



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**FACULTAD DE ECONOMÍA AGRÍCOLA
CARRERA DE ECONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ECONOMISTA**

**DETERMINANTES DEL CONSUMO DE ENERGÍA
RENOVABLE EN LA COMUNIDAD ANDINA (CAN): UN
ANÁLISIS DE DATOS DE PANEL**

**AUTOR
GILVER BOLÍVAR ROBLES CORREA**

**TUTORA
LCDA. TANNIA ACOSTA CHÁVEZ. MSc**

**EL TRIUNFO, ECUADOR
2026**



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA AGRÍCOLA
CARRERA DE ECONOMÍA

APROBACIÓN DEL TUTOR

I suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutora, certifico que el presente trabajo de titulación: DETERMINANTES DEL CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA COMUNIDAD ANDINA (CAN): UN ANÁLISIS DE DATOS DE PANEL, realizado por el estudiante ROBLES CORREA GILVER BOLÍVAR, con cédula de ciudadanía 0943001032 de la carrera de ECONOMÍA, Programa Regional de Enseñanza - El Triunfo, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Lcda. Tannia Acosta Chávez. MSc

Milagro, 08 de enero de 2026



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA AGRÍCOLA
CARRERA DE ECONOMÍA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “DETERMINANTES DEL CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA COMUNIDAD ANDINA (CAN): UN ANÁLISIS DE DATOS DE PANEL”, realizado por el estudiante ROBLES CORREA GILVER BOLÍVAR, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Apellidos Nombre, MSc.
PRESIDENTE

Apellidos Nombre, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Apellidos Nombre, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Apellidos Nombre, MSc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Ciudad, día de mes de año

DEDICATORIA

Dedico este importante logro a Dios, por ser mi guía constante y la fuente de mi fortaleza en cada paso de este camino. A mi madre Norma C., mis hermanas Miryan, Kerly, Grace, Estrella C., y mis primas Katty A., Leyda, Gloria M., quienes con su inquebrantable apoyo emocional y su amor incondicional me permitieron mantener la firmeza y la perspectiva en los momentos más desafiantes. Su fe en mí fue un pilar fundamental. De manera muy especial, agradezco a mi querida amiga Brigitte M., cuya constante motivación y aliento fueron la chispa que me impulsó a persistir y culminar con éxito esta investigación.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento se extiende a la Fundación UNBOUND ECUADOR, cuya visión y significativo apoyo a lo largo de mi trayectoria académica fueron cruciales. Sin su valiosa contribución habría presentado obstáculos considerablemente mayores, haciendo posible gran parte de mi formación y, por ende, de esta investigación.

Asimismo, expreso mi profunda gratitud al Econ. Francisco Quinde y a la Lcda. Tannia Acosta. Su experta asesoría técnica y su precisa orientación en la aplicación metodológica no solo fueron fundamentales para la correcta formulación de este estudio, sino que también aseguraron la coherencia y la rigurosidad en cada etapa del análisis, permitiendo la consecución efectiva de los objetivos planteados en el presente trabajo de titulación. Su dedicación y conocimientos enriquecieron sustancialmente la calidad final de esta investigación.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, ROBLES CORREA GILVER BOLÍVAR, en calidad de autor del trabajo de titulación DETERMINANTES DEL CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA COMUNIDAD ANDINA (CAN): UN ANÁLISIS DE DATOS DE PANEL, para optar el título de ECONOMISTA, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 21 de enero del 2026

ROBLES CORREA GILVER BOLÍVAR
C.C. 0943001032

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo general analizar los determinantes del consumo de energía renovable en los países que integran la Comunidad Andina (CAN), durante el período 1990-2021. El interés por las energías limpias ha incrementado en las últimas décadas debido al impacto ambiental del uso de combustibles fósiles y al impulso de modelos de desarrollo sostenible. En este contexto, se consideran como variables independientes el Índice de Desarrollo Humano (IDH), las emisiones de gases de efecto invernadero, la apertura comercial, el Producto Interno Bruto (PIB) y la Inversión Extranjera Directa (IED), mientras que la variable dependiente es el consumo de energía renovable. Desde el punto de vista metodológico, se trata de una investigación de modalidad no experimental y de tipo correlacional, con enfoque cuantitativo. A través de un modelo de datos de panel de efectos fijos, se obtuvo que la IED tiene un impacto positivo y significativo sobre el consumo de energía renovable, con un coeficiente de 0.0158. En contraste, la apertura comercial mostró una relación negativa (-0.0042), al igual que el PIB, cuyo coeficiente de -0.1685 indica una reducción en el consumo energético ante incrementos en el producto interno bruto. Se concluyó que los resultados confirman la existencia de relaciones significativas entre el consumo de energía renovable y sus determinantes en la Comunidad Andina.

Palabras clave: *Consumo de energía renovable, Comunidad Andina, Inversión Extranjera Directa, Producto Interno Bruto, Apertura comercial.*

ABSTRACT

This study aims to analyze the determinants of renewable energy consumption in the Andean Community (CAN) over the period 1990-2021. Interest in clean energy has grown in recent decades given the environmental impact of fossil fuel use and the impetus of models of sustainable development. The independent variables considered are the Human Development Index (HDI), greenhouse gas emissions, trade openness, Gross Domestic Product (GDP), and Foreign Direct Investment (FDI), while the dependent variable is renewable energy consumption. Methodological, this is non-experimental and correlational study with a quantitative approach. Using a fixed-effects panel data model, it was found that FDI has a positive and significant impact on renewable energy consumption, with a coefficient of 0.0158. In contrast, trade openness showed a negative relationship (-0.0042), as did GDP, whose coefficient of -0.1685 indicates a reduction in energy consumption in the face of an increase in gross domestic product. The findings confirm the existence of significant relationships between renewable energy consumption and the analyzed factors in the Andean Community.

Keywords: *Renewable energy consumption, Andean Community, Foreign Direct Investment, Gross Domestic Product, Trade openness.*

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes del Problema	1
1.2 Planteamiento y Formulación del Problema	2
1.3 Justificación de la Investigación	3
1.4 Delimitación de la Investigación	4
1.5 Objetivos	4
1.6 Hipótesis o Idea de Defender	4
1.7 Aporte Teórico y Práctico	4
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Estado del Arte	6
2.2 Bases Científicas y Teóricas de la Temática	10
3. ASPECTOS METODOLÓGICOS	20
3.1 Métodos	20
3.2 Variables	21
3.3 Población y Muestra	21
3.4 Técnica de Recolección de Datos	21
3.5 Estadística Descriptiva e Inferencial	22
3.6 Cronograma de Actividades	24
4. RESULTADOS	25
5. DISCUSIÓN	72
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
6.1 Conclusiones	74
6.2 Recomendaciones	75
BIBLIOGRAFÍA	77
ANEXOS	83
APÉNDICES	86

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de las variables	83
Anexo 2: Cronograma de actividades	85

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1: Prueba de raíces unitarias a la variable consumo de energía en sus primeras diferencias	86
Apéndice 2: Prueba de raíces unitarias a la variable emisiones de gases de efecto invernadero en sus segundas diferencias	86
Apéndice 3: Prueba de raíces unitarias a la variable comercio en primeras diferencias	87
Apéndice 4: Prueba de raíces unitarias a la variable IDH a nivel	87
Apéndice 5: Prueba de raíces unitarias a la variable IED a nivel	88
Apéndice 6: Prueba de raíces unitarias a la variable PIB en sus primeras diferencias	88
Apéndice 7: Prueba de cointegración de panel de Kao.....	89
Apéndice 8: Modelo de efectos fijos.....	89

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del Problema

La energía renovable, obtenida de fuentes naturales inagotables como el sol, el viento, el agua o la biomasa, se ha posicionado como una de las principales alternativas para afrontar los retos del cambio climático y la sostenibilidad ambiental. Su impulso responde a la urgencia de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y minimizar los impactos negativos asociados al uso de combustibles fósiles, como la contaminación atmosférica y la degradación del medio ambiente.

No obstante, la transición hacia un sistema energético basado en fuentes renovables enfrenta limitaciones relacionadas con el impacto ambiental de ciertas tecnologías, los costos de implementación y las barreras sociales y políticas que limitan su adopción generalizada.

A nivel global, el consumo de energía renovable representa un porcentaje relativamente bajo en comparación con otras fuentes. Según datos de la Agencia Internacional de Energía, en 2019, la energía renovable constituyó aproximadamente el 11% del consumo total de energía primaria, destacándose la hidroeléctrica, la solar y la eólica como las principales tecnologías empleadas.

Aunque la adopción de estas fuentes ha mostrado un crecimiento significativo en las últimas décadas, persisten disparidades en su desarrollo y uso entre regiones debido a diferencias en recursos naturales, capacidades tecnológicas y marcos normativos.

