis descriptivo se verificó la tendencia de las variables de estudio elaborando gráficas de evolución, con la finalidad que nos permitan describir las distintas fases y comportamiento que las variables han tenido a lo largo del tiempo. Seguidamente, para determinar la correlación entre la renta total de los recursos naturales y las emisiones de CO<sub>2</sub>; y de la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> se elaboró gráficas de correlación con la finalidad de comprobar el grado de asociación que puede existir entre dichas variables, las cuales se encuentran en promedios anuales y verificar la hipótesis planteada de que, el incremento de la degradación ambiental se da como resultado del incremento de la renta total de los recursos naturales y la inversión extranjera directa.

**Objetivo específico 2:** *Examinar las relaciones de equilibrio a corto y largo plazo entre la renta total de los recursos naturales y la inversión extranjera directa sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador durante el período 1975-2019.*

En primera instancia, se utilizan técnicas econométricas para estimar el efecto de la renta total de los recursos naturales y la inversión extranjera directa en la degradación ambiental medida a través de las emisiones de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>. Por ello, se verificó la relación entre la degradación ambiental (emisiones de CO<sub>2</sub>) y la renta total de los recursos naturales e inversión extranjera directa, utilizando regresiones simples.

Primero, iniciaremos con el uso de un modelo de regresión mínimos cuadrados ordinarios (MCO) con el cual se obtienen una serie de parámetros que permiten cuantificar las relaciones existentes entre las variables explicativas y la variable endógena, el modelo planteado con las variables escogidas quedaría de la siguiente manera:

$$lco2_t = \beta_0 + \beta_1 lrenta_t + \beta_2 lied_t + \mu_i_t \quad (1)$$

Dónde  $lco2_t$  es la variable dependiente que representa las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante el periodo t,  $\beta_0$  es el intercepto en el tiempo,  $\beta_1 lrenta_t$  es la primera variable independiente que mide el efecto de la renta total de los recursos naturales en las emisiones de CO<sub>2</sub> y  $\beta_2 lied_t$  es la segunda variable independiente que mide el efecto de la inversión extranjera directa en las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Seguidamente, se introduce a la ecuación (1) variables de control que nos permitirán dar un mayor ajuste y significancia al modelo, dichas variables tienen una capacidad explicativa sobre la degradación ambiental en Ecuador, entre ellas se agregan el PIB per cápita (lPIBpc) y la inversión extranjera directa (lied). El modelo planteado quedaría de la siguiente manera:

$$lco2_t = \beta_0 + \beta_1 lrenta_t + \beta_2 lied_t + \beta_3 lPIBpc + \beta_4 lAPcom + \mu_i_t \quad (2)$$

Para obtener datos confiables en la estimación del modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), se procederá a realizar pruebas básicas de series de tiempo para detectar si existen posibles problemas de heterocedasticidad, autocorrelación, multicolinealidad y normalidad. Para determinar si existen problemas de heterocedasticidad se procederá a utilizar la prueba de Breusch – Pagan, si el valor de la probabilidad chi<sup>2</sup> es menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula de homocedasticidad, caso contrario se acepta. Consecutivamente para la prueba de autocorrelación se utilizará el test de Durbin Watson, si el valor de la probabilidad chi<sup>2</sup> es menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula de no autocorrelación, caso contrario se acepta. Posteriormente, para averiguar los problemas de multicolinealidad se aplicará el método de Factor de Inflación de la Varianza (FIV), si el promedio del FIV es menor a 10, no existen problemas de multicolinealidad. Finalmente, para la prueba de normalidad se utilizará la prueba

de Skewness-Kurtosis y la prueba Shapiro-Wilk, si el valor de la probabilidad chi2 es menor a 0,5 se rechaza la hipótesis nula de normalidad, caso contrario se acepta.

Por otra parte, se lleva a cabo técnicas econométricas que nos permitan constatar la existencia de la relación en el corto y largo plazo entre las variables emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), renta total de recursos naturales e inversión extranjera directa, utilizando así un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) y un modelo de Vectores de Corrección de Error (VEC). De acuerdo a Novales (2017) los modelos VAR y VEC nos muestran cómo las variaciones de las variables externas afectan el comportamiento de la variable dependiente, permitiendo así establecer si existe una relación a corto y largo plazo.

Una de las ventajas que nos puede ofrecer la implementación del modelo VAR y VEC es que su estructura permite capturar de mejor manera más características de los datos disponibles, permitiendo que se mejore la predicción frente a los modelos univariantes de series temporales, por otra parte, una de las principales desventajas que se puede presentar al utilizar estos modelos se presenta cuando existe muchos parámetros y pocos datos, lo cual provocaría que se presenten errores estándar elevados y que exista poca confianza en los coeficientes del modelo. Los modelos mencionados anteriormente fueron aplicados por Silva y Tillaguango (2018) y Shen et al. (2021).

Es así como, para verificar si existe una relación a largo plazo entre las variables aplicaremos el modelo VAR (vector autorregresivo), este propone un sistema de ecuaciones, en el que no se distingue entre variables endógenas y exógenas. Sin embargo, como paso previo a la estimación del modelo VAR, se debe verificar que las variables tengan un mismo orden de integración y que al menos exista un vector de cointegración. Es así, que una vez verificado, el sistema de ecuaciones del modelo VAR se presentaría de la siguiente manera:

$$\Delta lco2t = \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{i=0}^n \Delta lrenta_{t-1} + \alpha_2 \sum_{i=0}^n \Delta lied_{t-1} + \alpha_3 \sum_{i=0}^n \Delta lPIBpc_{t-1} + \alpha_4 \sum_{i=0}^n \Delta lAPcom_{t-1} + \varepsilon_{1t} \quad (3)$$

$$\Delta lrentat = \alpha_5 + \alpha_6 \sum_{i=0}^n \Delta lco2_{t-1} + \alpha_7 \sum_{i=0}^n \Delta liled_{t-1} + \alpha_8 \sum_{i=0}^n \Delta lPIBpc_{t-1} + \alpha_9 \sum_{i=0}^n \Delta lAPcom_{t-1} + \varepsilon_{2t} \quad (4)$$

$$\begin{aligned}\Delta liedt &= \alpha_{10} + \alpha_{11} \sum_{i=0}^n \Delta lco2_{t-1} + \alpha_{12} \sum_{i=0}^n \Delta lrenta_{t-1} + \alpha_{13} \sum_{i=0}^n \Delta lPIBpc_{t-1} + \alpha_{14} \sum_{i=0}^n \Delta lAPcom_{t-1} \\ &+ \varepsilon_{3t}\end{aligned}\quad (5)$$

$$\begin{aligned}\Delta lPIBpct &= \alpha_{15} + \alpha_{16} \sum_{i=0}^n \Delta lco2_{t-1} + \alpha_{17} \sum_{i=0}^n \Delta lrenta_{t-1} + \alpha_{18} \sum_{i=0}^n \Delta lied_{t-1} + \alpha_{19} \sum_{i=0}^n \Delta lAPcom_{t-1} \\ &+ \varepsilon_{4t}\end{aligned}\quad (6)$$

$$\begin{aligned}\Delta lAPcomt &= \alpha_{20} + \alpha_{21} \sum_{i=0}^n \Delta lco2_{t-1} + \alpha_{22} \sum_{i=0}^n \Delta lrenta_{t-1} + \alpha_{23} \sum_{i=0}^n \Delta lied_{t-1} + \alpha_{24} \sum_{i=0}^n \Delta lPIBpct_{t-1} \\ &+ \varepsilon_{5t}\end{aligned}\quad (7)$$

Donde,  $\Delta$  es el operador de primeras diferencias. Una vez verificado la existencia de cointegración a largo plazo entre las variables incluidas en el modelo econométrico. Para verificar el equilibrio a corto plazo entre las variables aplicaremos el modelo de Corrección de Errores (VEC), agregando el término de error rezagado  $\varepsilon_{t-1}$ , el cual muestra el mecanismo de corrección que devuelve a las variables de equilibrio en el corto plazo para las ecuaciones (3), (4), (5), (6) y (7). El modelo antes mencionado fue utilizado por Shahbaz et al. (2018) y Marqués y Caetano (2020). Por lo tanto, el sistema de ecuaciones del modelo VEC se presentaría de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\Delta lco2t &= \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{i=0}^n \Delta lrenta_{t-1} + \alpha_2 \sum_{i=0}^n \Delta lied_{t-1} + \alpha_3 \sum_{i=0}^n \Delta lPIBpc_{t-1} + \alpha_4 \sum_{i=0}^n \Delta lAPcom_{t-1} + \alpha_5 \varepsilon_{t-1} \\ &+ \mu_{1t}\end{aligned}\quad (8)$$

$$\begin{aligned}\Delta lrentat &= \alpha_6 + \alpha_7 \sum_{i=0}^n \Delta lco2_{t-1} + \alpha_8 \sum_{i=0}^n \Delta lied_{t-1} + \alpha_9 \sum_{i=0}^n \Delta lPIBpc_{t-1} + \alpha_{10} \sum_{i=0}^n \Delta lAPcom_{t-1} + \alpha_{11} \varepsilon_{t-2} \\ &+ \mu_{2t}\end{aligned}\quad (9)$$

$$\begin{aligned}\Delta liedt &= \alpha_{12} + \alpha_{13} \sum_{i=0}^n \Delta lco2_{t-1} + \alpha_{14} \sum_{i=0}^n \Delta lrenta_{t-1} + \alpha_{15} \sum_{i=0}^n \Delta lPIBpc_{t-1} + \alpha_{16} \sum_{i=0}^n \Delta lAPcom_{t-1} + \alpha_{17} \varepsilon_{t-3} \\ &+ \mu_{3t}\end{aligned}\quad (10)$$

$$\Delta lPIBpct = \alpha_{18} + \alpha_{19} \sum_{i=0}^n \Delta lco2_{t-1} + \alpha_{20} \sum_{i=0}^n \Delta lrenta_{t-1} + \alpha_{21} \sum_{i=0}^n \Delta lied_{t-1} + \alpha_{22} \sum_{i=0}^n \Delta LAPcom_{t-1} + \alpha_{23} \varepsilon_{t-4} + \mu_{4t} \quad (11)$$

$$\Delta LAPcomt = \alpha_{24} + \alpha_{25} \sum_{i=0}^n \Delta lco2_{t-1} + \alpha_{26} \sum_{i=0}^n \Delta lrenta_{t-1} + \alpha_{27} \sum_{i=0}^n \Delta lied_{t-1} + \alpha_{28} \sum_{i=0}^n \Delta lPIBpc_{t-1} + \alpha_{29} \varepsilon_{t-5} + \mu_{5t} \quad (12)$$

**Objetivo específico 3:** *Determinar la existencia de causalidad entre la renta total de los recursos naturales, la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> de Ecuador durante el período 1975-2019.*

Para dar cumplimiento al objetivo específico 3 se realizó el test de causalidad de Granger (1969), esto con el fin de determinar la existencia de causalidad entre las variables objeto de estudio y cuál es su dirección; las mismas pueden ser unidireccionales, cuando una variable causa a otra y no se produce el mismo efecto desde la otra variable hacia la primera, y causalidad bidireccional cuando se produce el mismo efecto de dirección causal de una variable hacia otra. Estudios como el de Rosales et al., (2019) utilizaron el test de causalidad de Granger, determinando que existe una causalidad bidireccional entre el crecimiento económico y la degradación ambiental, demostrando que la causalidad de Granger es una noción limitada donde los valores pasados de una variable pueden explicar el futuro de otra variable.

Una de las principales ventajas de la implementación del test de causalidad de Granger es que nos permite establecer las relaciones de causa y efecto entre las variables, la cual es susceptible de contrastación empírica, validando su uso en el campo de la predicción. Sin embargo, dicho test solo permite aceptar o rechazar si existe causalidad directa, es decir, que al existir la omisión de otras variables relevantes el test no permite rechazar la existencia de una causalidad indirecta. El modelo mencionado anteriormente fue utilizado por Barnett y Seht (2014) y Ahmed et al. (2020).

Por lo tanto, se utilizará el test de causalidad Granger para comprobar si existen enlaces causales entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y las variables renta total de recursos naturales e inversión extranjera directa tanto unidireccionales como bidireccionales. Para esto nos basaremos en lo expresado por Gujarati y Porter (2010), los cuales explican que la prueba de causalidad de Granger implica estimar dos regresiones que son:

$$X_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_i X_{t-i} + u_{1t} \quad (12)$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^n \lambda_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \delta_i X_{t-i} + u_{2t} \quad (13)$$

Donde,  $X_t$  y  $Y_t$  son dos variables estacionarias con  $t = 1, \dots, T$  y las perturbaciones  $u_{1t}$  y  $u_{2t}$  no se encuentra correlacionadas, es decir,  $corr(u_{1t}, u_{2t})=0$ . Además, las variables X y Y deben ser estacionarias. Entonces, la dirección de la causalidad depende de manera crítica del número de retardos incluidos en la regresión, en la cual solamente interesa contrarrestar la hipótesis nula donde se asume la ausencia de la causalidad en el sentido de Granger al 95% de confianza.

## 6. Resultados

### 6.1. Objetivo específico 1

*“Analizar la evolución y correlación entre la renta total de los recursos naturales y las emisiones de CO<sub>2</sub>; y de la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador durante el período 1975-2019”.*

#### 6.1.1. Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador entre el 1975-2019

Según la CEPAL, en Ecuador se emiten 1,9 toneladas de CO<sub>2</sub> por persona, lo que representa 0,1 toneladas a nivel mundial, esto se debe principalmente al incremento del consumismo y la industrialización, convirtiéndose en las principales causas que provocan la concentración de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera. Por lo tanto, es necesario concientizar a la población sobre las causas y efectos negativos que puede producir el cambio climático.

La Figura 1 muestra la evolución de la variable emisiones de CO<sub>2</sub> medida en toneladas métricas per cápita durante el período 1975-2019 a nivel nacional. Podemos observar que a lo largo de todo el período de estudio la tendencia en general es creciente debido al constante desarrollo del consumismo e industrialización en Ecuador, también se evidencian ciertos períodos en la cual la tendencia ha disminuido considerablemente, demostrando que a lo largo de los años los gobiernos de turno han desarrollado diferentes programas de adaptación y mitigación a través



cambios tecnológicos y políticas que han permitido reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador y así prevenir los efectos negativos irreversibles a largo plazo causados por el cambio climático.

El período comprendido entre 1975 y 1984 muestra una tendencia positiva exponencial a lo largo de estos años, como una de las principales causas se encuentra a la súbita disponibilidad de derivados del petróleo a precios populares en la década de los 70, las emanaciones de gases producidos por la quema de combustibles, la ampliación del sector automotriz, así como también de fábricas y hogares particulares. Como podemos observar uno de los picos más altos se ubican en el año 1984, en el cual las emisiones de CO<sub>2</sub> producto de la quema de combustibles del sector automotriz alcanzaron aproximadamente 1'094.168 toneladas, superando con creces en volumen y composición tóxica al resto de gases contaminantes, cabe resaltar que en 1984 las exportaciones de petróleo y sus derivados llegaron a representar aproximadamente el 74,3% del total de exportaciones.