En América Latina y el Caribe, la matriz energética se caracteriza por ser una de las más limpias a nivel mundial. Más del 60% de la electricidad de la región proviene de fuentes renovables, especialmente de hidroeléctricas. Este desempeño refleja un acceso privilegiado a recursos hídricos abundantes, pero también evidencia una dependencia de una sola tecnología, lo que genera vulnerabilidades frente a cambios climáticos y variaciones hídricas estacionales.

En el contexto de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), esta posee un gran potencial para el desarrollo de energías renovables debido a su riqueza en recursos naturales. La experiencia internacional sugiere que el éxito en la transición hacia un mayor consumo de energía renovable requiere un enfoque integral que considere no solo aspectos técnicos y económicos, sino también factores sociales, ambientales y de gobernanza.

1.2 Planteamiento y Formulación del Problema

1.2.1 *Planteamiento del Problema*

La CAN es una organización regional integrada por Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, que tiene como uno de sus objetivos promover el desarrollo sostenible y la integración energética entre sus países miembros. El fomento del consumo de energía renovable es una prioridad en este marco dado los amplios beneficios ambientales, sociales y económicos.

No obstante, el consumo de energía renovable en la CAN es aún limitado y desigual, debido a diversos factores que afectan su oferta y demanda, como la disponibilidad de recursos, la infraestructura, la política, la regulación, el mercado, la tecnología, el costo, la cultura y la educación.

Según el Informe UNECE sobre la situación de las energías renovables en 2022, alrededor del 28% de la oferta total de energía en la CAN es renovable y sostenible, siendo la hidroenergía la que representa el 75% de las energías renovables, complementada por la leña y los productos de la caña de azúcar.

Sin embargo, existen diferencias significativas entre los países de la CAN, tanto en el nivel como en la composición de su consumo de energía renovable. Por ejemplo, el consumo de energía renovable per cápita en la CAN fue de 0,7 toneladas equivalentes de petróleo (tep) en 2020, muy por debajo del promedio mundial de 1,8 tep. Asimismo, el consumo de energía renovable en la CAN varía entre el 17% de Bolivia y el 36% de Colombia, siendo la hidroenergía la principal fuente, seguida por la leña y los biocombustibles.

Gran parte de la energía que se consume en el mundo proviene de fuentes no renovables, como los combustibles fósiles, que generan graves impactos negativos sobre el medio ambiente, como la contaminación, el cambio climático y la degradación de los recursos naturales. Por ello, se hace necesario promover el uso de fuentes de energía renovables, que se obtienen de recursos naturales inagotables, como el sol, el viento, el agua o la biomasa, y que contribuyen a mitigar el cambio climático y a reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

1.2.2 *Formulación del Problema*

¿Cuáles son las determinantes del consumo de energía renovable en la CAN?

1.3 Justificación de la Investigación

El consumo de energía renovable es un tema de gran interés y actualidad, debido a la necesidad de transitar hacia un modelo energético más sostenible, que reduzca el impacto ambiental y social de las fuentes de energía convencionales, como los combustibles fósiles o la energía nuclear. La CAN es una región que posee un gran potencial de recursos renovables, como la hidroenergía, la energía solar, la energía eólica, la biomasa o la geotermia, que pueden contribuir al desarrollo económico, social y ambiental de sus países miembros.

El estudio del consumo de energía renovable en la CAN tiene una gran importancia, puesto puede ayudar a comprender los determinantes que influyen en su uso y aprovechamiento, y a evaluar su impacto y su relevancia. El consumo de energía renovable puede favorecer la diversificación de la matriz energética, la reducción de la dependencia de las importaciones de energía, fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico, y la mejorar la seguridad y la calidad del suministro energético.

Además, puede mejorar la calidad de vida de las poblaciones, especialmente las rurales, al facilitar el acceso a servicios básicos como la salud, la educación, la comunicación y el ocio. Además, puede promover la participación, la cooperación, la equidad y la inclusión social, al generar oportunidades de desarrollo local y regional.

Mediante el consumo de energía renovable se contribuye a la mitigación y la adaptación al cambio climático. También puede preservar los recursos naturales, la biodiversidad y los ecosistemas, al minimizar el impacto sobre el suelo, el agua y el aire.

Este estudio puede aportar conocimiento sobre la relación entre estas variables, y ofrece evidencia empírica para la toma de decisiones y la formulación de políticas públicas. El estudio puede contribuir a identificar los factores que determinan el consumo de energía renovable y su impacto ambiental en la región, y a evaluar el cumplimiento de los compromisos internacionales para reducir las emisiones de GEI y mitigar los efectos del cambio climático, como el Acuerdo de París.

Asimismo, el estudio puede proponer recomendaciones para fomentar el uso de las energías renovables y mejorar su gestión ambiental, y para promover la integración energética y la cooperación regional entre los países de la CAN.

1.4 Delimitación de la Investigación

Este estudio analiza los determinantes del consumo de energía renovable en la CAN, una organización regional que integra a Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. El estudio se basa en los datos del período 1990-2021. Estos datos serán obtenidos del Banco Mundial, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). El estudio emplea una metodología de análisis de datos de panel.

1.5 Objetivos

1.5.1 *Objetivo General*

Analizar los determinantes del consumo de energía renovable en la CAN.

1.5.2 *Objetivos Específicos*

- Determinar el comportamiento del consumo de energía renovable y las principales fuentes utilizadas en la CAN.
- Identificar los factores que determinan el consumo de energía renovable en la CAN.
- Demostrar la incidencia de los factores determinantes en el consumo de energía renovable.

1.6 Hipótesis o Idea de Defender

Existe una relación positiva y significativa entre el consumo de energía renovable y sus determinantes en la CAN.

1.7 Aporte Teórico y Práctico

Se aporta conocimiento sobre la relación entre el consumo de energía renovable y el impacto ambiental en la CAN, que es una región con un gran potencial para el desarrollo de las energías renovables, pero también con grandes desafíos para el acceso, la calidad y la seguridad del suministro energético, así como para la adaptación y la mitigación del cambio climático.

Además de utilizar un método de análisis de datos de panel, que es una técnica econométrica que combina datos de corte transversal y de series de tiempo, y que permite controlar la heterogeneidad entre los países y la dinámica de las variables.

Asimismo, se ofrece evidencia empírica para la toma de decisiones y la formulación de políticas públicas, que promuevan el uso de las energías renovables y mejoren su gestión ambiental, y que contribuyan al desarrollo sostenible de la

región andina y al cumplimiento de los compromisos internacionales para reducir las emisiones de GEI y mitigar los efectos del cambio climático.

El aporte práctico de este estudio es contribuir al diseño e implementación de políticas públicas que incentiven el uso de fuentes de energía limpias y eficientes, que reduzcan la dependencia de los combustibles fósiles y que mitiguen los efectos del cambio climático.

Además, el estudio identificará los factores que influyen o determinan el consumo de energía renovable en la CAN, y propone medidas para fomentar su uso, como la reducción de los subsidios a los combustibles fósiles, el aumento de los incentivos fiscales y financieros a la energía renovable, la mejora de la infraestructura y la tecnología, la educación y la sensibilización ambiental, y la integración de los mercados energéticos regionales.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del Arte

En este capítulo se desarrollaron las bases científicas a través de la revisión de estudios anteriores similares.

De acuerdo con Da Silva (2022) para la Unión Europea las fuentes de energía renovables son aquellas naturales inagotables, como la eólica, solar, hidroeléctrica, oceánica, geotermal, de la biomasa y de los biocarburantes. Más allá de contribuir a la reducción de las emisiones de GEI y la diversificación del suministro energético, son también la alternativa para disminución de la dependencia de los mercados de combustibles fósiles, externos a la UE y considerados como volátiles y poco fiables” en el estudio que realizó sobre el consumo de energía renovable en la Unión Europea en el periodo 1995 -2018 considerando, por un lado, el grupo UE-15, y, por otro, los 13 países que se incorporaron a la UE desde 2004.

A través de la técnica de datos de panel se estimaron modelos que permiten concluir que el comportamiento de las variables es distinto al considerar la UE-28, el grupo UE-15 y el grupo de los 13 nuevos países miembros. Para cumplir con el objetivo propuesto para 2030 es necesario tener en cuenta la heterogeneidad entre países y elaborar planes que combinen aspectos económicos y sociales, este compromiso requería llegar a consumir un 32% de energías renovables ya que en el año 2020 estaba en un consumo de 20% de energía renovable.

Según Perino et al. (2021) en sus trabajos de investigación indican que el ser humano actúa descontroladamente (por ejemplo, la ignición de combustibles fósiles, la deforestación, etc.), lo cual genera un colapso medioambiental, motivo de gran preocupación para la ética ambientalista, ya que este campo del saber emerge como bastión para indicarle a la humanidad que debe recuperar la conciencia de que vive en un planeta sagrado del cual forma parte.

Frente a los planteamientos anteriores, el trabajo apunta a concientizar sobre la necesidad de un manejo equilibrado de los recursos naturales, y estimula un compromiso con la transición hacia los sistemas energéticos que tengan una amplia participación de las energías renovables y que generen una huella de carbono neutral a partir de la implementación del concepto de las cuatro Rs del desarrollo sostenible: Reducir, Reutilizar, Reciclar y Reeducar, este trabajo fue diseñado con tipo de investigación de tipo descriptiva, con enfoque cualitativo, los autores

llegaron a la conclusión que se debe edificar sociedades sustentables, más justas e igualitarias, exige recurrir a energías amigables con el medioambiente.

Según Morán (2022) en su investigación que tuvo como finalidad analizar la aceptación social de los habitantes de la ciudad de Esmeraldas ante proyectos de fuentes de energía alternativas a implementarse en esta localidad se enfocó en un problema específico que ha surgido en la ciudad, donde recientemente ha habido incidentes de derrames de petróleo y altos niveles de producción industrial que han afectado el medio ambiente. El estudio utilizó una metodología mixta con un enfoque cuantitativo con un alcance descriptivo correlacional.

La investigación concluye que la población sí acepta la implementación de proyectos de energía renovable en la ciudad de Esmeraldas, dado que las instalaciones de energía convencional han generado efectos adversos en el medio ambiente, lo que ha contribuido significativamente a un elevado nivel de oposición (80.9%) hacia su funcionamiento.

Por otra parte Loaiza (2018) en su trabajo de investigación analiza la relación de equilibrio existente entre la energía sustentable, no sustentable y el crecimiento económico de Ecuador durante el periodo 1971-2014. Utilizando datos del World Development Indicators del Banco Mundial y técnicas de cointegración para series temporales, encontró evidencia que muestra que existe una relación de largo y corto plazo entre la energía sustentable, energía no sustentable y el crecimiento económico. También encontró que existe una relación causal unidireccional desde la energía sustentable hacia el crecimiento económico. Lo que llevó a concluir que esta variable es de suma importancia para que exista mayor crecimiento económico.

Según Robayo (2021) estudió la relación entre el crecimiento económico con el consumo de energía renovable y no renovable, utilizando un modelo de vector de corrección de error (VECM) tomando el periodo de tiempo de 1990 a 2015. Del test de Johansen se encontró una relación de cointegración entre el PIB, el consumo de energía renovable y no renovable. Por otro lado, el modelo de vector de corrección de error (VECM) muestra una relación negativa en el largo plazo entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico, mientras que la energía no renovable muestra una relación positiva, aunque esta no es estadísticamente significativa.

Por su parte Catalán (2020) en su investigación tuvo por objetivo analizar la relación entre las emisiones de GEI el nivel ingreso (PIB), el consumo de energía renovable y no renovable para México en el periodo 1990-2015, utilizó el procedimiento Autorregresivo de Rezagos Distribuidos (ARDL). Los resultados muestran que el ingreso y las energías no renovables son las principales variables que explican la trayectoria de las emisiones de los GEI. Además, se evidenció que el consumo de energías renovables tiene un impacto marginal a largo plazo con una elasticidad -0.021.

Esta situación, representa una restricción importante para el objetivo de generar un cambio en la matriz energética de México hacia una senda de desarrollo sustentable que incluya una menor intensidad de carbono.

De acuerdo con Ferrari (2023) investigador de la revista mexicana UNAM Global recalcó que el crecimiento económico no siempre se traduce en mejora de vida para todos, ya que existe una desigualdad creciente a escala global y dentro de cada país. Además, la justicia ambiental también es una preocupación importante, ya que el 10% más rico de la población mundial es responsable del 50% de las emisiones contaminantes y los 23 países más ricos son autores de la mitad de esos contaminantes.

En relación con lo antes expuesto, cabe precisar que para una transición energética, ambiental y socialmente sostenible, hay que vivir dentro de los límites: entre lo mínimo que necesita un ser humano para satisfacer sus necesidades básicas, y el tope por encima del cual no se puede ir.

De acuerdo con Glave (2020) en su tesis de grado, analizo comparativamente las experiencias de Argentina y Alemania durante los años comprendidos entre 1990 y 2018, en lo referente a la transición energética, poniendo especial énfasis en examinar el rol que tienen las energías renovables, determino que Argentina tiene escasa participación en el sector energético, evidenciando que la sucesión de políticas energéticas tuvo escaso éxito.

Respecto al país europeo, este proceso tiene un contundente impulso desde el año 2000, evidenciando una expansión de las energías renovables integradas principalmente a la generación eléctrica, se identificó diferentes motivaciones que impulsaron la transición energética hacia un sistema energético con mayor presencia de energías renovables en ambos países, siendo en Alemania la búsqueda de disminuciones en las emisiones de GEI y el abandono de la energía

nuclear, mientras que en Argentina son las mejoras en la seguridad energética y en el acceso a los servicios energéticos.

Según Sánchez (2021) en su trabajo de investigación, realiza un análisis del sector de las energías renovables, incidiendo especialmente en el aspecto económico. Se analiza la situación de las renovables en España, en Europa y en el mundo. Así, se tratan aspectos como el impacto que ha tenido la crisis económica y sanitaria causada por la Covid-19 en este sector o como los distintos países consideran a las renovables como motor de recuperación económica, utilizo el método deductivo con enfoque analítico descriptivo, determino cómo una transición energética hacia una economía verde basada en las energías renovables tiene un impacto positivo en la economía, mejorando el PIB, el empleo el bienestar global y la huella socioeconómica energética.

Según Horta (2005) en su trabajo que trata sobre las perspectivas de sostenibilidad energética en la región andina indica que la CAN, existe una capacidad hidroeléctrica disponible de aproximadamente 267.000 MW, lo cual equivale a cerca del 9% del potencial hidroeléctrico a nivel mundial. A pesar de que los proyectos hidroeléctricos asociados a medianas y grandes centrales han enfrentado críticas y limitaciones debido a sus efectos ambientales y sociales, es factible desarrollar estos proyectos de forma sostenible, lo que puede generar un aporte significativo al desarrollo de la región.

Esto evidencia que en la región andina, se han implementado sistemas de energía solar fotovoltaica de baja capacidad para proporcionar electricidad a comunidades y usuarios remotos en áreas rurales. Aunque estos sistemas han sido instalados, su viabilidad económica aún es limitada. A su vez, las energías eólica y geotérmica también despiertan interés, pero actualmente enfrentan desafíos, especialmente de naturaleza financiera, que obstaculizan su avance.

Este autor utilizo una investigación de tipo descriptivo, realizo encuestas, entrevistas, el enfoque de investigación fue mixto y llegó a la conclusión que la región andina alrededor del 28% de la oferta total de energía en la CAN es renovable y sostenible, que la hidroenergía representa el 75% de las energías renovables en la región andina, complementadas por la leña y los productos de la caña de azúcar y destaca, destaca la importancia de reforzar la institucionalidad asociada a las energías renovables, consolidar sistemas de información, capacitar

recursos humanos y mejorar las condiciones de financiamiento como líneas de acción para fomentar adecuadamente las energías renovables.

Por su parte Cortés y Arango (2017) en su investigación que tiene como objetivo general examinar el impacto de la energía en la economía utilizaron un modelo VAR para cuantificar el impacto de las variables energéticas (demanda y precio de la energía) sobre el PIB de Colombia, llegaron a la conclusión que Colombia posee gran variedad de recursos naturales. La mayor cantidad de energía generada en el país corresponde a fuentes renovables, principalmente a partir de hidroeléctricas, y que además en momentos de mayor crecimiento en la producción del país se han presentado los valores más altos para la variable demanda de energía.

El estudio realizado por Montes et al. (2025) analizó la transición de la matriz energética en América Latina con el propósito de identificar los avances y desafíos hacia un modelo sostenible. A través de una revisión documental exhaustiva de investigaciones académicas, informes oficiales y datos estadísticos recientes, los autores evaluaron la participación de fuentes renovables en la región.

Los resultados mostraron que alrededor del 57 % de la matriz energética latinoamericana proviene de energías limpias, superando el promedio global del 30 %. Países como Brasil, Uruguay y Chile destacaron por su expansión en energía eólica y solar, mientras que persistieron barreras estructurales y regulatorias que limitan el desarrollo integral del sector.

El estudio concluye que fortalecer las políticas públicas y los marcos normativos es esencial para consolidar una transición energética equitativa y sostenible en la región

2.2 Bases Científicas y Teóricas de la Temática

2.2.1 *Las teorías económicas del desarrollo sostenible*

El concepto de desarrollo sostenible surgió en 1987 con la publicación del informe Brundtland, el cual exploraba la interrelación entre el medio ambiente y el desarrollo. Esta perspectiva se enfoca en tres dimensiones clave: ecológica, social y económica. La sostenibilidad de las actividades humanas radica en el uso prudente de recursos naturales renovables y no renovables, asegurando alternativas y prácticas que no causen daño a los ecosistemas.