Para el año 1987 las emisiones de CO<sub>2</sub> sufrieron una fuerte caída pasando de 2,4 a 1,6 toneladas métricas per cápita de emisiones de CO<sub>2</sub>, esto debido al terremoto ocurrido el 5 de marzo de 1987 el cual tuvo graves efectos en el sector productivo causando pérdidas cercanas a los \$900 millones debido a los daños y pérdidas que atravesaron el sector petrolero y agrícola, en este contexto el sector petrolero se vio fuertemente afectado debido a la paralización de 5 meses que sufrió la exportación de crudo debido a que quedó inhabilitado el oleoducto transecuatoriano que conducía el petróleo desde la Amazonia hacia los centros de refinación y exportación, lo que provocó que las exportaciones de petróleo y sus derivados lleguen a representar solo el 40% del total de exportaciones.

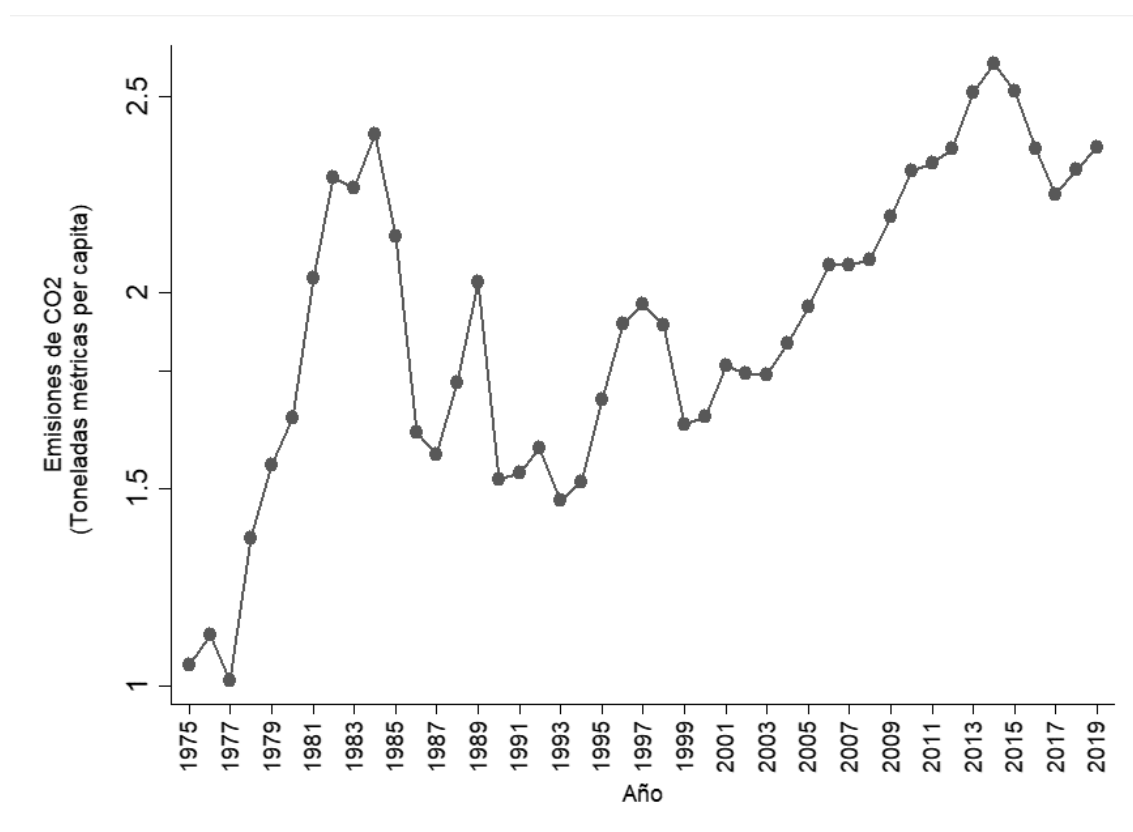
En el período comprendido entre 1990 y 2006, según el Ministerio de Ambiente del Ecuador (2016) nuestro país experimentó un incremento del 55% en las emisiones de CO<sub>2</sub> pasando de 1,5 en 1990 a 2,07 toneladas métricas per cápita de emisiones de CO<sub>2</sub> en 2006 en este período la mayor variación se dio en el sector de servicios presentando un incremento de 112% en las emisiones de CO<sub>2</sub>, en donde la industria de la energía y el transporte representaron el 47% y 39% del incremento total de emisiones de CO<sub>2</sub>. Por otro parte, el cambio de uso de suelos como conversión de bosques y pastizales a usos agrícolas también representaron un factor de influencia para el incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub> durante este período.

En cuanto al período comprendido entre 2007 y 2019 podemos observar que la tendencia sigue siendo positiva hasta el año 2014, en donde las emisiones de CO<sub>2</sub> pasaron de 4,6 a 4,4 toneladas métricas per cápita en 2017, esto gracias al incremento gradual de la hidroenergía, esto ha

significado una producción de electricidad basada exclusivamente en tecnologías más amigables con el medio ambiente, sustituyendo el uso del petróleo y de algunos de sus derivados principalmente el GLP. Además, se establecieron políticas y leyes para regular la gestión ambiental, tal es el caso de la denominada “Ley de gestión ambiental” la cual es el documento jurídico de mayor relevancia a nivel ambiental y en la cual se establecen principios y directrices de política ambiental.

**Figura 1**

*Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador, período 1975-2019*



### **6.1.2. Evolución de la renta total de los recursos naturales en Ecuador entre el 1975-2019**

La Figura 2 muestra la evolución de la variable renta total de los recursos naturales medida como porcentaje del PIB durante el período 1975-2019 a nivel nacional. Podemos observar que a lo largo de todo el período de estudio la tendencia es fluctuante, esto debido a que la renta total de los recursos naturales obedece al comportamiento de la renta obtenida de la explotación del petróleo, gas natural, carbón, minerales y recursos forestales. Por ello, podemos observar

que para el año 1977 tenemos unos de los picos más bajos, en donde la renta natural de los recursos naturales representó el 5,1% del PIB, esto se debe principalmente que durante este año existió un incremento de la inflación y los salarios, al igual que la importación de insumos y bienes de consumo, causando a su vez que el petróleo baje su precio a precios reales de venta acompañado a su vez de un menor volumen de exportaciones.

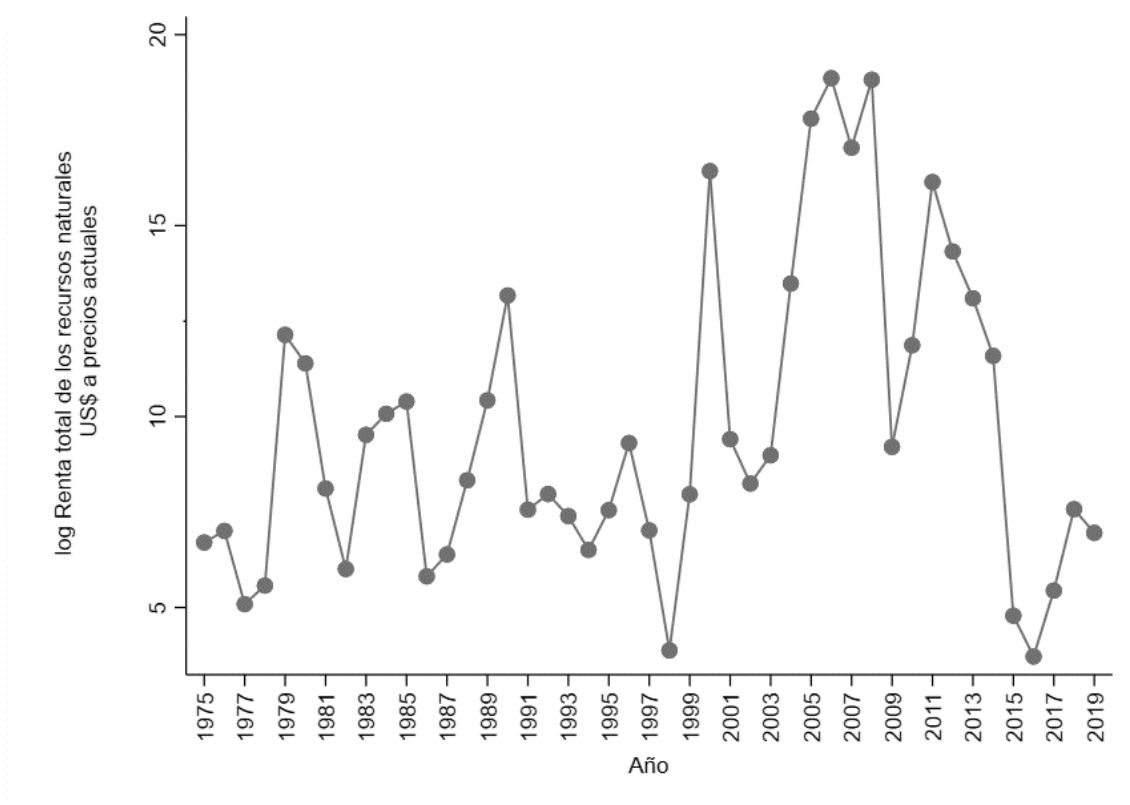
En 1979 podemos observar que existe un incremento de la renta total de los recursos naturales, llegando a representar aproximadamente el 12,14% del PIB, esto se explica debido al cambio en el mercado petrolero mundial afectado por la situación política de Irán que causó una reducción en su producción, lo que provocó una escasez en el mercado, elevando los precios, los mismos que se duplicaron con respecto a 1978, esto sumado a la recuperación del sector agrícola el cual creció en un 29% durante este año. Según el Ministerio del Ambiente de Ecuador (2013) en 1990 el comercio exterior presentó un crecimiento del 177%, muy superior al registrado a nivel global el cual se ubicó en 66%, esto debido principalmente al auge de los precios internacionales e incremento de la demanda mundial de los bienes primarios, crudo y metales.

Según el Banco Central del Ecuador (2007) en 1998 el Ecuador presentó un déficit en su balanza comercial por única vez durante la década de los 90, producto de una contracción del comercio que se profundizó hasta el año 1999, en estos años se verifica la disminución de la aportación de combustibles y lubricantes minerales en la canasta de productos exportados, en la cual la exportación de combustibles disminuyó en un 34%, mientras que los alimentos, bebidas y manufacturas incrementaron su participación en las exportaciones totales.

En el período comprendido entre el 2000-2010, es decir, los primeros 10 años luego de la dolarización. Los niveles de renta se vieron determinados por un incremento del 52% en la participación promedio de las exportaciones de crudo, registrando en el 2008 una cifra récord de USD 11,673 millones. Por otra parte, la balanza comercial no petrolera durante este período presentó valores deficitarios, el cual ascendió a 9,3% del PIB. En 2016 se presenta el nivel de renta más bajo de todo el período de estudio, durante este año las exportaciones e importaciones disminuyeron en 8% y 24% respectivamente, una de los principales motivos se encuentra en la reducción de los precios de petróleo, durante este año las ventas del petróleo se ubicaron en USD 5,459 millones, es decir, un 18% menos que el año 2017.

**Figura 2**

*Evolución de la renta total de los recursos naturales en Ecuador, período 1975-2019*



### **6.1.3. Evolución de la inversión extranjera directa en Ecuador entre el 1975-2019**

La Figura 3 muestra la evolución de la variable inversión extranjera directa medida a precios actuales, durante el período 1975-2019 a nivel nacional. En el período comprendido entre 1975-1998 observamos que la tendencia es creciente, la cual se venía recuperando paulatinamente luego del endeudamiento agresivo de la década de los 70, producto del crédito externo otorgado gracias a los ingresos petroleros, este endeudamiento causó una crisis de gran proporción que desencadenó en reiterados déficits fiscales. Sin embargo, desde el año 1976 la recuperación del sector externo obtuvo mayor relevancia, otorgando una mayor apertura al comercio, incentivando las exportaciones e incitando la inversión extranjera. Los puntos más altos de flujos de IED durante este período se dan durante los años 1993 y 1994, esto gracias a la nueva tendencia adoptada durante el gobierno de Sixto Duran Ballen (1992-1996) el cual optó por establecer una política de apertura externa y liberalización de los mercados financieros permitió que exista un flujo masivo de capitales extranjeros hacia el país.

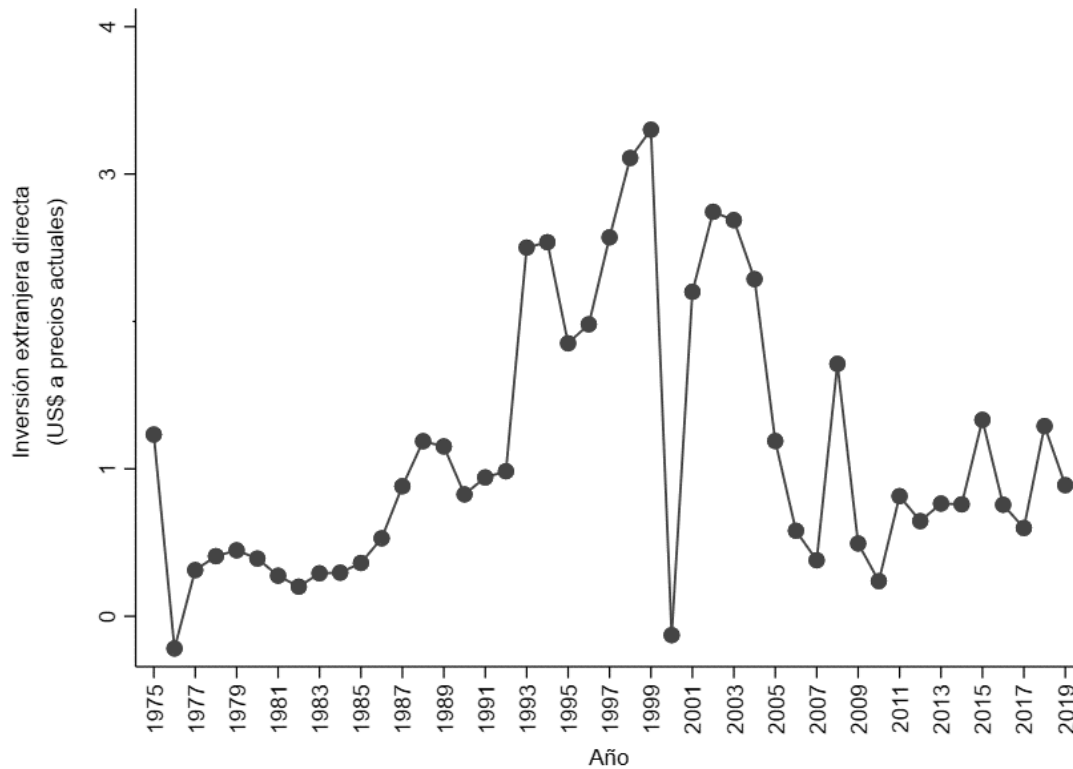
En 1999 nuestro país atraviesa la denominada gran crisis económica financiera, la cual consistía en el conjunto de crisis inflacionaria, fiscal y de deuda soberana que venía arrastrándose desde 1998 y que resultó en un pánico bancario por causa de la liberalización de tasas de interés que permitía la libre circulación de capitales, lo cual consecuentemente causó que se genere especulación, fuga de capitales y quiebra de bancos, en consecuencia los flujos de IED descendieron drásticamente durante este año. Para el año 2000 se promulgó la denominada “Ley de Transformación Económica” la cual permitió introducir la dolarización en Ecuador, en conjunto con otras reformas financieras, laborales y fiscales que permitieron recuperar la confianza en los inversionistas.

En 2008 la IED experimentó un incremento del 16,1% respecto al año 2007, producto del incremento de inversiones en proyectos públicos y privados, puntualmente el incremento de inversiones extranjeras en el área de las telecomunicaciones en conjunto con la expansión de sectores como el sector agrícola tuvo un crecimiento del 67,6%, el sector industrial del 39,8% y el sector transporte 27,4% durante este año. A partir del año 2009 observamos una disminución de los flujos de IED producto del crecimiento de la obra de infraestructura económica y social del Estado, así como las desinversiones en el sector petrolero y la baja participación de montos netos de la IED.

Durante el período 2010-2019, la inversión acumulada se situó en USD 3,446 millones, alcanzando el mayor pico de inversión en el año 2018 con USD 1,455.9 millones. Según datos del Banco Central del Ecuador (2019), la IED en 2018 fue de \$1.450 millones, un 133% más que en 2017. Así mismo, es necesario mencionar que la actividad que obtuvo una mayor inversión extranjera durante este período fue la explotación de minas y canteras, que abarcó el 53,12% de la inversión foránea. En cuanto a los mayores inversores, durante este período los flujos de IED provinieron de China, Estados Unidos y España.

### **Figura 3**

*Evolución de la inversión extranjera directa en Ecuador, período 1975-2019.*



#### 6.1.4. Evolución de las variables de control, periodo 1975-2019.

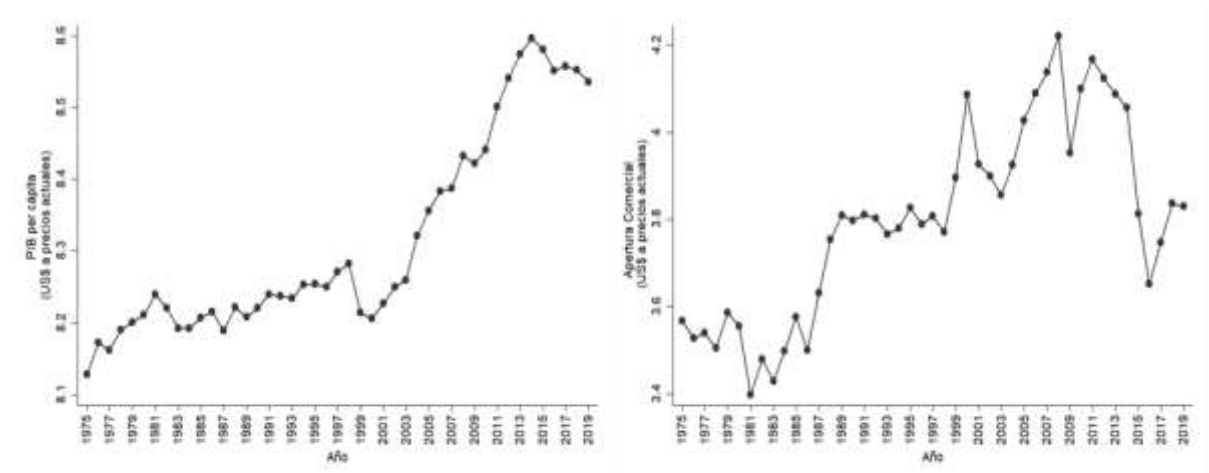
La Figura 4 muestra la evolución de las variables de control que se incluyeron en el modelo, durante el período 1975-2019 a nivel nacional. Como se puede observar del lado izquierdo de la gráfica tenemos la evolución del PIB per cápita medido a precios actuales durante el periodo 1975-2019, como podemos observar ha tenido una tendencia creciente desde el año 1975 hasta la década de los 90, como producto del crecimiento económico que atravesaba el país gracias al auge de las exportaciones petroleras y de recursos naturales. Sin embargo, tenemos al año 1999 como punto de inflexión, debido a la crisis económica que atravesaba el país y la consecuente dolarización que se implementó como respuesta para mitigar los efectos de la crisis económica, lo que provocó una evidente caída del PIB per cápita. A partir de este año durante el periodo 2000-2019 el PIB per cápita ha experimentado un crecimiento anual promedio del 2%, esta tendencia se ha mantenido gracias a los períodos de auge que ha tenido el precio del petróleo, cambios estructurales y el incremento de las exportaciones de recursos naturales, lo que ha permitido mantener un crecimiento económico constante.

Continuando con el análisis de las variables de control, también observamos del lado izquierdo del gráfico la evolución de la apertura comercial la cual presenta una tendencia cíclica debido

a que esta variable es fuertemente dependiente de las exportaciones de petróleo. Desde el año 1975 hasta la década de los 90 observamos una tendencia creciente como resultado de reformas en políticas de comercio exterior impulsadas por los gobiernos de turno como reducción de restricciones para la inversión extranjera, reducción de aranceles, implementación de estímulos tributarios y una mayor integración comercial a nivel internacional. Por otra parte, a partir del año 2000 observamos un comportamiento inestable donde se presentan notables picos y valles a lo largo de todo el periodo, esto se debe a la fuerte dependencia en las exportaciones petroleras, durante este periodo la exportación de petróleo ha representado en promedio el 36% de las exportaciones totales de petróleo, por tal motivo los cambios que ha experimentado el precio del petróleo en los mercados internacionales causa un efecto directo en los indicadores comerciales y económicos a nivel nacional.

**Figura 4**

*Evolución de las variables de control, periodo 1975-2019.*



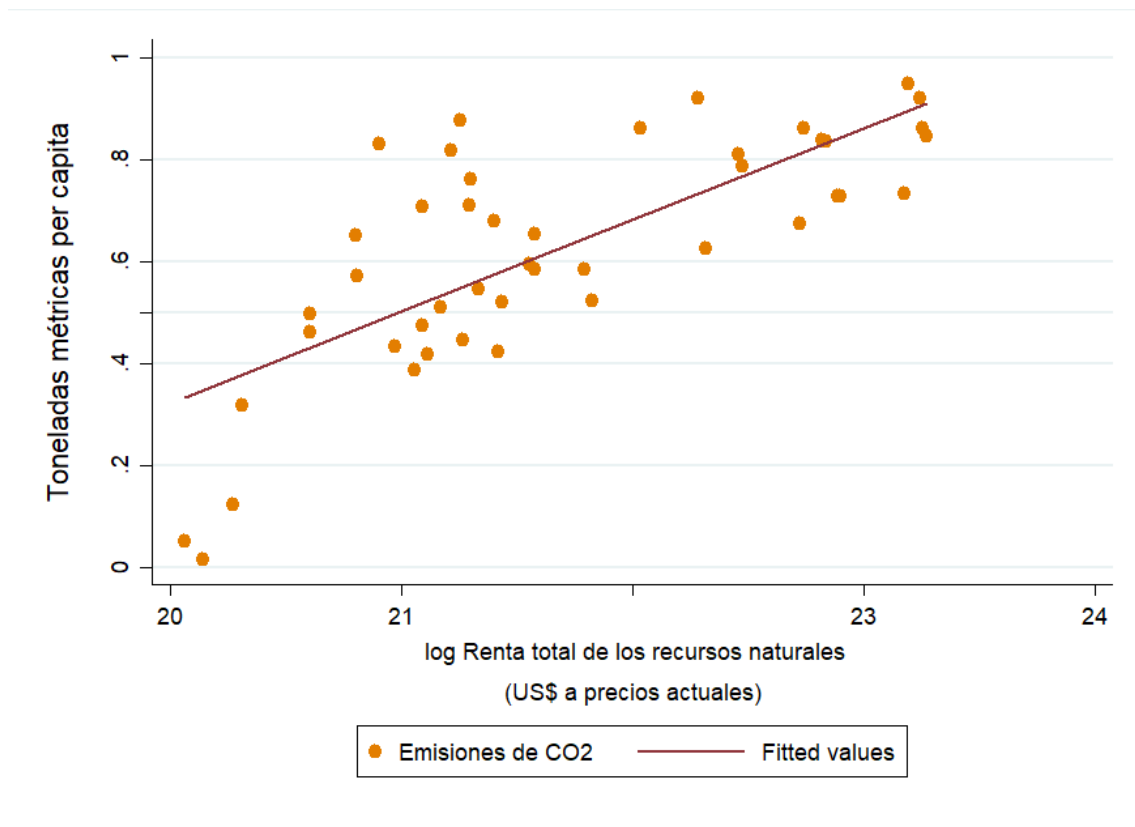
### 6.1.5. Correlación entre la renta total de los recursos naturales y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador entre el 1975-2019

Con la finalidad de observar de manera gráfica la incidencia de la renta total de recursos naturales en las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador, se elaboró una gráfica de dispersión. La Figura 5 muestra la correlación entre la renta total de recursos naturales en las emisiones de CO<sub>2</sub> en nuestro país durante el período 1975-2019. La cual nos muestra que existe una relación positiva no tan ajustada debido a la presencia de valores atípicos, al igual que observamos que algunas observaciones se encuentran alejadas de la línea de tendencia. En este sentido, podemos inferir que a medida que se incrementa la renta natural de los recursos naturales, se produce un

incremento de la contaminación ambiental mediante emisiones de CO<sub>2</sub>, esto debido a que las actividades que se dedican a la explotación de los recursos naturales en materia primas como el petróleo, gas natural, carbón, minerales y recursos forestales son altamente contaminantes, las mismas que en gran parte no cuentan con las tecnologías eficientes y se exceden en su extracción sin garantizar su debida sostenibilidad a largo plazo.

### Figura 5

*Correlación entre la renta total de los recursos naturales y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador, período 1975-2019.*



#### 6.1.6. Correlación entre la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador entre el 1975-2019

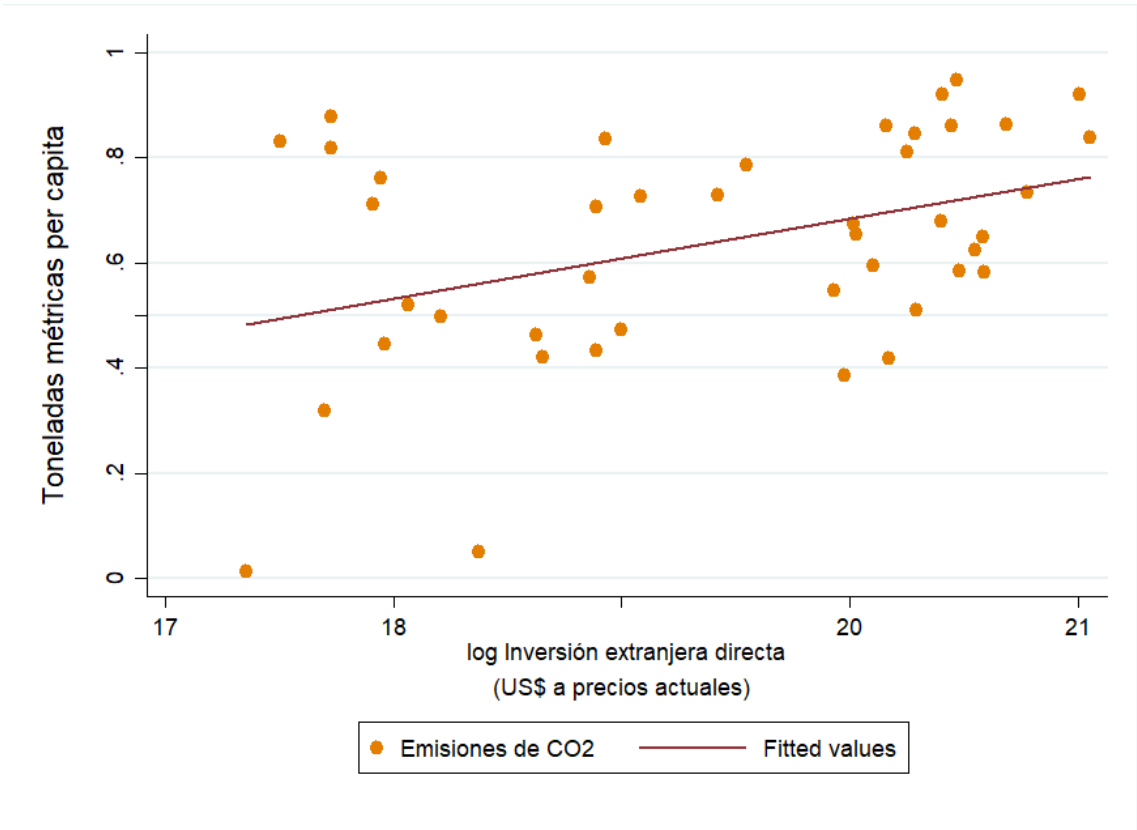
De igual manera, con la finalidad de observar gráficamente la incidencia de la inversión extranjera directa en las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador, se elaboró una gráfica de dispersión. La Figura 6 muestra la correlación entre la IED y las emisiones de CO<sub>2</sub> en nuestro país durante el período 1975-2019. La figura nos muestra que existe una relación positiva y no tan ajustada, posiblemente debido a la presencia de valores atípicos, al igual que observamos que algunas observaciones se encuentran alejadas de la línea de tendencia. En este sentido, podemos inferir que a medida que se incrementan los flujos de IED, se produce un incremento de emisiones de



CO<sub>2</sub>. Esto se puede explicar debido a que la gran parte de flujos de IED foráneos provienen de países desarrollados, los cuales constantemente buscan ubicarse en países en desarrollo con una baja regulación y legislación ambiental e ineficientes políticas laborales, esto les permite disminuir costos de producción, ahorrando dinero en procesos como el tratamiento adecuado de los desechos producidos en los procesos de producción, los cuales a su vez generan una alta degradación ambiental.