Aunque la transición hacia un enfoque sostenible puede ser desafiante, es esencial para que las generaciones actuales y futuras puedan disfrutar de los recursos del planeta sin preocupaciones sobre el futuro. (Artaraz, 2002)

De la misma forma Vergara y Ortiz (2016) en su publicación llegan a la conclusión del concepto de desarrollo ha evolucionado, alejándose de una visión lineal asociada únicamente a la riqueza y el crecimiento económico.

Se reconoce una diversidad de enfoques que enriquecen la comprensión integral del desarrollo, abarcando aspectos sociales, ambientales y culturales. Es crucial distinguir entre crecimiento económico y desarrollo, ya que este último es mucho más amplio e incluye diversos aspectos de la vida humana. El subdesarrollo sigue siendo un desafío, atribuido a deficiencias institucionales, problemas estatales o dinámicas del mercado.

En la misma línea Andrade y Cabral (2014) en su trabajo de investigación respaldan la hipótesis de Simon Kuznets (1955), la cual sugiere que la desigualdad de ingresos en Brasil aumenta durante las primeras etapas del desarrollo económico y disminuye en las fases posteriores del crecimiento.

Como conclusión notamos que esta teoría ha venido evolución del hacia una visión integral que incorpora aspectos sociales, ambientales y culturales. El surgimiento del desarrollo sostenible en 1987 reconoció la interdependencia entre el medio ambiente y el progreso humano, resaltando la gestión responsable de los recursos naturales. Se subraya la distinción entre crecimiento económico y desarrollo, así como la persistencia del subdesarrollo, atribuido a diversos factores. Además, se respalda la hipótesis de Kuznets sobre la relación entre desarrollo económico y desigualdad de ingresos.

2.2.2 *Las teorías del crecimiento duradero*

Según Urtega (2009) la búsqueda de las condiciones económicas, sociales y medioambientales de la acumulación de la riqueza a largo plazo no es nueva. Para los clásicos, la mejora de las condiciones de vida pasa por la creación de una plusvalía económica que debe ser reinvertida con el fin de aumentar la cantidad de capital disponible y la riqueza producida. No obstante, a largo plazo, estos teóricos vislumbran ciertos límites al crecimiento.

Según Schoijet (2005) la teoría de Malthus representa una de las primeras instancias de explotación ideológica de la ciencia al relacionar de manera indebida proposiciones científicas sobre el potencial de crecimiento exponencial con una

caracterización errónea de la relación entre la tasa de crecimiento de la población y los recursos disponibles para su subsistencia.

De acuerdo con Daly (2013) una economía de estado estacionario implica mejoras cualitativas, pero no un aumento total en la cantidad. En este contexto, el crecimiento implica más de lo mismo, mientras que el desarrollo implica mejoras o cambios en lo existente. Sin embargo, la naturaleza ya no puede proporcionar los recursos necesarios para mantener el flujo económico de una economía actualmente sobredimensionada, y mucho menos para una que sigue en crecimiento.

Estos autores abordan las ideas del estado estacionario, así como también sobre el crecimiento abismal de la población versus poca cantidad de recursos de la naturaleza.

2.2.3 *La teoría neoclásica del crecimiento*

Según Nieto (2009) en su artículo se enfoca en la concepción neoclásica del crecimiento, y cómo los factores de producción se desplazan libremente entre las economías, lo que lleva a que los márgenes de utilidad y los salarios se equilibren.

También discute la convergencia o divergencia del PIB per cápita entre países pobres y ricos, la productividad marginal de los factores, los flujos de capital y los flujos de inversipoteón extranjera directa (IED) entre las diferentes economías, y las hipótesis relacionadas con la simultaneidad del crecimiento de la inversión y el consumo.

Por su parte Cataño (2001) el enfoque neoclásico propone una metodología para plantear una teoría de la política económica y de la regulación de los mercados. Ellas cobran sentido porque en un mundo 'imperfecto', y, por ende, 'ineficiente' se deben crear los mecanismos que los aproximen a la eficiencia económica demostrada en la teoría del mundo 'perfecto'.

Según Palacios et al. (2014) indican que entre los autores de la economía política neoclásica se observa una posición distinta, porque reconocen la posibilidad de agentes racionalmente acotados e interrelacionados y de ahí la necesidad de establecer reglas del juego llamadas instituciones, dada la diversidad de posibles comportamientos por los agentes. Esta concepción se presta al uso de teoría de juegos como herramienta analítica. Han recuperado las clasificaciones del institucionalismo tradicional y están encontrando la misma dificultad de

identificación y medición de sus efectos, y que la optimalidad es en contexto específica.

En este caso estos autores ofrecen perspectivas variadas dentro del enfoque neoclásico del crecimiento y la política económica, examinan el desplazamiento de factores de producción entre economías y la convergencia del PIB per cápita, también proponen una metodología para abordar la regulación de mercados en un contexto imperfecto, así como subrayan la importancia de las instituciones en la economía.

2.2.4 Teoría del Decrecimiento Económico

De acuerdo con Duque (2022) el decrecimiento económico, es una corriente de propuestas alternativas de pensamiento transversal, que dan respuestas a las coyunturas relacionadas con el cambio climático, la seguridad alimentaria, el crecimiento desmedido y el uso de recursos limitados.

Para promover con esta teoría plural y multidisciplinar una transición civilizatoria, las interdependencias geoeconómicas derivadas de una matriz de producción y consumo globalizada que no es generalizable, constituyen la preocupación principal de los discursos a favor del decrecimiento como visión compleja con reflexiones sociales, económicas y filosóficas.

La economía está mal medida: ni el desgaste ambiental, ni el consumo energético, dos parámetros que caracterizan a los países desarrollados, al igual que el cambio climático, entran en esa ecuación en un mundo de ingresos concentrados, donde la pobreza y la cultura del despilfarro se han generalizado.

Aunque estas problemáticas no son nuevas, actualmente avanzan de forma acelerada dadas las dinámicas de la sociedad, por el tema del consumismo que a costa de los ecosistemas se promueve.

Según Latouche (2010) en su artículo el decrecimiento como solución a la crisis indica que el modelo económico basado en el crecimiento ilimitado es insostenible y está generando problemas ambientales, económicos y sociales. Propone un cambio de paradigma hacia un modelo de decrecimiento, que se basa en la reducción del consumo y la producción, así como en la revalorización de los valores locales, la cooperación y la humanidad.

El autor sostiene que el decrecimiento no implica una disminución del bienestar, sino más bien una redistribución equitativa de los recursos y una mejora de la calidad de vida. Además, destaca la importancia de repensar el concepto de

progreso y cuestionar la idea de que el crecimiento económico es la única forma de desarrollo.

Según Martínez (2021) el decrecimiento sostenible se define como un concepto y a la vez un movimiento social que tiene su origen en diversas áreas. Debido a su naturaleza inclusiva y a la dispersión de ideas, no es fácil llegar a una definición precisa para que el Decrecimiento Sostenible tenga éxito, debe ser internacional (Norte y Sur) y debe hacer frente a preocupaciones muy concretas de la gente.

Como conclusión podemos indicar que el decrecimiento económico es una corriente que cuestiona el modelo de crecimiento ilimitado y propone una transición hacia un modelo sostenible. Implica reducir consumo y producción, revalorizar valores locales y buscar equidad en la distribución de recursos.

Reconoce que no implica una disminución del bienestar, sino una mejora en la calidad de vida y un replanteamiento del progreso. A pesar de esto, se necesita una definición precisa y una acción inclusiva para abordar preocupaciones globales.

2.2.5 *Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS)*

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), son una consecución y recordatorio para que los países se unan a la acción colectiva para un mejor futuro sostenible, tanto para las generaciones presentes y futuras. Esta agenda realizada por las Naciones Unidas en 2015 consta de 17 objetivos, pretende poner fin a la pobreza, preservar al planeta y asegurar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para el año 2030 (Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo, 2023).

La presente investigación se enmarca en los objetivos 7 "Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos", de igual manera se alinea con el objetivo 8, 12, 13, esto es "Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos", "Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles", "Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos" respectivamente (CEPAL, 2015).

2.2.6 *Teoría de la Economía Verde*

De acuerdo con Herrán (2012) el concepto de economía verde ya había sido introducido en 1989 por Pearce, Markandya y Barbier en el libro Blueprint for a

Green Economy. En él se incluyeron algunas de las políticas que serían necesarias para alcanzar el desarrollo sostenible, aquel que satisface las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras.

Cabe destacar que el concepto de economía verde no sustituye al de desarrollo sostenible; no obstante, hay un creciente reconocimiento de que el logro de la sostenibilidad requiere contar, casi indispensablemente, con una economía adecuada y correcta.