**Figura 6**

*Correlación entre la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador, período 1975-2019.*



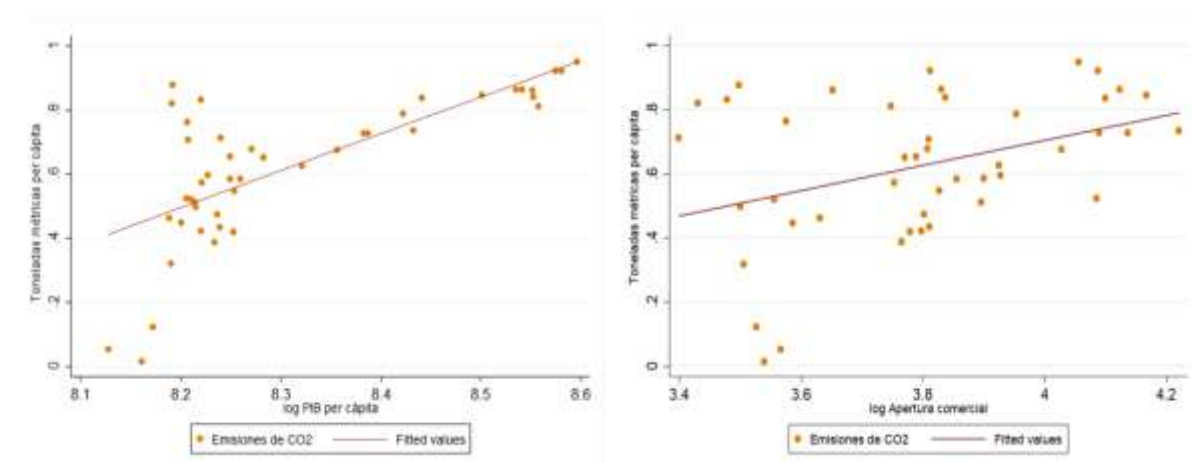
**6.1.7. Correlación entre la las variables de control y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador entre el 1975-2019**

Finalmente, con la finalidad de observar gráficamente la incidencia de las variables de control y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador, se elaboró una gráfica de dispersión. La Figura 7 muestra la correlación entre el PIB per cápita y las emisiones de CO<sub>2</sub> en nuestro país durante el período 1975-2019. La figura nos muestra que existe una relación positiva y no tan ajustada, posiblemente debido a la presencia de valores atípicos, al igual que observamos que algunas observaciones se encuentran alejadas de la línea de tendencia. Por lo que podemos inferir que

a medida que se incrementa el PIB per cápita se incrementan las emisiones de CO<sub>2</sub>. Esto se debe principalmente a que a medida que se incrementa el poder adquisitivo de los individuos se incrementa en la misma medida el nivel de contaminación producto de los procesos de producción de los bienes y servicios. Por otra parte, también observamos la correlación entre la apertura comercial y las emisiones de CO<sub>2</sub>, como podemos observar se presenta una relación positiva por lo que concluimos que a medida que se incrementa la apertura comercial se incrementan las emisiones de CO<sub>2</sub>, esto se debe a que el proceso de globalización de intercambio de bienes y servicios se ha vuelto altamente contaminante por la cantidad de recursos necesarios para la producción y comercialización de los mismos.

### Figura 7

*Correlación entre las variables de control y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador, período 1975-2019.*



## 6.2. Objetivo específico 2

*“Examinar las relaciones de equilibrio a corto y largo plazo entre la renta total de los recursos naturales y la inversión extranjera directa sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador durante el período 1975-2019”*

En primera instancia, se llevó a cabo la estimación de un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para estimar el efecto de la renta total de los recursos naturales y la inversión extranjera directa en la degradación ambiental medida a través de las emisiones de CO<sub>2</sub>. La Tabla 3 muestra los resultados conjuntos del modelo de línea base (Modelo 1), como también con las variables de control (Modelo 2). Como se observa en la primera columna de la Tabla 3, la regresión del Modelo 1 nos presenta una relación positiva y estadísticamente significativa

para la renta total de los recursos, por lo cual se puede expresar que un incremento del 1% en la renta total de los recursos naturales conlleva a un incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub> de 0,182%.

Estos resultados nos permiten verificar que la variable regresora renta total de recursos naturales si es un factor relevante que influye en el incremento de emisiones de CO<sub>2</sub> y, por lo tanto, en el aumento de la degradación ambiental, ya que Ecuador ha basado su desarrollo en la explotación de los recursos naturales como el petróleo, gas natural, carbón, minerales y recursos forestales. Sin embargo, el incremento de la demanda de materia prima como resultado del continuo desarrollo nacional y mundial han provocado el incremento exponencial de conflictos sociales y ecológicos causados por la sobreexplotación de recursos, esto sumado a que la legislación ambiental y las medidas de restauración o regulación ambiental han sido ineficientes, lo cual ha provocado un alto grado de degradación ambiental.

También, se agregó a la IED como una segunda variable regresora, sin embargo, se ha podido evidenciar que no es un factor que influya en la degradación ambiental, en donde encontramos que, existe una relación negativa, pero que no es estadísticamente significativa para la IED, el cual expresa que un incremento del 1% en IED conlleva a una disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> de 0,015%. Estos resultados demuestran que los flujos de IED no han tenido el efecto esperado en Ecuador, en donde a pesar de que, ha existido un incremento de la IED desde 1975 hasta la actualidad, la misma no ha tenido una participación significativa en el aparato productivo del país, provocado principalmente por la falta de orientación de la IED para diversificar las inversiones y disminuir la dependencia de la explotación de los recursos naturales.

### **Tabla 3**

*Resultados de la estimación del modelo por MCO*

	<b>Modelo 1</b>	<b>Modelo 2</b>
Renta total de los recursos naturales	0,182*** (5,86)	0,128** (1,61)
Inversión extranjera directa	-0,015*** (-0,58)	0,004 (0,09)
PIB per cápita		0,343 (2,22)

Apertura comercial		-0,143 (-0,88)
Constante	-3,014*** (-5,53)	-1,585 (-1,62)
Observaciones	45	45
R <sup>2</sup> Ajustado	0,55	0,63

*Nota.* Los valores entre paréntesis hacen referencia al estadístico t y los asteriscos indican el nivel de significancia de los coeficientes: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

Seguidamente, se llevó a cabo una nueva regresión en la cual se agregaron variables de control (Modelo 2), esto con la finalidad de dar un mayor ajuste y significancia al modelo. De este modo, se puede observar que para la variable renta total de recursos naturales la relación es positiva, pero no es estadísticamente significativa, en donde un incremento del 1% en la renta total de los recursos naturales incrementa en 0,128% las emisiones de CO<sub>2</sub>. Para la variable IED la relación es positiva, pero no es estadísticamente significativa, interpretándose que un incremento del 1% en la IED aumenta las emisiones de CO<sub>2</sub> en 0,004%; esto se puede explicar, ya que si bien tanto la renta total de los recursos naturales como la IED tienen una fuerte relación con la degradación ambiental, en Ecuador existen otros determinantes que tienen un mayor efecto negativo en el medio ambiente, por ejemplo el sector automotriz, sector de servicios y la industria de la energía han predominado en el territorio por tener un crecimiento y desarrollo exponencial que ha significado un factor de influencia para el incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Finalmente, para las variables de control, la relación también es positiva y estadísticamente significativa para el PIB per cápita, en donde un incremento del 1% en el PIB per cápita provoca un incremento en las emisiones de CO<sub>2</sub> de 0,343%; mientras que, la apertura comercial presenta una relación negativa y no estadísticamente significativa, en la cual un incremento del 1% en la apertura comercial provoca una disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en 0,143%. Cabe mencionar que, al agregar las variables de control al modelo, se obtuvo un R<sup>2</sup> ajustado de 0,63, lo cual nos indica que las variables explicativas (renta total de recursos naturales, IED, PIB per cápita y apertura comercial) consideradas en la estimación explican conjuntamente el 65% de las variaciones de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Una vez realizada la estimación del modelo básico de regresión MCO, se procedió a la verificación de los datos para garantizar que los resultados sean representativos, para lo cual, se emplearon pruebas básicas de diagnóstico de: heteroscedasticidad (ver en Anexo 1), autocorrelación (ver en Anexo 2), multicolinealidad (ver en Anexo 3) y normalidad (ver en

Anexo 4 y 5), con la finalidad de diagnosticar y validar el modelo de regresión lineal múltiple. Al ejecutarlas, se pudo corroborar que existe el problema de heterocedasticidad, para rectificar este problema se recurrió a llevar a cabo una regresión por mínimos cuadrados generalizados (MCG). A continuación, en la Tabla 4 se presentan los resultados.

**Tabla 4**

*Resultados de la estimación del modelo por MCG*

	<b>Modelo 3</b>
Renta total de los recursos naturales	0,128* (1,71)
Inversión extranjera directa	0,004 (0,09)
PIB per cápita	0,343 (2,37)
Apertura comercial	0,143 (-0,93)
Constante	-1,585 (-1,72)
Observaciones	45
R <sup>2</sup> Ajustado	0,51

*Nota.* Los valores entre paréntesis hacen referencia al estadístico t y los asteriscos indican el nivel de significancia de los coeficientes: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

Como se puede observar en el modelo de mínimos cuadrados generalizados (modelo 3) solo la variable PIB per cápita es estadísticamente, por lo cual se puede analizar que un incremento del 1% en el PIB per cápita incrementa las emisiones de CO<sub>2</sub> en 0,343%, esto comprueba que si existe un incremento del PIB per cápita, los hogares incrementan su consumo, este incremento de demanda por parte de los hogares provoca un incremento en la producción de bienes y servicios para cubrir la demanda de los hogares, dicho incremento en la producción significa la presencia de posibles externalidades negativas como el uso excesivo de recursos naturales y el uso intensivo de combustibles fósiles necesarios para los procesos productivos de la actividad industrial y comercial, se convertirían en un factor de contaminación y degradación ambiental.

Antes de realizar el análisis sobre las relaciones de equilibrio a corto y largo plazo, se llevó a cabo las pruebas formales de Dickey y Fuller aumentada (1979) y la prueba de Phillips y Perron (1988), con el objetivo de confirmar la estacionariedad de las series de tiempos y también

establecer el respectivo orden de integración de las variables, ver en Anexo 6. En primera instancia se pudo comprobar que las variables del modelo si presentan estacionariedad, es decir, que presentan el problema de raíz unitaria, consecuentemente para la corrección de este problema se llevó a cabo la generación de primeras diferencias a todas las variables del modelo.

Una vez generada las primeras diferencias a las variables emisiones de CO<sub>2</sub>, renta total de recursos naturales, IED, PIB per cápita y apertura comercial, se procede a verificar formalmente si dichas variables han perdido su efecto tendencial, es decir, que ya no sean estacionarias, se vuelve a realizar las pruebas antes mencionadas para verificar la existencia de raíz unitaria en las variables ya en primeras diferencias, ver en Anexo 7, en donde se confirma que las variables de nuestro modelo en primeras diferencias efectivamente han perdido su efecto tendencial dado que el valor calculado es mayor al valor crítico del 5%. A su vez, se concluye de igual manera que las variables tienen un orden de integración de I (1).

### 6.2.1. Relación de largo plazo entre las variables

Como paso previo a la estimación del modelo VAR para la estimación de la relación a largo plazo, es conveniente en primer lugar establecer la longitud óptima de los rezagos entre las variables de los modelos, para lograrlo se llevó género los criterios de selección de orden, en donde los criterios de información de Akaike (AIC) y Hannan y Quinn (HQIC) sugieren según los resultados que se deben emplear tres rezagos óptimos, ver en Anexo 8. En segundo lugar, este número de rezagos óptimos calculados se utiliza para llevar a cabo la prueba de cointegración de Johansen, dichos resultados se observan en la Tabla 5 la cual verifica que según el estadístico de la traza existen tres vectores de cointegración para la relación entre las emisiones de carbono, renta total de recursos naturales, IED, PIB per cápita y apertura comercial; dado su nivel de significancia del 5%, ya que 6,940 es menor a 12,53.

**Tabla 5**

*Prueba de cointegración de Johansen*

Rango Máximo	Parms	LL	Valor propio	Prueba de la traza	5% Valor crítico
0	50	102,36	.	90,93	59,46
1	59	121,48	0,60	52,72	39,89
2	66	135,31	0,48	25,05	24,31
3	71	144,37	0,35	6,94*	12,53
4	74	147,67	0,15	0,34	3,84

5	75	147,84	0,01
---	----	--------	------

*Nota.* Adaptado del Banco Mundial (2021)

Posteriormente, se llevó a cabo el modelo VAR para determinar si existe o no la relación a largo plazo entre las variables incluidas en el modelo. La Tabla 6 nos presenta los resultados que arrojaron dicho modelo en donde, se observa que los valores de  $P > \chi^2$  son menores a 0,05 para todas las variables; lo que refleja que existe una fuerte relación a largo plazo entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, renta natural de los recursos naturales, IED, PIB per cápita y apertura comercial, esto debido a que sus valores son estadísticamente significativos.

Esta relación a largo plazo se basa en los efectos que produce la renta total de los recursos naturales y la IED en el medio ambiente, por una parte, la alta dependencia a la explotación de los recursos naturales para el desarrollo económico provoca que se empeore la capacidad del país para limitar las externalidades negativas que generan las actividades extractivas, esto sumado a que no existe la diversificación del aparato productivo provocará que a largo plazo se acentúe la dependencia a los recursos naturales y ,por lo tanto, se siga produciendo la degradación ambiental. Por otra parte, la IED se puede llegar a relacionar a largo plazo con la degradación ambiental en dos posibles escenarios, el primero, a través de la denominada teoría llamada “refugio de la contaminación”, la cual explica que las industrias emigran a países en desarrollo con la finalidad de evadir la regulación y legislación ambiental vigente en sus países de origen por países que les acogen en favor del progreso, y segundo la IED bajo una regulación eficiente, permitiría el cambio en las metodologías de producción para que se inserte la utilización de nuevas tecnologías que ayuden a mitigar los efectos contaminantes a largo plazo.

Además, se observa que el modelo presenta un total de 16 parámetros, en donde el error cuadrático medio (RMSE) mide la cantidad de error que existe entre dos conjuntos de datos; o mejor dicho, realiza una comparación entre el valor predicho y el valor observado de las variables, mientras que el R-sq nos otorga una medición de la proporción de variación que existe entre la variable dependiente y la variable independiente del modelo, en nuestro caso se interpreta que las emisiones de CO<sub>2</sub> está explicada en 51% por la renta total de los recursos naturales.

**Tabla 6***Modelo VAR a largo plazo*

Ecuación	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
Emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	16	0,090	0,431	31,131	0,0084
Renta total de los recursos naturales	16	0,336	0,507	42,305	0,0002
Inversión extranjera directa	16	0,745	0,563	52,929	0,0000
PIB per cápita	16	0,074	0,752	124,64	0,0000
Apertura comercial	16	0,121	0,531	46,546	0,0000

*Nota.* Adaptado del Banco Mundial (2021)**6.2.2. Relación a corto plazo entre las variables**

Para determinar si las variables tienen una relación de equilibrio a corto plazo entre las variables emisiones de CO<sub>2</sub>, renta total de los recursos naturales, IED, PIB per cápita y apertura comercial, se llevó a cabo el modelo VEC. La Tabla 7 nos muestra los resultados de dicho modelo, podemos apreciar que el estadístico “ce1” reúne la información de los errores rezagados de cada una de las variables del modelo, el mismo es estadísticamente significativo e implica que existe un equilibrio a corto plazo. Esto explica que, en el corto plazo, el crecimiento económico de las economías en desarrollo es dependiente de la explotación de sus recursos naturales, en consecuencia, a corto plazo dichas actividades de explotación de materia prima tiene un efecto significativo en el incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Por otra parte, los flujos de IED también están direccionados principalmente a realizar actividades extractivas de materia prima y recursos naturales, las constantes crisis y necesidades económicas de los países en desarrollo provocará que los gobiernos reduzcan sus exigencias y fiscalización ambiental como mecanismo de atracción para inversionistas internacionales, provocando que a corto plazo dichas inversiones tengan un efecto significativo en la degradación ambiental.

**Tabla 7***Modelo VEC a corto plazo*

Ecuación	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
Emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1	-	-	-	-



Renta total de los recursos naturales	-0,293	0,058	-5,02	0,000	-0,407	-0,178
Inversión extranjera directa	0,027	0,025	1,08	0,280	-0,221	0,076
PIB per cápita	0,837	0,084	0,99	0,323	-0,082	0,250
Apertura comercial	0,041	0,099	0,41	0,680	-0,154	0,237
cel	-1,00	0,518	6,71	0,000	-1,00	-1,00
Constante	3,478					

Nota. Adaptado del Banco Mundial (2021)

Finalmente, para verificar los resultados del segundo objetivo específico, se llevaron a cabo las pruebas de post-estimación, esto con la finalidad de comprobar que el modelo VAR desarrollado es efectivo. Por lo tanto, al verificar que la estabilidad de los valores se ubicó dentro del círculo de unidad, demuestra que el modelo VAR cumple con la condición de estabilidad, ver en Anexo 9. En cuanto a la prueba del multiplicador de Lagrange, se confirma que a partir del cuarto retraso desaparece el problema de autocorrelación, ver en Anexo 10. Y como paso final, las pruebas de Jarque – Bera (1981), de Asimetría y de Kurtosis demostraron que este modelo si se ajusta a las condiciones de normalidad, ver en Anexos 11, 12 y 13.

### 6.3. Objetivo específico 3

*“Determinar la existencia de causalidad entre la renta total de los recursos naturales, la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> de Ecuador durante el período 1975-2019”.*

Continuando con el análisis, una vez verificado la relación de corto y largo plazo que mantiene las variables del modelo. En la Tabla 8 se muestran los resultados obtenidos de la prueba de causalidad de Granger (1969), la misma nos permitirá conocer si el comportamiento temporal puede predecir el de otra. Sin embargo, es preciso aclarar que al momento de determinar la causalidad entre las variables es preciso basarse en el sentido común y la evidencia empírica para verificar que una variable cause a la otra.

Los resultados nos muestran que existe una relación causal bidireccional entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y la renta total de los recursos naturales, ya que los valores de la probabilidad de chi<sup>2</sup> son inferiores a 0,05. Dicho resultado va acorde con la evidencia empírica en la cual el aumento de

la renta significa que existe una mayor explotación de los recursos naturales como petróleo, minerales, gas natural y recursos forestales, cuyos procesos de explotación son altamente contaminantes, especialmente en países en desarrollo como es Ecuador, en donde los procesos productivos carecen de una estricta regulación y cuyo incremento de contaminación no es regulado. En cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub> y IED podemos observar que no existe relación de causalidad, esto se explicaría que pese a incrementar nuestros flujos de IED a lo largo del período de estudio este no es representativo como causa de las emisiones de CO<sub>2</sub>, actualmente la IED se cataloga como un predictor positivo de la calidad ambiental a largo plazo en los países de acogida esto debido a que los proyectos de inversión foráneos ya contemplan estrategias que respetan las normas ambientales, así como el uso de nuevas tecnologías amigables con el medio ambiente.

Por otro lado, encontramos una relación causal bidireccional entre la renta total de los recursos naturales y la IED, esto se explica en principio porque gran parte de los flujos de IED están direccionados a la explotación de recursos naturales, por lo tanto, una renta alta de recursos naturales significa una mayor participación de inversiones foráneas. Cabe resaltar que, a nivel mundial, las economías en desarrollo están en constante búsqueda de flujos de inversión extranjera para dinamizar su crecimiento económico, dichos flujos de inversión se enfocan en la explotación de recursos naturales debido a su alta rentabilidad y los bajos costos que significan para países desarrollados realizar dichas actividades extractivas. Como resultado, los países anfitriones obtienen mayores ingresos por la concesión de sus recursos naturales y las empresas extranjeras obtienen altos niveles de rentabilidad a corto y largo plazo.

Finalmente, otro vínculo importante es la relación causal unidireccional entre la apertura comercial y la IED, esto se comprueba bajo el concepto de la globalización en donde los países que mejoran sus condiciones de intercambio comercial a nivel internacional reciben grandes flujos de IED. La apertura de los mercados y la extensión de las redes comerciales a nivel nacional e internacional incentiva el crecimiento económico y permite que las economías se vuelvan más atractivas como destinos de inversión. Por este motivo, las políticas comerciales que mejoran las condiciones de intercambio como incentivos tributarios y fiscales o con la reducción de aranceles, provoca un incremento en los flujos de IED, los cuales buscan nuevos destinos para extender sus actividades comerciales, estos flujos de inversión dinamizan la economía en todos sus niveles, provocando un crecimiento económico estable a corto y largo plazo.

**Tabla 8***Resultados de la prueba de causalidad de Granger (1969)*

<b>Ecuación</b>	<b>chi2</b>	<b>Prob&gt;chi2</b>	<b>Conclusión</b>
Emisiones de CO <sub>2</sub> → Renta total de recursos naturales	3,93	0,048	Existe relación de causalidad
Emisiones de CO <sub>2</sub> → IED	2,18	0,140	No existe relación de causalidad
Emisiones de CO <sub>2</sub> → PIB per cápita	1,27	0,260	No existe relación de causalidad
Emisiones de CO <sub>2</sub> → Apertura comercial	6,18	0,013	Existe relación de causalidad
Renta total de recursos naturales → Emisiones de CO <sub>2</sub>	5,24	0,022	Existe relación de causalidad
Renta total de recursos naturales → IED	7,44	0,006	Existe relación de causalidad
Renta total de recursos naturales → PIB per cápita	0,35	0,553	No existe relación de causalidad
Renta total de recursos naturales → Apertura comercial	3,83	0,050	Existe relación de causalidad
IED → Emisiones de CO <sub>2</sub>	0,06	0,812	No existe relación de causalidad
IED → Renta total de recursos naturales	10,79	0,001	Existe relación de causalidad
IED → PIB per cápita	0,51	0,475	No existe relación de causalidad
IED → Apertura comercial	1,04	0,307	No existe relación de causalidad
PIB per cápita → Emisiones de CO <sub>2</sub>	1,11	0,292	No existe relación de causalidad
PIB per cápita → Renta total de recursos naturales	12,25	0,001	Existe relación de causalidad
PIB per cápita → IED	11,85	0,001	Existe relación de causalidad
PIB per cápita → Apertura comercial	11,45	0,001	Existe relación de causalidad
Apertura comercial → Emisiones de CO <sub>2</sub>	0,05	0,828	No existe relación de causalidad
Apertura comercial → Renta total de recursos naturales	3,28	0,070	No existe relación de causalidad
Apertura comercial → IED	6,93	0,009	Existe relación de causalidad
Apertura comercial → PIB per cápita	0,01	0,908	No existe relación de causalidad

*Nota.* Adaptado del banco mundial (2021).

## **7. Discusión**

De acuerdo a los resultados que se han obtenido por cada objetivo. A continuación, se presenta la comparación de los mismos con la diversa evidencia empírica presentada en la investigación.

### **7.1. Objetivo específico 1**

*“Analizar la evolución y correlación entre la renta total de los recursos naturales y las emisiones de CO<sub>2</sub>; y de la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador durante el período 1975-2019”.*

En cuanto a los resultados obtenidos tenemos que la evolución de la variable emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel nacional ha mantenido un crecimiento sostenido a lo largo del periodo de estudio, lo cual se atribuye al exponencial desarrollo social y económico que ha atravesado Ecuador en el periodo de estudio, entre las principales causas tenemos el excesivo incremento de gases por quema de combustibles fósiles, la industrialización, el incremento de la producción

agropecuaria y el cambio de uso del suelo. Esto concuerda con lo expuesto por la CEPAL (2020) cuyo análisis menciona que en América Latina las emisiones de CO<sub>2</sub> se incrementaron significativamente debido al cambio de uso del suelo en las últimas décadas, manteniendo una media per cápita similar a la mundial, esto a pesar de que los países de Latinoamérica hayan implementado gradualmente el cambio de la matriz energética basada en el carbón y combustibles fósiles por una matriz relativamente más limpia con un amplio uso de la energía hidroeléctrica.

Los resultados obtenidos también demuestran que en los últimos 10 años la tendencia de las emisiones de CO<sub>2</sub> comenzó a disminuir, esto como resultado de la implementación del cambio de la matriz energética, en donde tuvo prioridad el uso de la hidroenergía y otras fuentes primarias como la eólica y la fotovoltaica. En este contexto, el Banco Interamericano de Desarrollo [BID] (2021) menciona que es fundamental seguir fomentando la introducción de alternativas de energía limpia y establecer una sólida base de políticas y reglamentos que no solo se direccionen a la reducción de las emisiones, sino que permitan la construcción de un nuevo modelo comercial que favorezca el desarrollo sostenible de la región.

En cuanto a la variable renta total de los recursos naturales a nivel nacional, se obtiene que los niveles más altos se encuentran durante los años 2006 y 2008, estos años estuvieron caracterizados por el incremento de las exportaciones de crudo en conjunto con los mejores precios que alcanzó este producto en el mercado internacional. Sin embargo, observamos también el nivel más bajo en el año 2016, provocado principalmente por la contracción económica a nivel mundial durante ese año que causó que los países industrializados reduzcan su demanda de materias primas lo que causó que el principal producto de exportación en nuestro país como lo es el crudo reduzca en su volumen y precio de exportación.

En este contexto, el Banco Central del Ecuador (BCE, 2021) menciona que desde los años 70 la economía ecuatoriana se ha direccionado en la provisión de materias primas como el cacao, banano y petróleo, este último se ha consolidado como el mayor recursos para generar en varios periodos que se presente un superávit comercial, otorgando al estado grandes ingresos económicos que han favorecido el desarrollo económico y social del Ecuador ; sin embargo, al categorizarse como una economía pequeña, el país se ha convertido en una economía altamente dependiente del comercio internacional. Por tal motivo, es cada vez más necesario diversificar la matriz productiva en el país, pues la alta dependencia de las exportaciones provoca que el crecimiento económico este fuertemente limitado por la ley de oferta y demanda, a nivel

económico la volatilidad de precios provoca que no exista un crecimiento económico estable a corto y largo plazo.

De acuerdo con Ahmed et al. (2020) y Ulucak y Khan (2020) si bien la explotación de los recursos naturales permite alcanzar un crecimiento económico exponencial al incrementar la producción, esto también provoca que la tasa de agotamiento de estos recursos también se incrementa provocando un efecto directo en el medio ambiente y las industrias. Meller et al. (2013) menciona que en América latina el valor anual de las exportaciones de recursos naturales se ha incrementado exponencialmente a partir del año 2000, en donde gran parte de los países predomina el efecto del precio, principalmente para las exportaciones de petróleo y minerales, donde dicho efecto tiene una incidencia superior al 80% en la variación final del costo de los envíos.

En lo que respecta a la variable IED a nivel nacional se obtiene que uno de los picos más altos se encuentra durante el periodo 1993 y 1998 en la cual se aplicaron un conjunto de políticas de apertura externa y liberalización de los mercados lo que permitió el incremento de flujos de capital hacia nuestro país, durante este periodo los flujos de IED se concentraron en la explotación de recursos naturales como el petróleo. De acuerdo con el Banco Mundial (2020) menciona que la IED juega un papel importante dentro del crecimiento y desarrollo económico pero ,por otra parte, es vista como una amenaza hacia el medio ambiente, esto es explicado a través de dos dimensiones en donde la primera contempla que existe un efecto a escala en donde a medida que incremente las operaciones de IED multinacionales se incrementará en igual medida el nivel general de contaminación y la segunda contempla que mayores flujos de IED difundirán los procesos y tecnologías ecológicas de las multinacionales hacia el país anfitrión.

Según Espín et al. (2016) en nuestro país la IED ha sido utilizada comúnmente como una herramienta para contrarrestar los efectos de las crisis económicas, esto a través de flujos de inversión que inyectan capital en la economía, impulsando así el incremento de la producción, el aumento de la tasa de empleo y por ende un incremento significativo en el PIB el cual es utilizado comúnmente como un indicador de crecimiento económico. Lázaro et al. (2019) puntualiza que la IED en nuestro país no ha tendido una participación significativa y sostenida a través de los años, durante el periodo comprendido entre 1980 y 2017 la IED en promedio sólo representó el 1,23% del PIB, muy por debajo de países vecinos en la región como Bolivia y Perú cuyo registro en el mismo periodo presenta promedios de 3,56% y 2,76% respectivamente durante el mismo periodo.

Referente a las correlaciones entre las principales variables a nivel nacional, encontramos que la primera relación es positiva, la cual explica que a medida que se incrementa la renta total de los recursos naturales las emisiones de CO<sub>2</sub> también se incrementarían, esto entra en concordancia con la investigación realizada por Pedraza et al. (2018) el cual señala que los procesos productivos vinculados con la explotación de los recursos naturales son altamente contaminantes, esto involucra desde su extracción hasta la elaboración de productos derivados de esta materia prima. Como se ha evidenciado, las economías en desarrollo basan su desarrollo económico a través de la concesión por los derechos de explotación de sus recursos naturales. Estas actividades de explotación provocan una serie de externalidades negativas que sin una legislación ambiental adecuada provoca efectos negativos como el incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

En cuanto a la segunda relación, se encontró que es negativa, lo cual explica que a medida que se incrementa la IED las emisiones de CO<sub>2</sub> se disminuyen, esto fue comprobado por la CEPAL (2019) los cuales indican que los países en desarrollo se ven beneficiadas por el estándar ambiental universal que rige en el país de origen, los cuales difunden su tecnología más eficiente y ecológica en el país anfitrión con la finalidad de cumplir con la normativa ambiental a la par de reducir costos de producción y maximizar utilidades. Es necesario, que el desarrollo económico conlleve también un proceso de adaptación de las nuevas tecnologías y procesos que se implementan en los países desarrollados.

## **7.2. Objetivo específico 2**

*“Examinar las relaciones de equilibrio a corto y largo plazo entre la renta total de los recursos naturales y la inversión extranjera directa sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador durante el período 1975-2019”*

En lo que concierne a este objetivo, los resultados encontrados al estimar el modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) indicaron que al incrementarse en 1% la renta total de los recursos naturales, las emisiones de CO<sub>2</sub> aumentan en 0,182%, por lo que se puede deducir que el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> se puede atribuir al incremento del consumo de energías no renovables y la alta demanda de materias primas. Esto concuerda con los hallazgos de Ahmed et al. (2020) los cuales afirman que los recursos naturales tienen una relación positiva con las emisiones de CO<sub>2</sub> a corto y largo plazo, en la cual el crecimiento medio de consumo como producto de la urbanización masiva, desarrollo económico y consumo de energía, provoca que

se incurra en un uso insostenible de los recursos naturales provocando así contaminación y degradación ecológica. Sin embargo, estos resultados se contradicen con los expuestos por Ulucak y Khan (2020) los cuales determinaron que la renta de los recursos naturales tiene una contribución positiva en la calidad ambiental, esto gracias a que la constante transición de tecnologías obsoletas a tecnologías avanzadas ayudan a incluir nuevas e innovadoras técnicas como el reciclaje y el reprocesamiento, los cuales permiten que exista un desarrollo económico en conjunto con una mejora de la calidad del medio ambiente.