Según García (2016) en su trabajo de investigación aborda los métodos utilizados para abordar los desafíos ambientales desde una perspectiva económica y financiera. Explora cómo los instrumentos económicos, como los impuestos ambientales y los sistemas de comercio de emisiones, pueden ser efectivos para promover la protección del medio ambiente al tiempo que se fomenta el crecimiento económico.

Además, el libro analiza la importancia de los incentivos financieros y las inversiones en tecnologías limpias para impulsar la sostenibilidad ambiental en diversos sectores industriales. En resumen, proporciona una visión integral de cómo los recursos económicos y financieros pueden ser utilizados de manera efectiva para gestionar y preservar el medio ambiente en un contexto de desarrollo sostenible.

Según García-Cabezas (2023) la economía verde se enfoca en fomentar el desarrollo y la gestión responsable de los recursos, priorizando la minimización del impacto ambiental y la promoción de la equidad social y climática, especialmente para las comunidades vulnerables. Además, busca generar empleos que contribuyan directamente a la conservación o restauración del medio ambiente.

En la estrategia ambiental de Ayuda en Acción, la economía verde es un componente clave, junto con otras acciones como la mitigación y reducción de riesgos, la adaptación al cambio climático, el fortalecimiento de capacidades y la influencia política.

Ayuda en Acción reconoce que la degradación ambiental y el cambio climático representan desafíos significativos, especialmente para las generaciones futuras. Sin embargo, aborda estas preocupaciones con una perspectiva optimista, destacando la importancia de responder de manera adecuada para contribuir al

desarrollo sostenible de las comunidades más vulnerables, mediante la transformación hacia la economía verde.

2.2.7 Energía Renovable

Según López (2019) indica que, en efecto, es literalmente el futuro para la Tierra, ya que mediante su implementación podemos asegurar la continuidad de nuestro ecosistema en su forma actual, al tiempo que nos brindan la posibilidad de elevar la calidad de vida en nuestro planeta para las generaciones futuras. A continuación, se describen sus beneficios principales:

- Son limpias y seguras
- Son inagotables
- Desarrollan y favorecen el crecimiento de los distintos puntos en los que se implantan.

2.2.8 Calentamiento Global

A medida que los seres humanos continuamos emitiendo GEI a la atmósfera, los océanos han funcionado como un amortiguador para mitigar los efectos. Aunque los mares y océanos a nivel mundial han absorbido más del 90 por ciento del calor derivado de estos gases, están experimentando las repercusiones. En 2021, se alcanzó un nuevo récord de calentamiento oceánico.

El incremento en el nivel del mar representa uno de los impactos del cambio climático y el calentamiento global. En promedio, los niveles del mar han aumentado aproximadamente 23 centímetros desde 1880, y casi la mitad de ese incremento ha ocurrido en los últimos 25 años. Anualmente, el nivel del mar aumenta alrededor de 3,4 milímetros.

Según un reciente estudio publicado el 15 de febrero de 2022, se evidencia que la tasa de aumento del nivel del mar está acelerándose, y se proyecta un aumento de 30 centímetros para el año 2050 en Estados Unidos.

Por tal motivo el aumento del nivel del mar se produce a una velocidad tan pronunciada como la que ha estado experimentando, incluso un incremento mínimo puede acarrear consecuencias muy graves para las comunidades que residen en las zonas costeras. A medida que las aguas marinas avanzan tierra adentro, pueden desencadenar la erosión del suelo, la inundación de los humedales, la contaminación de la tierra de cultivo y de los acuíferos, resultando en la pérdida de hábitats para peces, aves y plantas. (National Geographic, 2017)

2.2.9 Producto Interno Bruto (PIB)

El PIB se define como el valor monetario total de los bienes y servicios finales producidos dentro de las fronteras de un país durante un período específico, generalmente un año. Este indicador económico cuantifica la actividad productiva nacional, incluyendo tanto la producción destinada al mercado como ciertos servicios proporcionados por el gobierno, como defensa y educación. Es importante destacar que el PIB no considera actividades no remuneradas ni transacciones del mercado informal, y no descuenta la depreciación de los activos productivos (Callen, 2008).

A nivel regional, el PIB agregado de la CAN a precios corrientes totalizó 745.616 millones de dólares en 2022, lo que permite estimar un PIB per cápita de 6.484 dólares para una población de aproximadamente 115 millones de habitantes en ese mismo año (Secretaría General CAN, 2022).

2.2.10 Inversión Extranjera Directa (IED)

La IED se refiere a una transacción que establece una relación a largo plazo, en la cual una entidad residente en una economía (inversor directo) busca obtener una participación duradera en una empresa o entidad residente en otra economía. Esta participación implica un grado significativo de influencia en la gestión de la empresa receptora (OCDE, 2011).

En la CAN, según la CEPAL (2014), la IED en estos países se ha concentrado principalmente en sectores como minería, petróleo, servicios financieros y manufactura, reflejando la atracción de capital extranjero hacia áreas con alto potencial de rentabilidad.

La IED ha influido significativamente en la competitividad y el comercio de los países de la CAN. Estudios académicos señalan que la IED ha contribuido a mejorar la productividad y la competitividad en diversos sectores productivos, facilitando la integración de las economías andinas en los mercados internacionales. Además, se destaca la necesidad de analizar los efectos de la IED en la desigualdad de ingresos y en la distribución de los beneficios económicos dentro de la región (Valenzuela y Fuenzalida, 2020).

2.3 Marco Legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

En el capítulo segundo Derechos del buen vivir en la sección segunda de la Constitución de la República del Ecuador (2008), titulada Ambiente sano en el artículo 14, hace referencia a la protección del medio ambiente:

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el Buen Vivir, Sumak Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

En el capítulo segundo Biodiversidad y recursos naturales en la sección primera, titulada Naturaleza y ambiente en el artículo 395, trata sobre los principios ambientales del estado ecuatoriano:

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

En la sección séptima del mismo capítulo, titulado Biosfera, ecología urbana y energías alternativas en el artículo 414, hace referencia a las limitaciones de las emisiones de GEI para frenar el cambio climático:

Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de GEI, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

2.3.2 *La Ley Orgánica de Eficiencia Energética.*

La Ley Orgánica de Eficiencia Energética tiene por objeto establecer el marco legal y régimen de funcionamiento del Sistema Nacional de Eficiencia Energética – SNEE (Se establece el Sistema Nacional de Eficiencia Energética

como el conjunto de instituciones, políticas, planes y programas de inversión estructurados para el cumplimiento de los objetivos y metas establecidos en el Plan Nacional de Eficiencia Energética).

Promueve el uso eficiente, racional y sostenible de la energía en todas sus formas, a fin de incrementar la seguridad energética del país; al ser más eficiente, aumentar la productividad energética, fomentar la competitividad de la economía nacional, construir una cultura de sustentabilidad ambiental y eficiencia energética, aportar a la mitigación del cambio climático y garantizar los derechos de las personas a vivir en un ambiente sano y a tomar decisiones informadas.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

3.1 Métodos

En este estudio el método de razonamiento seleccionado es: el hipotético-deductivo.

Método hipotético-deductivo: según Popper (1972) el conocimiento científico no se origina a partir de la observación, como sostienen los defensores del método inductivo, sino a partir de problemas. El científico comienza su investigación planteándose preguntas sobre el fenómeno que estudia, lo que lo lleva a formular conjeturas o suposiciones llamadas hipótesis. Estas hipótesis son sometidas a pruebas deductivas para elaborar predicciones sobre fenómenos individuales.

3.1.1 *Modalidad y Tipo de Investigación*

La presente investigación se enmarca dentro de la modalidad cuantitativa ya que emplea la recolección y análisis de datos para dar respuesta a una o varias preguntas que dan origen a la investigación (Vega, y otros, 2014). Además, es no experimental, debido a que no se ejerce control ni manipulación sobre las variables objeto de estudio (Agudelo & Aigner, 2008). En otras palabras, los fenómenos se observan tal como ocurren en su contexto natural, sin intervención deliberada del investigador.

Asimismo, el diseño adoptado es longitudinal, ya que los datos analizados corresponden a distintos momentos en el tiempo. Este enfoque permite identificar cambios, tendencias o patrones de comportamiento en las variables, otorgando una visión dinámica de la evolución del fenómeno estudiado.

En cuanto al tipo de estudio, se trata de una investigación correlacional, cuyo alcance radica en examinar la fuerza y dirección de la relación entre dos o más variables (Agudelo & Aigner, 2008). De esta manera, se busca establecer hasta qué punto los cambios en una variable pueden asociarse con variaciones en otra, sin que ello implique necesariamente una relación causal.