En cuanto a la variable IED la estimación del modelo indica que un incremento del 1% de la IED disminuye las emisiones de CO<sub>2</sub> en -0,015% aunque no es estadísticamente significativa para el modelo, esto se puede inferir debido a que nuestra economía ha tenido un lento desarrollo en el contexto de la IED, gran parte de estos flujos se han concentrado en el sector petrolero y no se han diversificado a gran escala hacia otras actividades económicas. En este contexto, la investigación de Jiang et al. (2018) manifiesta que la IED tiene un efecto positivo en la mejora de la calidad ambiental, esto debido a que las empresas extranjeras, tienden a transferir tecnología a los países anfitriones que promueven el uso de energía limpia y respetuosa con el medio ambiente. Por su parte, Zafar et al. (2020) demostraron que la calidad ambiental es sensible a la IED, esto en gran medida debido a que las empresas extranjeras especialmente las que se encuentran en países en desarrollo, no contribuyen al desarrollo sostenible al evadir las regulaciones ambientales y los mecanismos de monitoreo que rigen en los países anfitriones, por esta razón es necesario que los encargados de formular políticas se enfoquen en alentar la entrada de IED en industrias intensivas en tecnologías y respetuosas con el medio ambiente.

En lo referente a las variables de control, se obtuvo que el PIB per cápita tiene una relación positiva y estadísticamente significativa, puesto que, un incremento del 1% del PIB per cápita aumenta las emisiones de CO<sub>2</sub> en 0,343%, resultado que va de línea con la investigación de Wang y Li (2021) los cuales explican que el PIB per cápita tiene un efecto directo en las emisiones de CO<sub>2</sub>; aun así, este impacto negativo del crecimiento económico sobre el medio ambiente va disminuyendo a medida que va incrementando el PIB per cápita debido a que el poder adquisitivo de los habitantes les permite progresivamente adquirir nuevas tecnologías que aportan a la sostenibilidad ambiental. En cuanto a la segunda variable de control se obtuvo que, la apertura comercial también tiene una relación positiva y estadísticamente significativa, en donde, un incremento del 1% en la apertura comercial disminuye las emisiones de CO<sub>2</sub> en -

0,143% aunque este resultado no es estadísticamente significativo. Este resultado es discutido en la investigación realizada por Dai et al. (2019) los cuales explican que la apertura comercial ha tenido un efecto distinto en economías desarrolladas como en economías en desarrollo, en las primeras se determina que su riqueza económica les ha permitido tener una mayor inversión en tecnologías eficientes y energía renovable que ha permitido reducir la contaminación en sus procesos de fabricación, sin embargo, las economías en desarrollo que son los principales exportadores de materia prima y bienes intermedios sufren más pérdidas ambientales a cambio de ganancias económicas del comercio internacional.

Continuando con el análisis, sobre las relaciones de equilibrio a corto y largo plazo, obtuvimos que el Modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) y el Modelo de Corrección de Error (VEC) indicaron que existe un equilibrio tanto en el largo y corto plazo entre las variables; resultados que concuerda con el obtenido por Zambrano et al. (2018) el cual determina que existe una relación a largo plazo entre la exportación de recursos naturales, el PIB y la deforestación, sugiriendo que existe una relación en forma de U invertida entre la deforestación o degradación ambiental y el crecimiento económico, respaldando la hipótesis de la curva medioambiental de Kuznets en 5 países (Portugal, Alemania, Francia, Italia y Grecia). Así mismo, Shen et al. (2021) determinó en un estudio realizado en treinta provincias de China que existe una relación a largo y corto plazo entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, la renta de los recursos naturales, la inversión verde, el desarrollo financiero y el consumo de energía, cuyas principales actividades incurren en la sobreexplotación de recursos naturales afectando a su biocapacidad y en consecuencia causando un déficit ecológico.

De igual forma, Zhang et al. (2021) es su investigación realizada en Pakistán, demostró que a largo plazo el capital humano y los recursos naturales tienen un vínculo negativo con las emisiones de CO<sub>2</sub>, puntualizando que el deficiente manejo del capital humano no tiene un papel imperativo en la utilización de los recursos naturales, esto ha provocado que no se adopten innovadoras técnicas en los procesos de producción para así encaminar a que la tecnología permita mitigar la degradación ambiental. Mejeed et al. (2021) de la misma forma demostraron una relación a largo y corto plazo entre los recursos naturales, la globalización económica, el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub>, apoyando la opinión de que el desarrollo económico, la industrialización y la urbanización incrementan progresivamente la explotación de recursos naturales y mientras no se utilice prácticas relacionadas sustentabilidad ambiental



la degradación del medio ambiente causará efectos irreversibles tanto a nivel social como económico.

Por otra parte, Waqih (2019) es su estudio realizado en cuatro países de la región SAARC ( Bangladesh, India, Pakistan y Sri Lanka) demostraron que el crecimiento económico, el consumo de energía y la inversión extranjera tienen un impacto significativo, pero mínimo en las emisiones de CO<sub>2</sub> tanto a corto como a largo plazo, esto se debe principalmente a que el ingreso de inversiones internacionales permitiría a largo plazo que los países anfitriones abandonen las fuentes de energía convencionales para dar lugar a recursos de energía renovable para satisfacer sus necesidades futuras de crecimiento. En la misma línea, Hanif et al. (2019) encontraron una relación a corto y largo plazo entre la IED y las emisiones de CO<sub>2</sub> en los países del continente asiático, demostrando que el crecimiento económico en estos países se produce a expensas del aumento de las emisiones de carbono y la contaminación del aire.

Finalmente, Saab (2020) asume que existe un impacto positivo, pero no significativo de la IED en el corto plazo, debido a que la IED ha significado un incremento de la productividad y la eficiencia energética con la entrada de innovadora tecnología a los países anfitriones, lo que se deriva en un incremento de la producción y la mitigación de la degradación ambiental al mismo tiempo. Esto concuerda con estudios empíricos como el expuesto por Essandoh et al. (2020) en el cual se demostró que para los países de bajos ingresos las emisiones de CO<sub>2</sub> posee una relación significativamente positiva con la IED a largo plazo; mientras que, los países con ingresos altos no poseen una relación clara a largo plazo con la IED; esto se puede explicar debido a que los países desarrollados cuentan con los recursos para promover una industria de alta tecnología y regulaciones efectivas para controlar los procesos de producción, causando que dichos países externalizan la producción de unidades intensivas hacia países menos desarrollados que cuentan con una política ambiental menos estricta formando así una cadena mundial de suministro.

En concordancia a todo lo analizado en este apartado y una vez realizado la discusión académica oportuna, se ha logrado comprobar que la hipótesis planteada, se valida, confirmando así que, la renta total de los recursos naturales y la IED posee un efecto positivo y estadísticamente significativo a corto y largo plazo sobre la emisión de CO<sub>2</sub> en Ecuador.

### 7.3. Objetivo específico 3

*“Determinar la existencia de causalidad entre la renta total de los recursos naturales, la inversión extranjera directa y las emisiones de CO<sub>2</sub> de Ecuador durante el período 1975-2019”.*

Los resultados obtenidos en la investigación demostraron que las emisiones de CO<sub>2</sub> está causada por renta total de los recursos naturales. Esto se puede comprobar debido a que la renta total de los recursos naturales se basa en la explotación de los mismos, por lo tanto, si causa un incremento de la contaminación ambiental en nuestro país durante el periodo de análisis, ya que los procesos de explotación de los recursos naturales como petróleo, gas natural, carbón, minerales y recursos forestales implican procedimientos de extracción invasivos y contaminantes con el medio ambiente, puntualmente nuestro país como exportador de materia prima cada año ve incrementado su demanda tanto para consumo interno como externo mediante su exportación, este incremento de demanda causado por el constante el crecimiento económico y desarrollo humano provoca que el tiempo en que explotamos nuestros recursos naturales sea más rápido que el que toma a los mismos regenerarse causando una creciente degradación ambiental.

Resultados similares se exponen en estudios como el realizado por Ahmed et al. (2020) en China , en el cual confirmó la existencia de una causalidad unidireccional de los recursos naturales con la huella ecológica, esto sucede debido a la ineficiente explotación de los recursos naturales y las regulaciones poco estrictas por parte de los países anfitriones, tal tendencia se ha mantenido a lo largo de los años principalmente por reconocer que la aplicación de políticas estrictas en materia ambiental funciona como una barrera que impide la llegada de IED, que en la búsqueda de reducir costos de producción eligen territorios con baja legislación ambiental. Por su parte, autores como Ahmad et al. (2020) utilizando el método de causalidad de Granger encontraron que existe una causalidad bidireccional entre los recursos naturales y la huella ecológica, las economías emergentes han destacado por la extracción y consumo insostenible de sus recursos naturales alcanzando su máximo histórico; sin embargo, las regulaciones que buscan la preservación de la misma no se han aplicado efectivamente poniendo en riesgo la sostenibilidad de los recursos naturales para futuras generaciones.

Otros estudios como el de Ulucak y Khan (2020) utilizando la prueba heterogénea de causalidad de Dumitrescu & Hurlinde, mostraron en su investigación que existe una causalidad

bidireccional entre los recursos naturales y la huella ecológica, explican que los recursos naturales tienen un efecto positivo en la conservación ambiental, esto se da gracias a que existe una gestión sostenible de los recursos naturales provoca que la tasa de agotamiento de los recursos naturales y el estrés ambiental se reduzcan, permitiendo que los recursos naturales se regeneren. Sin embargo, es necesario mencionar que para lograr estos efectos positivos se debe tener una legislación y control ambiental eficiente que permita administrar los recursos económicos obtenidos en favor de procesos sostenibles a corto y largo plazo.

Por otra parte, en lo que concierne a la IED se encontró que no existe relación de causalidad, esto se puede presentar debido a que el incremento de los flujos de IED no se ha diversificado en las actividades económicas del Ecuador, por lo tanto, su impacto en la contaminación aún no es significativo. Investigaciones como la de Shahbaz et al. (2018) confirmaron la presencia de una relación causal bidireccional entre la IED y las emisiones de CO<sub>2</sub>, bajo esta relación de causalidad es lógico que la IED sea necesaria para impulsar el crecimiento económico y para satisfacer las necesidades socioeconómicas que poseen cada territorio; aun así la IED también puede obstaculizar la calidad ambiental y los esfuerzos por abordar los problemas climáticos en función de beneficiar al sector industrial y empresarial extranjero que reside en el territorio. De igual forma, Appiah (2018) indican que existe una fuerte causalidad bidireccional entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y la IED, esto sucede porque en los países en desarrollo no se examina estrictamente las calificaciones para la inversión o no se promueve la protección del medio ambiente, razón por la cual se debe procurar que los elaboradores de políticas procuren la transferencia tecnológica de países extranjeros y sus conocimientos técnicos para evitar que existan daños al medio ambiente.

Finalmente, autores como Bildirici y Gokmenoglu (2020) demostraron que existe una relación causal unidireccional entre la IED y las emisiones de CO<sub>2</sub> en el corto plazo, explican que el bajo nivel de conciencia acerca de las industrias contaminantes y la ausencia de medidas legislativas acerca de la regulación sobre contaminantes ambientales llega a tener un papel predominante en la acumulación de emisiones, sin duda los países deben prestar una mayor atención a la reducción de estos contaminantes y establecer normas ambientales que se cumplan estrictamente para lograr evitar el ingreso de IED a los sectores contaminantes.

## 8. Conclusiones

La presente investigación examinó la influencia de la renta total de los recursos naturales y la IED sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador, durante el periodo 1975-2019. Luego de haber dado respuesta a cada uno de los objetivos específicos y presentar sus resultados, a continuación, se presentan las siguientes conclusiones:

En primera instancia, se determinó que durante el periodo 1975-2019, las emisiones de CO<sub>2</sub> mantuvieron una tendencia creciente, como producto del exponencial desarrollo económico basado en el consumismo y la industrialización, a su vez, este incremento demuestra que los programas y políticas para mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub> no han tenido un impacto significativo durante el periodo de estudio. En cuanto a la renta total de los recursos naturales se determinó la existencia de un comportamiento fluctuante durante este periodo, debido a que dicha variable es altamente dependiente a la demanda y comportamiento del comercio internacional. Mientras que, la IED también mantuvo una tendencia creciente demostrando que las políticas de apertura externa y liberalización de los mercados han permitido incrementar los flujos de IED hacia el Ecuador.

Bajo el mismo objetivo, se estableció la correlación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y la renta total de los recursos naturales, la cual presentó una relación positiva, es decir, a medida que se incrementa la renta natural de los recursos naturales, se produce un incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub>, este comportamiento se puede atribuir a que los procesos de explotación de los recursos naturales, así como su regulación no han contado con tecnología y procedimientos eficientes que garanticen un proceso basado en la mitigación de la degradación ambiental. Por otra parte, también se estableció la correlación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y la IED, la cual también presentó una relación positiva, en donde, a medida que se incrementan los flujos de IED, se produce un incremento de emisiones de CO<sub>2</sub>, lo cual nos demuestra que las actividades económicas desarrolladas por los flujos de IED no están contando con una regulación eficiente que mitigue la degradación ambiental.

En segunda instancia, mediante la formulación de un modelo de MCO, se encontró una relación directa entre la renta total de los recursos naturales y las emisiones de CO<sub>2</sub>, esto se da como consecuencia de la dependencia histórica que ha tenido el Ecuador a la exportación de materias primas, esto sumado a la ineficiente legislación en materia ambiental y la baja regulación de las técnicas y procesos de explotación de los recursos naturales ha provocado que exista un incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub> durante el periodo de estudio, concluyendo que dicha

variable si es un factor relevante que influye en el incremento de la degradación ambiental. Por su parte, también se encontró que el impacto de la IED no es significativo, al ser una economía en desarrollo, Ecuador ha tenido un lento crecimiento económico, con bajas tasas de urbanización y entradas de capital extranjero, es decir, los flujos de IED han tenido muy poca participación en el crecimiento económico.

Seguidamente, con la finalidad de examinar las relaciones de equilibrio a corto y largo plazo se utilizó modelos de Vectores Autorregresivos (VAR) y de Corrección de Error (VEC), dichos resultados comprobaron la existencia de equilibrio entre la renta total de los recursos naturales, la IED y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Los resultados estadísticos de largo y corto plazo son significativos validando que los niveles de degradación ambiental se incrementan como resultado de una mayor renta total de los recursos naturales y de IED.

Esto demuestra que el constante crecimiento económico, necesita de una mayor renta de la explotación de sus recursos naturales y del ingreso de flujos de IED, por lo que, a corto plazo, esta demanda requiere de estas actividades convencionales cuyos procesos son altamente contaminantes y degradantes con el medio ambiente. Sin embargo, a largo plazo, dicho efecto puede llegar a diluirse a medida que los recursos obtenidos se destinan a la implementación y adaptación de técnicas o tecnologías más eficientes y amigables con el medio ambiente, permitiendo mitigar los efectos de la degradación ambiental.

Finalmente, a través de la prueba de causalidad de Granger (1969), se comprobó que en Ecuador la existencia de una causalidad bidireccional entre la renta total de los recursos naturales y las emisiones de CO<sub>2</sub>, principalmente debido a que todo el proceso industrial dedicado a la explotación de recursos naturales, aún utilizan fuentes convencionales dependientes de combustibles fósiles, los cuales son los mayores emisores de CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera. Por otra parte, se comprobó que no existe causalidad entre la IED y las emisiones de CO<sub>2</sub>, esto está caracterizado por el bajo flujo de inversión extranjera y a su vez en el largo plazo la adaptación de tecnología extranjera puede permitir llevar a cabo procesos productivos amigables con el medio ambiente.

## 9. Recomendaciones

Luego de haber desarrollado la presente investigación, a continuación, se presentan las siguientes recomendaciones:

Los niveles de degradación ambiental en Ecuador aún no llegan a un punto irreversible; pero se ha demostrado que existe un incremento gradual de las emisiones de CO<sub>2</sub> año tras año, razón por la cual es crucial la búsqueda de medidas económicas y sociales que ayuden a mitigar dicha problemática. En este contexto, se recomienda que el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica debe verificar que la legislación vigente en materia ambiental está cumpliendo su objetivo y a su vez promover una exhaustiva regulación industrial para verificar que cuenten con los permisos y certificados ambientales que promuevan el uso de nuevas técnicas y tecnologías ecológicas, promoviendo que los procesos de producción sean más amigables con el medio ambiente a cambio de incentivos tributarios, fiscales o económicos.

Por otra parte, al identificar el equilibrio a corto y largo plazo entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, la renta total de los recursos naturales y la IED, se recomienda que las entidades gubernamentales como los Ministerios de Economía y Finanzas; Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca; y Trabajo intervengan de manera conjunta en la constitución de un entorno económico óptimo que llame la atención de los inversores extranjeros y refuerce el desarrollo de las empresas ya establecidas en el territorio, para lograr esto en primera instancia se debe verificar que los incentivos económicos y fiscales en vigencia para el sector empresarial ha sido la esperada y ha cumplido su objetivo, para así continuar aplicándolos o reforzarlos mediante la creación de nuevos incentivos tributarios, económicos o no económicos que ayuden a cumplir la normativa ambiental. Esto permitirá una transición más acelerada en la implementación de tecnología y conocimientos de origen extranjero en las actividades económicas que se desarrollan dentro del territorio con especial énfasis en la explotación de los recursos naturales, mediante procesos y técnicas internacionales que buscan la sostenibilidad de los recursos.

Asimismo, se recomienda al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica la creación de nuevos indicadores ambientales que permitan tener una visión más precisa sobre el verdadero estado del medio ambiente, la sustentabilidad de los recursos naturales y su relación con la actividad económica y que nos permita evaluar el desempeño de políticas y programas ambientales en vigencia. , es necesario tener un diagnóstico preciso con datos confiables para la elaboración de nuevas políticas ambientales en el Ecuador . En este sentido, el estado ecuatoriano puede llevar a cabo la constitución de un nuevo sistema de indicadores ambientales

impulsados en su totalidad por las universidades públicas y privadas del Ecuador , cuya función sería la de recopilar la información, organizar, resumir y desarrollar los procesos de planificación y construcción de nuevos indicadores ambientales, aprovechando así la ubicación estratégica de dichas instituciones universitarias a lo largo de todo el territorio ecuatoriano, mejorando la vinculación con la sociedad y otorgando recursos económicos y no económicos a dichas instituciones, fomentando así un panorama que fortalezca las capacidades humanas de los estudiantes y docentes, potencie la infraestructura y equipamiento universitario y a su vez dote de nuevas herramientas e indicadores a los formuladores de política.

Finalmente, en la última década el Ecuador se ha encaminado en una transformación de su matriz energética, sin embargo, dichos procesos tienen altos costos económicos para su construcción y mantenimiento que el estado no ha sido capaz de administrar eficientemente. Por este motivo, se recomienda que el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables debería impulsar el cambio de la matriz energética mediante el apoyo o la participación del sector privado tanto de empresas nacionales como internacionales, de esta manera se puede conseguir flujos de inversión que permitan reforzar los proyectos de energía sostenible existente y a su vez la creación de nuevos proyectos que se enfoquen en la generación de riqueza y crecimiento económico, pero que también ayuden a mitigar la degradación del medio ambiente mediante la conservación de los recursos naturales.

## 10. Bibliografía

- Adams, S., & Klobodu, E. K. M. (2018). Financial development and environmental degradation: does political regime matter?. *Journal of Cleaner Production*, *197*, 1472-1479.
- Agboola, M. O., Bekun, F. V., & Joshua, U. (2021). Pathway to environmental sustainability: Nexus between economic growth, energy consumption, CO2 emission, oil rent and total natural resources rent in Saudi Arabia. *Resources Policy*, *74*, 102380.
- Ahmed, Z., Asghar, M. M., Malik, M. N., & Nawaz, K. (2020). Moving towards a sustainable environment: the dynamic linkage between natural resources, human capital, urbanization, economic growth, and ecological footprint in China. *Resources Policy*, *67*, 101677.
- Ahmad, M., Jiang, P., Majeed, A., Umar, M., Khan, Z., & Muhammad, S. (2020). The dynamic impact of natural resources, technological innovations and economic growth on ecological footprint: an advanced panel data estimation. *Resources Policy*, *69*, 101817.
- Alvarado, R., Tillaguango, B., Dagar, V., Ahmad, M., Işık, C., Méndez, P., & Toledo, E. (2021). Ecological footprint, economic complexity and natural resources rents in Latin America: empirical evidence using quantile regressions. *Journal of Cleaner Production*, *318*, 128585.
- Appiah, M. O. (2018). Investigating the multivariate Granger causality between energy consumption, economic growth and CO2 emissions in Ghana. *Energy Policy*, *112*, 198-208.
- Arroyo, F., & Miguel, L. (2019). Análisis de la variación de las emisiones de CO2 y posibles escenarios al 2030 en Ecuador.
- Banco Mundial. (2020). Global Investment Competitiveness Report 2019/2020: Rebuilding Investor Confidence in Times of Uncertainty. The World Bank.
- Barnett, L., & Seth, A. K. (2014). The MVGC multivariate Granger causality toolbox: a new approach to Granger-causal inference. *Journal of neuroscience methods*, *223*, 50-68.



- Bera, A. K., & Jarque, C. M. (1981). Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals: Monte Carlo evidence. *Economics letters*, 7(4), 313-318.
- BCE, 2007. Ecuador: Evolución de la Balanza Comercial. Banco Central del Ecuador. Disponible en: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorExterno/BalanzaPagos/balanzaComercial/200608ebc.pdf>.
- BCE. 2019. Reportada en la Balanza de Pagos - Boletín No 77. Recuperado de: <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/298-inversi%C3%B3n-extranjera-directa>.
- BID, 2021. Nuevas oportunidades de desarrollo. Iadb.org. Disponible en: <<https://www.iadb.org/es/cambio-climatico/nuevas-oportunidades-de-desarrollo>>.
- Bildirici, M., & Gokmenoglu, S. M. (2020). The impact of terrorism and FDI on environmental pollution: evidence from Afghanistan, Iraq, Nigeria, Pakistan, Philippines, Syria, Somalia, Thailand and Yemen. *Environmental Impact Assessment Review*, 81, 106340.
- Brundtland, G. H. (1987). What is sustainable development. *Our common future*, 8(9).
- Burki, U., & Tahir, M. (2022). Determinants of environmental degradation: Evidenced-based insights from ASEAN economies. *Journal of Environmental Management*, 306, 114506.
- Catalán, H. (2014). Curva ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable. *Economía Informa*, 389, 19-37.
- CEPAL. (2015). Fiscalidad y cambio climático: El caso de Ecuador. Cepal.org. Disponible en: <https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/doloresalmeida.pdf>
- CEPAL. (2019). La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe 2019. CEPAL.
- CEPAL (2020). La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción? CEPAL.
- Coase, R. (1960). The problem of social cost. *Journal of law and economics*.

- Cole, M. A. (2004). Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: Examining the linkages. *Ecological Economics*, 48(1), 71-81.
- Comisión de las Comunidades Europeas (1994a): Crecimiento económico y medio ambiente. Implicaciones para la política económica, COM (94) 465 final, Bruselas, 3 de noviembre de 1994.
- Chakravarty, D., & Mandal, S. K. (2020). Is economic growth a cause or cure for environmental degradation? Empirical evidences from selected developing economies. *Environmental and Sustainability Indicators*, 7, 100045.
- Cochrane, D., & Orcutt, G. H. (1949). Aplicación de regresión de mínimos cuadrados a relaciones que contienen términos de error auto correlacionados. *Revista de la Asociación Americana de Estadística*, 44(245), 32-61.
- Dai, L., Hu, H., Wang, Z., Shi, Y., & Ding, W. (2019). An environmental and techno-economic analysis of shore side electricity. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 75, 223-235.
- Dickey, D. A., y Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431.
- Doytch, N. (2020). The impact of foreign direct investment on the ecological footprints of nations. *Environmental and Sustainability Indicators*, 8, 100085.
- Essandoh, O. K., Islam, M., & Kakinaka, M. (2020). Linking international trade and foreign direct investment to CO2 emissions: any differences between developed and developing countries?. *Science of the Total Environment*, 712, 136437.
- Estenssoro, F., & Devés, E. (2013). Antecedentes históricos del debate ambiental global: Los primeros aportes latinoamericanos al origen del concepto de Medio Ambiente y Desarrollo (1970-1980). *Estudios Ibero-Americanos*, 39(2), 237-261.
- Espín, J. A., Córdova, A. C., & López, G. E. (2016). Inversión extranjera directa: su incidencia en la tasa de empleo del Ecuador. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 6(12), 215-228.

- Gyamfi, B. A., Adebayo, T. S., Bekun, F. V., Agyekum, E. B., Kumar, N. M., Alhelou, H. H., & Al-Hinai, A. (2021). Beyond environmental Kuznets curve and policy implications to promote sustainable development in Mediterranean. *Energy Reports*, 7, 6119-6129.
- Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 424-438.
- Grossman, G., & Krueger, A. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. National Bureau of Economic Research, 3914. <https://doi.org/10.3386/w3914>
- Gujarati, D. & Porter D. (2010). *Econometría*. México D. F., México: The McGraw-Hill.
- Hanif, I., Raza, S. M. F., Gago-de-Santos, P., & Abbas, Q. (2019). Fossil fuels, foreign direct investment, and economic growth have triggered CO2 emissions in emerging Asian economies: some empirical evidence. *Energy*, 171, 493-501.
- INEC, (2019). Anuario de estadística de transporte 2016. Disponible en: [https://www.Ecuador encifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2016/2016\\_AnuarioTransportes\\_Resumen%20Metodo%20C3%B3gico.pdf](https://www.Ecuador encifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2016/2016_AnuarioTransportes_Resumen%20Metodo%20C3%B3gico.pdf)
- Izurieta, N. P. V. (2015). El Ecuador y el proceso de cambio de la matriz productiva: consideraciones para el desarrollo y equilibrio de la balanza comercial. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (207).
- Jun, W., Mughal, N., Zhao, J., Shabbir, M. S., Niedbala, G., Jain, V., & Anwar, A. (2021). Does globalization matter for environmental degradation? Nexus among energy consumption, economic growth, and carbon dioxide emission. *Energy Policy*, 153, 112230.
- Jiang, L., Zhou, H. F., Bai, L., & Zhou, P. (2018). Does foreign direct investment drive environmental degradation in China? An empirical study based on air quality index from a spatial perspective. *Journal of cleaner production*, 176, 864-872.
- Khan, I., Hou, F., Le, H. P., & Ali, S. A. (2021). Do natural resources, urbanization, and value-adding manufacturing affect environmental quality? Evidence from the top ten manufacturing countries. *Resources Policy*, 72, 102109.

- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1–28. <http://www.jstor.org/stable/1811581>.
- Khan, S. A. R., Yu, Z., Belhadi, A., & Mardani, A. (2020). Investigating the effects of renewable energy on international trade and environmental quality. *Journal of Environmental management*, 272, 111089.
- Lázaro, C. O., Salinas, A., López, R. A., & Ponce, P. (2019). Inversión extranjera directa y libertad económica como determinantes del crecimiento económico de Ecuador en el corto y largo plazo. *Revista Economía y Política*, (29), 105-124.
- León-Velez, A., & Guillén-Mena, V. (2020). Energía contenida y emisiones de CO2 en el proceso de fabricación del cemento en Ecuador. *Ambiente Construído*, 20, 611-625.
- MAE. (2015). Política Nacional para la Gestión de la Vida Silvestre. Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). Quito, Ecuador. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-Ecuador/>
- Marqués, A. C., & Caetano, R. (2020). The impact of foreign direct investment on emission reduction targets: Evidence from high-and middle-income countries. *Structural Change and Economic Dynamics*, 55, 107-118.
- Majeed, A., Wang, L., Zhang, X., & Kirikkaleli, D. (2021). Modeling the dynamic links among natural resources, economic globalization, disaggregated energy consumption, and environmental quality: Fresh evidence from GCC economies. *Resources Policy*, 73, 102204.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). The limits to. *Growth*, 102, 27.
- Meller, P., Poniachik, D., & Zenteno, I. (2013). América Latina y la bendición de los recursos naturales. *Recursos naturales y diversificación exportadora*, 5, 15-72.
- Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2013). Factor de Emisión de CO2 del Sistema Nacional Interconectado de Ecuador. Recuperado de: <http://www.ambiente.gob.ec>
- Naredo, J. (1987). La economía en evolución: historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico. Siglo XXI de España

- Novales, A. (2017). Modelos vectoriales autorregresivos (VAR). Disponible en: [<https://www.ucm.es/data/cont/me-dia/www/pag-41459/VAR.pdf>].
- OECD, 1994. OECD Core Set of Environmental Indicators. Paris.
- OECD. (1995). Foreign direct investment and the environment: an overview of the literature. *Negotiating Group on the Multilateral Agreement on Investment (MAI)*.
- Opoku, E. E. O., & Boachie, M. K. (2020). The environmental impact of industrialization and foreign direct investment. *Energy Policy*, 137, 111178.
- Ozcan, B., Tzeremes, P. G., & Tzeremes, N. G. (2020). Energy consumption, economic growth and environmental degradation in OECD countries. *Economic Modelling*, 84, 203-213.
- Pedraza, J., Martínez, L., Suarez, L. A., Rojas, N., Ramírez, H., Mejía, A., & Casallas, J. (2018). Capturando el co2: De la industria para la industria. *Innovación y Ciencia*, 1, 1-8.
- Pearson, P. (1994). Energy, externalities and environmental quality: Will development cure the ills it creates?. *Energy Studies Review*, 6(3): 199-215.
- Pigou, A. C. (1920). *The economics of welfare*. London: MacMillan.
- Phillips, P. C., y Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Quinde Rosales, Víctor., Vaca Pinela, Gabriela., Quinde Rosales, Francisco., & Lazo Vaca, Lourdes. (2019). Análisis de cointegración entre el crecimiento económico y deterioro medio-ambiental. Un análisis empírico del desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe. *Economía del Caribe*, (24).
- Rahman, M. M. (2020). Environmental degradation: The role of electricity consumption, economic growth and globalisation. *Journal of environmental management*, 253, 109742.
- Randall, A., & Castle, E. N. (1985). Land resources and land markets. In *Handbook of natural resource and energy economics* (Vol. 2, pp. 571-620). Elsevier.
- Sani, Y. S., Abubakar, I. Y., Adam, S. B., Dharwal, M., Singh, P., & Sharma, P. (2020). Economic growth and environmental degradation in developing world: Evidence from Nigeria (1981–2019). *Materials Today: Proceedings*.