Finalmente, se trabajó con información en formato de datos de panel, es decir, un conjunto de observaciones que combina series temporales con cortes transversales. Tal como señalan Mayorga y Muñoz (2000), este tipo de datos permite analizar simultáneamente las diferencias entre unidades (personas, empresas, países, etc.) y sus transformaciones a lo largo del tiempo, lo que enriquece el análisis estadístico y la validez de los resultados obtenidos.

3.2 Variables

3.2.1 *Variable independiente*

- Índice de Desarrollo Humano (IDH)
- Emisiones de efecto de gases invernadero
- Apertura comercial
- Producto Interno Bruto
- Inversión Extranjera Directa

3.2.2 *Variable dependiente*

- Consumo de energía renovable

3.2.3 *Operacionalización de las Variables*

Visualizar el **Anexo 1**, donde se detalla la Operacionalización de las variables.

3.3 Población y Muestra

3.3.1 *Población*

La población de este estudio está conformada por todas las observaciones anuales disponibles para los cuatro países que integran la CAN durante el período 1990–2021. Incluye los datos históricos de consumo de energía renovable y de sus principales variables determinantes (IED, Emisiones de GEI Totales, Apertura Comercial, PIB e IED extraídos de fuentes oficiales como el Banco Mundial, CEPAL, entre otros organismos internacionales.

3.3.2 *Muestra*

La muestra está conformada por datos secundarios de las variables en estudio (Consumo de Energía Renovable, IDH, Emisiones de GEI Totales, Apertura Comercial, PIB e IED), correspondientes al período 1990–2021 con frecuencia anual. Este rango abarca 32 años de observación ($T = 32$) para cada uno de los 4 países de la CAN ($N = 4$), lo que en total genera un panel de 128 observaciones ($N \times T = 128$).

3.4 Técnica de Recolección de Datos

Este análisis se fundamenta en un enfoque cuantitativo, basado en el uso de fuentes secundarias de información estadística de organismos internacionales reconocidos. Los datos fueron recopilados para cada variable de la siguiente manera:

- **Consumo de Energía Renovable (% del consumo total de energía final):** Se obtuvieron de la base de datos del Banco Mundial (World Development Indicators, WDI).
- **Índice de Desarrollo Humano (IDH):** Información proporcionada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- **Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Totales (kt de CO₂ equivalente):** Datos publicados por el Banco Mundial (WDI).
- **Comercio (% del PIB):** Cálculos de apertura comercial, disponibles en la base del Banco Mundial (WDI).
- **Producto Interno Bruto (PIB, millones de USD a precios actuales):** Datos económicos obtenidos de las estadísticas del Banco Mundial (WDI) y complementados con información de CEPAL.
- **Inversión Extranjera Directa (IED, % del PIB):** Información reportada por el Banco Mundial (WDI).

3.5 Estadística Descriptiva e Inferencial

Para el primer objetivo específico, se empleó una revisión sistemática de literatura que abarcó tres fases principales. Se realizó la búsqueda y selección de fuentes de información confiables que contengan datos sobre el consumo y las principales fuentes de energía renovable en la CAN durante el periodo 1990–2021. Estas fuentes incluyeron bases de datos especializadas, reportes oficiales de organismos internacionales y documentos gubernamentales.

En la parte de la estadística descriptiva, se elaboraron gráficos de línea para representar la evolución de las variables a lo largo del tiempo y se calcularon las variaciones anuales, con el fin de observar los cambios en cada país y entre periodos. Además, se complementó este análisis con información de contexto económico, político y social, lo que permitió interpretar y explicar el comportamiento de las variables y sus fluctuaciones.

Para el segundo objetivo específico, se utilizó una revisión literaria sobre los posibles factores que determinan el consumo de energía renovable. Para ello se recopilaron fuentes que aportaran datos, teorías, conceptos o evidencias sobre los elementos que influyen en dicho consumo. Posteriormente, se procedió a comparar y contrastar la información disponible, identificando similitudes, coincidencias, contradicciones o vacíos que sirvieran de base para el cumplimiento del siguiente objetivo de la investigación.

Para el tercer objetivo específico, se realizó un modelo de regresión que relacione el consumo de energía renovable con las variables explicativas identificadas de acuerdo con el tercer objetivo específico. Para posterior interpretar los resultados del modelo usando tablas, gráficos y textos donde se sintetizaron los hallazgos del análisis de datos de panel. Por último, basándose en los resultados del modelo econométrico se pudo destacar los factores que tienen un mayor efecto sobre el consumo de energía renovable, y que son susceptibles de ser modificados mediante políticas públicas.

Asimismo, se realizaron las distintas pruebas estadísticas al modelo de datos de panel para validarlos tales como el Test de Hausman, test de normalidad, Test de heteroscedasticidad y test de correlación de residuos. Se empleó el software Eviews-12.

Este modelo tiene la siguiente especificación:

$$CER_{it} = \beta_0 + \beta_1 IDH_{it} + \beta_2 GEI_{it} + \beta_3 AP_{it} + \beta_4 PIB_{it} + \beta_5 IED_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde:

CER_{it} = Es el valor de la variable dependiente, Consumo de energía renovable de cada país de la CAN en cada momento del tiempo.

IDH_{it} = Es el valor de la variable explicativa, IDH de cada país de la CAN en cada momento del tiempo.

GEI_{it} = Es el valor de la variable explicativa, Emisiones de GEI de cada país de la CAN en cada momento del tiempo.

AP_{it} = Es el valor de la variable explicativa, Apertura Comercial de cada país de la CAN en cada momento del tiempo.

PIB_{it} = Es el valor de la variable explicativa, PIB de cada país de la CAN en cada momento del tiempo.

IED_{it} = Es el valor de la variable explicativa, IED de cada país de la CAN en cada momento del tiempo.

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ = Coeficientes del modelo.

ε_{it} = Perturbación aleatoria de cada país de la CAN en cada momento del tiempo.

3.5.1 *Supuestos del modelo*

Basado en Gujarati y Porter (2010) el modelo econométrico de esta investigación debe cumplir con los siguientes supuestos:

- Linealidad: Que la relación entre las variables sea lineal.

- No correlación serial del residuo: Que los errores no estén auto correlacionados.
- Homocedasticidad: Que los errores tengan varianza constante.
- Normalidad: Que las variables sigan una distribución Normal.

3.5.1.1 Test de Breusch Pagan. El test de Breusch–Pagan, en el contexto de modelos de datos de panel, se utiliza para detectar la heterogeneidad individual inobservable (HII) entre las unidades que conforman el panel.

Hipótesis nula (H0): No existe heterogeneidad individual inobservable, por lo que el modelo puede estimarse con Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

Hipótesis alternativa (H1): Existe heterogeneidad individual inobservable, por lo que el modelo no puede estimarse mediante MCO. Se rechaza H0 cuando el valor $p < 0,05$, lo que indica evidencia estadística de heterogeneidad individual inobservable en el modelo.

3.5.1.2 Test de Hausman. El examen de Hausman, también llamado examen de Durbin-Wu-Hausman, es una prueba estadística empleada en econometría para contrastar dos métodos de estimación de un modelo: uno basado en efectos fijos y otro en efectos aleatorios.

El test se fundamenta en las siguientes premisas:

H0: Los efectos individuales no están relacionados con las variables explicativas.

H1: Los efectos individuales están correlacionados con las variables explicativas.

Se rechaza H0 cuando el valor $p < 0,05$, lo que indica que los efectos individuales sí están correlacionados con las variables explicativas, por lo que corresponde emplear el modelo de efectos fijos. Si se rechaza la hipótesis nula, se infiere que los efectos individuales están correlacionados con las variables explicativas, indicando que el método de efectos fijos es más adecuado que el de efectos aleatorios.

El test de Hausman se emplea comúnmente en el análisis de datos de panel, los cuales comprenden observaciones de una misma unidad de análisis a lo largo del tiempo. En este escenario, la prueba ayuda a determinar si es necesario controlar los efectos individuales.

3.6 Cronograma de Actividades

El cronograma de actividades se encuentra detallado en el Anexo 2.

4. RESULTADOS

Comportamiento del Consumo de Energía Renovable y las Principales Fuentes Utilizadas en la Comunidad Andina

El consumo de energía renovable se ha incluido como una prioridad en las agendas de desarrollo sostenible a nivel global, siendo la CAN un caso de estudio relevante por su diversidad geográfica, económica y política. Este bloque regional presenta características particulares en la adopción y uso de fuentes renovables, que responden tanto a la disponibilidad de recursos naturales como a las políticas energéticas implementadas por sus gobiernos.

La transición hacia una matriz energética más sostenible en la región se ha visto influenciada por factores como la presión internacional para reducir emisiones de GEI, las fluctuaciones en los precios de los combustibles fósiles y los compromisos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 7.2. Sin embargo, la heterogeneidad en la infraestructura, la capacidad tecnológica y la gobernanza entre los países de la CAN ha generado ritmos diferenciados en la adopción de energías renovables.

En Bolivia, tal como se observa en la figura 1, en la década de los noventa se presentó una tendencia general decreciente con fluctuaciones temporales, destacando un crecimiento del +2,92 % en 1991, seguido de caídas en 1994 y 1995 de -4,74 % y -5,66 %, respectivamente. Estas disminuciones coinciden con la capitalización de empresas estatales y la reestructuración del sector energético, que priorizó la eficiencia económica mediante la liberalización y atracción de IED, reduciendo la atención hacia las energías renovables.

En el período 2000-2010, la tendencia decreciente continuó con variaciones entre -0,67 % y -6,88 %. La creciente dependencia de hidrocarburos en la matriz energética, asociada a la explotación y exportación de gas natural, consolidó un modelo orientado hacia combustibles fósiles. Las inversiones en infraestructura renovable fueron limitadas, y los incentivos para diversificar la matriz resultaron insuficientes, reflejando un enfoque predominantemente extractivista en las políticas energéticas.

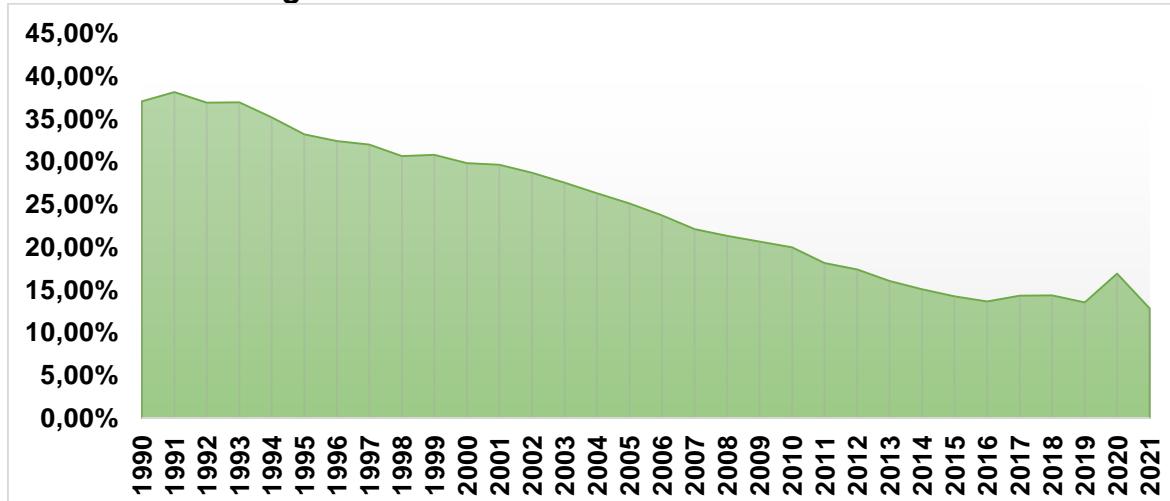
El período entre 2011 y 2016 mostró las caídas más pronunciadas del consumo renovable, alcanzando -9,18 % en 2011, -7,72 % en 2013 y -6,18 % en 2014. Estas cifras coinciden con la consolidación de Bolivia como exportador regional de gas natural, principalmente hacia Brasil y Argentina, y con la expansión

del sector hidrocarburífero como eje central de la economía nacional. Este enfoque redujo aún más la relevancia de las energías renovables en la matriz energética y limitó la atracción de inversiones significativas en tecnologías limpias.

En 2017 se registró un incremento del +4,92 %, posiblemente asociado a iniciativas de diversificación energética y a una mayor conciencia sobre la sostenibilidad en la gestión de recursos. No obstante, en 2020, en el contexto de la pandemia de COVID-19, se observó un aumento extraordinario del +24,70 %, el más alto de toda la serie, impulsado por la reducción de la actividad industrial no renovable y un cambio temporal en la estructura de consumo energético. En 2021 esta tendencia se revirtió abruptamente con una caída de -24,08 %, vinculada a la reactivación económica y al retorno de patrones energéticos previos, caracterizados por la predominancia de los hidrocarburos.

Figura 1

Consumo de Energía Renovable 1990 a 2021 – Bolivia



Fuente: Banco Mundial, (2024).

Elaborado por: El Autor, 2025.

El consumo de energía renovable en Colombia ha sido más uniforme, aunque con una ligera tendencia decreciente, como se aprecia en la figura 2. La variación de los datos coincide con transformaciones en la matriz energética, eventos climáticos, cambios regulatorios y coyunturas económicas. Entre 1990 y 1999 se registraron las fluctuaciones más extremas de la serie, destacándose una caída de -10,18 % en 1992, consistente con la crisis energética de 1992-1993.

En 1997 se observa la disminución más pronunciada de todo el período, con -23,65 %, en un contexto marcado por la reestructuración institucional y la creación del mercado mayorista de electricidad. Hacia el final de la década, en 1999, se

produjo una recuperación de +12,28 %, posiblemente vinculada a la estabilización del sector tras las reformas estructurales de los años previos.

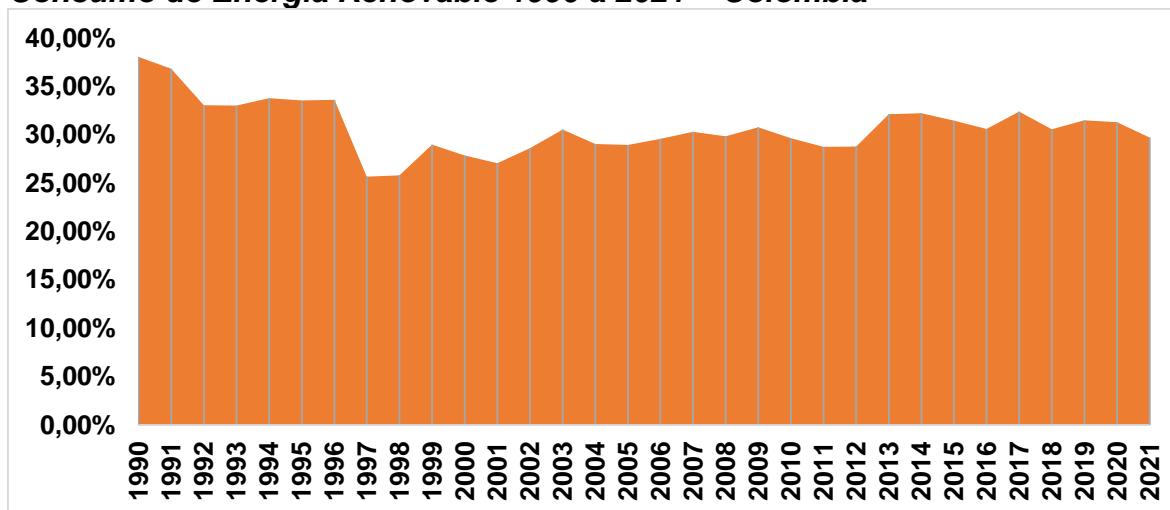
Durante 2000-2010, el consumo de energía renovable mostró una relativa estabilización, con variaciones más moderadas que en la década anterior. Destacan los incrementos de 2002 (+5,72 %) y 2003 (+6,71 %), asociados a la optimización de la generación hidroeléctrica y a esfuerzos de diversificación de fuentes. Aunque persistieron alternancias entre crecimiento y retroceso, las variaciones fueron menores, lo que sugiere una mayor resiliencia del sector energético frente a factores externos, en línea con los compromisos asumidos hacia el ODS 7.2 (incremento de la participación de energías renovables en la energía total).

Entre 2011 y 2021 se observa un comportamiento heterogéneo, con aumentos significativos en 2013 (+11,56 %) y 2017 (+5,82 %), que podrían asociarse con políticas de diversificación y con el impulso a fuentes alternativas como la solar y la eólica. También se produjeron descensos relevantes, como en 2018 (-5,59 %) y en 2021 (-5,14 %), este último coincidente con los efectos económicos y sociales de la pandemia de COVID-19.

La composición de la matriz energética, dominada por la hidroelectricidad, ha hecho al consumo de energías renovables particularmente sensible a fenómenos climáticos como El Niño y La Niña, que han impactado los ciclos hidrológicos y, en consecuencia, la generación energética.

Figura 2

Consumo de Energía Renovable 1990 a 2021 – Colombia



Fuente: Banco Mundial, (2024).

Elaborado por: El Autor, 2025.

En la figura 3 se presenta la trayectoria del consumo de energía renovable en Ecuador durante el período de estudio, evidenciando una tendencia general sostenida con ligeras fluctuaciones, consistentes con transformaciones económicas y políticas significativas, así como con la implementación de proyectos orientados a la diversificación y modernización de la matriz energética.