- Sanchez, Vicente. (1983). “La Situación ambiental diez años después de Estocolmo”, en Marino de Botero, M. y Tokatlian, J. (compilación y dirección); Ecodesarrollo, el pensamiento del decenio. Bogotá, INDERENA/PNUMA. p. 561-573.
- Shahbaz, M., Nasir, M. A., & Roubaud, D. (2018). Environmental degradation in France: the effects of FDI, financial development, and energy innovations. *Energy Economics*, 74, 843-857.
- Shen, Y., Su, Z. W., Malik, M. Y., Umar, M., Khan, Z., & Khan, M. (2021). Does green investment, financial development and natural resources rent limit carbon emissions? A provincial panel analysis of China. *Science of the Total Environment*, 755, 142538.
- Shahbaz, M., Nasreen, S., Abbas, F., & Anis, O. (2015). Does foreign direct investment impede environmental quality in high-, middle-, and low-income countries?. *Energy Economics*, 51, 275-287.
- Saab, M. A., & Lacambra, J. M. (2020). Curva de Kuznets Ambiental: Estudio del impacto de la Inversión Extranjera Directa.
- Silva, K., & Tillaguango, B. (2018). Impacto de la dependencia en la renta de los recursos naturales sobre la desigualdad de ingresos en los países de la Comunidad Andina. *Revista Vista Económica*, 5(1), 28-34.
- Shittu, W., Adedoyin, F. F., Shah, M. I., & Musibau, H. O. (2021). An investigation of the nexus between natural resources, environmental performance, energy security and environmental degradation: Evidence from Asia. *Resources Policy*, 73, 102227.
- Ulucak, R., & Khan, S. U. D. (2020). Determinants of the ecological footprint: role of renewable energy, natural resources, and urbanization. *Sustainable Cities and Society*, 54, 101996.
- UNCED (1992). Río 92, Programa 21, Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Madrid.
- Uno, K. y Bartelmus, P. (1998). Environmental accounting in theory and practice, Kluwer Academic Publishers, Great Britain
- Waqih, M. A. U., Bhutto, N. A., Ghumro, N. H., Kumar, S., & Salam, M. A. (2019). Rising environmental degradation and impact of foreign direct investment: an empirical evidence from SAARC region. *Journal of environmental management*, 243, 472-480.

- Wang, Q., & Li, L. (2021). The effects of population aging, life expectancy, unemployment rate, population density, per capita GDP, urbanization on per capita carbon emissions. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 760-774.
- xStatistics, E., & DELL'ENERGIA, S. T. A. T. I. S. T. I. C. H. E. (1991). eurostat. URL: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/a\\_to\\_z](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/a_to_z).
- Zafar, M. W., Qin, Q., & Zaidi, S. A. H. (2020). Foreign direct investment and education as determinants of environmental quality: The importance of post Paris Agreement (COP21). *Journal of Environmental Management*, 270, 110827.
- Zambrano-Monserrate, M. A., Carvajal-Lara, C., Urgilés-Sánchez, R., & Ruano, M. A. (2018). Deforestation as an indicator of environmental degradation: Analysis of five European countries. *Ecological Indicators*, 90, 1-8.
- Zhang, L., Godil, D. I., Bibi, M., Khan, M. K., Sarwat, S., & Anser, M. K. (2021). Caring for the environment: How human capital, natural resources, and economic growth interact with environmental degradation in Pakistan? A dynamic ARDL approach. *Science of The Total Environment*, 774, 145553

## 11. Anexos

### Anexo 1. Prueba de Breusch- Pagan

Se plantea las hipótesis:

$H_0$ : Existe homocedasticidad

$H_1$ : Existe heteroscedasticidad

Regla de decisión: Para poder determinar la heteroscedasticidad, si el valor calculado (Prob >Chi2) es menor a la significancia de 0.05 se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) y se concluye que el modelo presenta heteroscedasticidad. En este caso dado que (Prob >Chi2 es 0.0004) es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se concluye que el modelo presenta heterocedasticidad. Por lo tanto, para poder corregir nuestro modelo utilizamos el modelo de mínimos cuadrados generalizados.

Chi2(1)	Prob>chi2
12,54	0,0004

*Nota.* Adaptado de Banco Mundial (2021)

### Anexo 2. Prueba de Durbin-Watson

Se plantea las hipótesis:

$H_0$ : Existe autocorrelación o correlación serial.

$H_1$ : No existe autocorrelación

Regla de decisión: Si el valor (Prob > Chi2) obtenido por el estadístico Durbin- Watson, es menor a 0.05 se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y si el valor estadístico obtenido es mayor a 0.05 se acepta la Hipótesis alternativa ( $H_1$ ) de que no existe autocorrelación. En este caso la (Prob > Chi2 es 0.5525) mayor a 0.05 se acepta  $H_1$  de que no existe autocorrelación.

lags(p)	Df	Prob>chi2
2	[ 5 , 46 ]	0,5525

*Nota.* Adaptado de Banco Mundial (2021)



### Anexo 3. Factor de inflación de varianza (VIFs)

Como se puede observar, el factor inflación de la varianza (VIFs) posee un valor de 20.00 que es menor a 5 que es el valor crítico, por tanto, existe el problema de multicolinealidad en el modelo.

Variabes	VIF	1/VIF
IAPcom	48,77	0,0205
IPIBpc	14,57	0,0686
Irenta	11,97	0,0835
lied	4,67	0,2141
Mean VIF	20,00	

Nota. Adaptado de Banco Mundial (2021)

### Anexo 4. Prueba de Skewness/Kurtosis

Para la prueba de Skewness/Kurtosis se plantea dos hipótesis:

$H_0$ : existe normalidad en los residuos

$H_1$ : No existe normalidad en los residuos

#### Regla de decisión:

- Se acepta  $H_0$  si el valor Prob>chi2 es mayor a 0.05
- Se acepta  $H_1$  el valor Prob>chi2 es menor a 0.05

Si el valor de p es mayor a 0.05 se acepta  $H_0$ , en la cual se concluye que el modelo presenta normalidad.

Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	Adj chi2 (2)	Prob>chi2
Res1	45	0,3135	0,0535	4,74	0,0936

Nota. Adaptado de Banco Mundial (2021)

### Anexo 5. Prueba de Shapiro-Wilk

Se plantea dos hipótesis:

$H_0$ : existe normalidad

$H_1$ : no Existe normalidad

#### Regla de decisión:

- Se acepta  $H_0$  si el valor  $\text{Prob}>\chi^2$  es mayor a 0.05
- Se acepta  $H_1$  el valor  $\text{Prob}>\chi^2$  es menor a 0.05

En la prueba de Shapiro- Wilk se concluye que el modelo presenta normalidad

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
res1	45	0,95012	0,085	1,553	0,0602

*Nota.* Adaptado de Banco Mundial (2021)

## Anexo 6. Prueba Dickey Fuller y Phillips-Perron

Variables	Prueba de Dickey y Fuller aumentada				Prueba de Phillips y Perron				
	Valor calculado	1%	5%	10%	Valor calculado	1%	5%	10%	I(q)
Emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	-2,280	-4,26	-3,54	-3,21	-11,05	-24,80	-19,27	-16,46	1
Renta total de los recursos naturales	-1,492	-4,26	-3,54	-3,21	-16,72	-24,80	-19,27	-16,46	1
Inversión extranjera directa	-1,461	-4,26	-3,54	-3,21	-18,46	-24,80	-19,27	-16,46	1
PIB per cápita	-1,915	-4,26	-3,54	-3,21	-4,96	-24,80	-19,27	-16,46	1
Apertura comercial	-0,927	-4,26	-3,54	3,21	-9,57	-24,80	-19,27	-16,46	1

*Nota.* Adaptado del Banco Mundial (2021)

## Anexo 7. Pruebas de raíz unitaria con primeras diferencias

Variables	Prueba de Dickey y Fuller aumentada				Prueba de Phillips y Perron				
	Valor calculado	1%	5%	10%	Valor calculado	1%	5%	10%	I(q)
Emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	-5,211	-4,22	-3,53	-3,20	-31,81	-24,80	-19,27	-16,46	1
Renta total de los recursos naturales	-7,398	-4,22	-3,53	-3,20	-30,80	-24,80	-19,27	-16,46	1
Inversión extranjera directa	-6,179	-4,22	-3,53	-3,20	-44,58	-24,80	-19,27	-16,46	1
PIB per cápita	-5,533	-4,22	-3,53	-3,20	-38,00	-24,80	-19,27	-16,46	1
Apertura comercial	-6,642	-4,22	-3,53	3,20	-40,32	-24,80	-19,27	-16,46	1

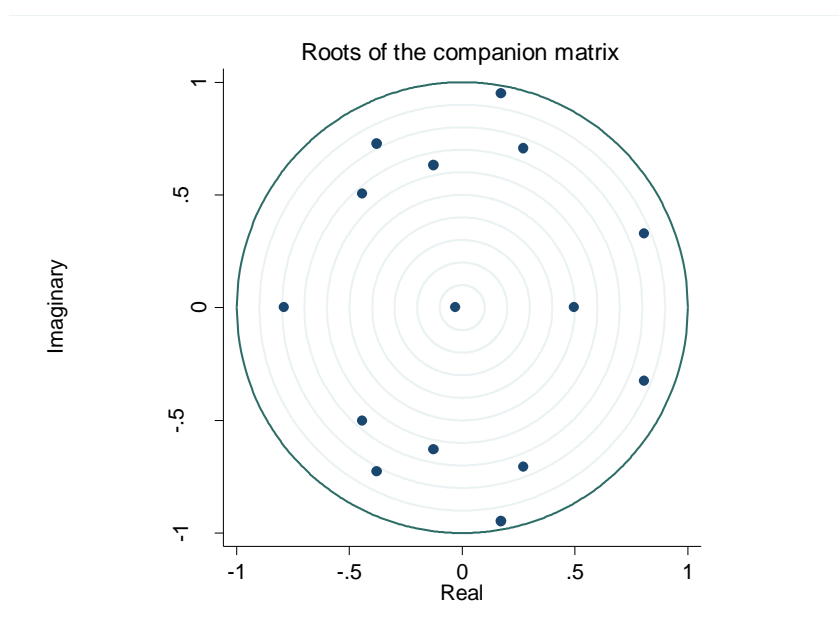
Nota. El nivel de significancia del 1% (\*), 5% (\*\*) y 10% (\*\*\*), se encuentra representado por los asteriscos.

### Anexo 8. Determinación del rezago óptimo

Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	60,574				2,1e-08	-3,473	-3,398*	-3,244
1	85,537	49,926	25	0,002	2,2e-08	-3,471	-3,015	-2,097
2	113,0,29	54,983	25	0,000	2,1e-08	-3,626	-2,792	-1,108
3	145,7	65,343	25	0,000	1,9e-08*	-4,106*	-2,892	-0,441*
4	170,461	49,522*	25	0,002	4,2e-08	-4,091	-2,497	0,718

Nota. Adaptado del Banco Mundial (2021)

### Anexo 9. Prueba de estabilidad



Nota. Adaptado del Banco Mundial (2021)

### Anexo 10. Prueba de multiplicador de Lagrange

Lag	chi2	df	Prob > chi2
1	24,5906	25	0,48550
2	36,8846	25	0,05921
3	29,8975	25	0,22815
4	32,9569	25	0,13215
5	22,9937	25	0,57793
6	38,2788	25	0,04344

Nota. Adaptado del Banco Mundial (2021)

### Anexo 11. Prueba de normalidad de Jarque – Bera

Lag	chi2	df	Prob > chi2
Emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	2,633	2	0,26802
Renta total de los recursos naturales	0,337	2	0,84509
Inversión extranjera directa	0,617	2	0,73452
PIB per cápita	0,488	2	0,78349
Apertura comercial	0,402	2	0,81781
All	4,477	10	0,92326

*Nota.* Adaptado del Banco Mundial (2021)

### Anexo 12. Prueba de normalidad de Skewness

Lag	Skewness	chi2	df	Prob > chi2
Emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	-.51168	1,702	1	0,19205
Renta total de los recursos naturales	.09614	0,060	1	0,80636
Inversión extranjera directa	.19886	0,257	1	0,61215
PIB per cápita	-.09767	0,062	1	0,80334
Apertura comercial	-.1027	0,069	1	0,79345
All		2,150	5	0,82809

*Nota.* Adaptado del Banco Mundial (2021)

### Anexo 13. Prueba de normalidad de Kurtosis

Lag	Kurtosis	chi2	df	Prob > chi2
Emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	2,2429	0,932	1	0,33446
Renta total de los recursos naturales	2,5875	0,277	1	0,59898
Inversión extranjera directa	2,5293	0,360	1	0,54849
PIB per cápita	2,488	0,426	1	0,51396
Apertura comercial	2,5468	0,334	1	0,56349
All		2,328	5	0,80217

*Nota.* Adaptado del Banco Mundial (2021)

## **Anexo 14. Certificación de traducción del Abstract**

Loja, 23 de agosto del 2022

José Freddy Iñiguez Castillo

**LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN MENCIÓN "INGLÉS"**

### **CERTIFICO:**

Que he efectuado minuciosamente la revisión de la traducción al idioma Inglés del Resumen del trabajo de Tesis titulado **“INFLUENCIA DE LA RENTA DE RECURSOS NATURALES Y LA INVERSIÓN EXTRANJERA EN LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL DE ECUADOR PERIODO 1975 – 2019”**, de

autoría del estudiante Bryan Joel Flores Martínez, con cedula de ciudadanía N.º 1150347324, previa a la obtención del título de “Economista”, hago mención que el mismo cumple con las normas ortográficas y de redacción, por lo tanto, puede ser agregado al trabajo de titulación.



---

**Lic. José Iñiguez**

Registro N° Senescyt 1031-2021-2372551