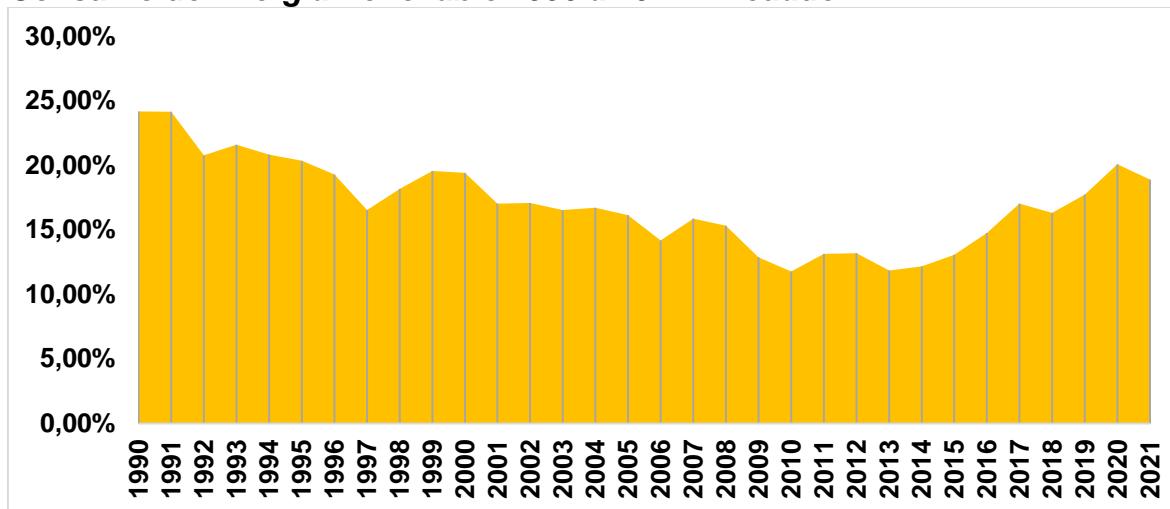
Durante la década de 1990 se registraron caídas pronunciadas, como en 1992 (-13,94 %) y en 1997 (-14,26 % respecto al año anterior), que coinciden con reformas estructurales del sector eléctrico y la modernización del aparato estatal.

Luego el bienio 1998-1999 mostró una recuperación destacada con incrementos de +9,98 % y +7,64 %, respectivamente, posiblemente vinculados con una estabilización parcial del sector energético tras años de ajuste económico.

La década siguiente, marcada por la dolarización en el año 2000, se caracterizó por una volatilidad persistente en las tasas de variación. Entre los descensos más relevantes figuran los de 2001 (-12,25 %) y 2006 (-12,19 %), mientras que 2007 registró un repunte de +11,91 %. Esta dinámica culminó en 2009 con la caída más pronunciada de toda la serie (-15,99 %), que podría asociarse a los impactos de la crisis económica global y a las restricciones en la inversión destinada a infraestructura renovable.

En el período 2011-2021, el consumo de energía renovable en Ecuador presentó una trayectoria más estable con tendencia creciente, apoyada en la consolidación de proyectos hidroeléctricos emblemáticos como Coca Codo Sinclair, Sopladora y Minas San Francisco. Entre 2015 y 2017 se produjo un crecimiento sostenido, alcanzando en 2017 un máximo de +15,59 %, reflejo de la mayor capacidad instalada en energías limpias y de los compromisos alineados con el ODS 7.2 (incremento de la participación de renovables en la energía total).

Esta expansión se mantuvo en 2019 (+8,57 %) y 2020 (+13,37 %), antes de una contracción en 2021 de -5,97 %, consistente con los efectos económicos y sociales derivados de la coyuntura postpandemia.

Figura 3**Consumo de Energía Renovable 1990 a 2021 – Ecuador**

Fuente: Banco Mundial, (2024).

Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis de la variación en el consumo de energías renovables en Perú muestra que este sector ha estado influenciado por diversos factores interrelacionados. El comportamiento estuvo marcado por fluctuaciones significativas en los años noventa, coincidiendo con la implementación de la Ley de Concesiones Eléctricas de 1992, que estableció un marco regulatorio orientado hacia la apertura del mercado y la promoción de inversiones.

Estas reformas facilitaron la diversificación de la matriz energética, aunque también se asociaron a desafíos estructurales. En 1992 se registró una caída de -6,54 %, mientras que en 1995 se observó un incremento de +7,40 %. Posteriormente, en 1998 se produjo un aumento excepcional de +24,07 %, coincidente con un crecimiento de la capacidad instalada y con mayores flujos de inversión en infraestructura energética.

Durante la década de 2000, el consumo estuvo influido inicialmente por políticas de promoción de energías renovables; sin embargo, la contracción de 2004 (-7,53 %) refleja limitaciones en la expansión de infraestructura y la alta dependencia de fuentes hidroeléctricas vulnerables a fenómenos climáticos.

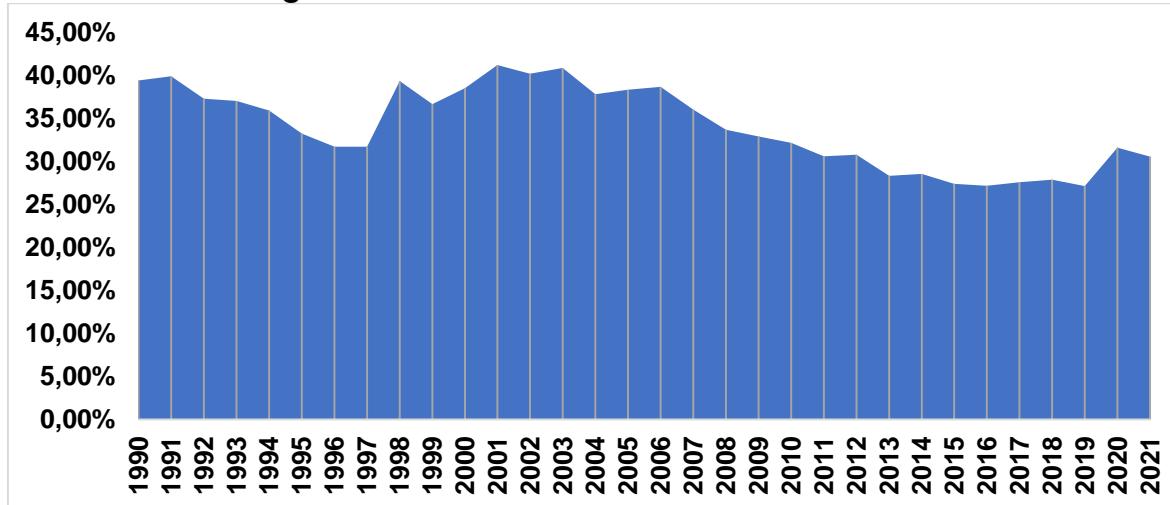
A partir de 2010, la interacción de factores económicos, regulatorios y tecnológicos adquirió mayor relevancia. La caída de 2013 (-7,95 %) se relaciona con los efectos de la desaceleración económica, mientras que la recuperación gradual entre 2017 y 2018 podría asociarse a la adopción creciente de tecnologías renovables y a políticas de eficiencia energética. El incremento de 2020 (+16,51

%), en el contexto de la pandemia de COVID-19, coincide tanto con cambios en los patrones de consumo derivados de medidas de confinamiento como con programas de reactivación económica que incentivaron proyectos energéticos renovables.

La dinámica también ha estado condicionada por fenómenos climatológicos, especialmente El Niño y La Niña, que han incidido en la generación hidroeléctrica, evidenciando la dependencia de los recursos hídricos en la matriz renovable peruana. Otros factores críticos en la última década incluyen la expansión de la capacidad instalada en fuentes no convencionales, como la solar y la eólica, que han comenzado a ganar protagonismo y fortalecen los avances hacia el ODS 7.2 (incremento de la participación de renovables en la energía total).

Figura 4

Consumo de Energía Renovable 1990 a 2021 – Perú



Fuente: Banco Mundial, 2024.

Elaborado por: El Autor, 2025.

Principales Fuentes de Energía Utilizadas en la Comunidad Andina

Las principales fuentes de energía utilizadas en la región no solo son vitales para el desarrollo económico y social de los países miembros, sino que también presentan desafíos en términos de sostenibilidad y medio ambiente.

En el caso de Bolivia, con base en el promedio del período 2006-2020 como se muestra en la figura 5, el gas natural constituye la principal fuente de energía primaria, con una participación del 80,19 % en la matriz nacional. Esta alta dependencia coincide con la abundancia de reservas y con la infraestructura desarrollada durante décadas, lo que ha facilitado su extracción para consumo interno y exportación. Además de ser el motor energético del país, representa una fuente relevante de ingresos fiscales. No obstante, en los últimos años se ha

observado un declive en la producción, asociado a la disminución natural de los yacimientos y a una menor demanda externa.

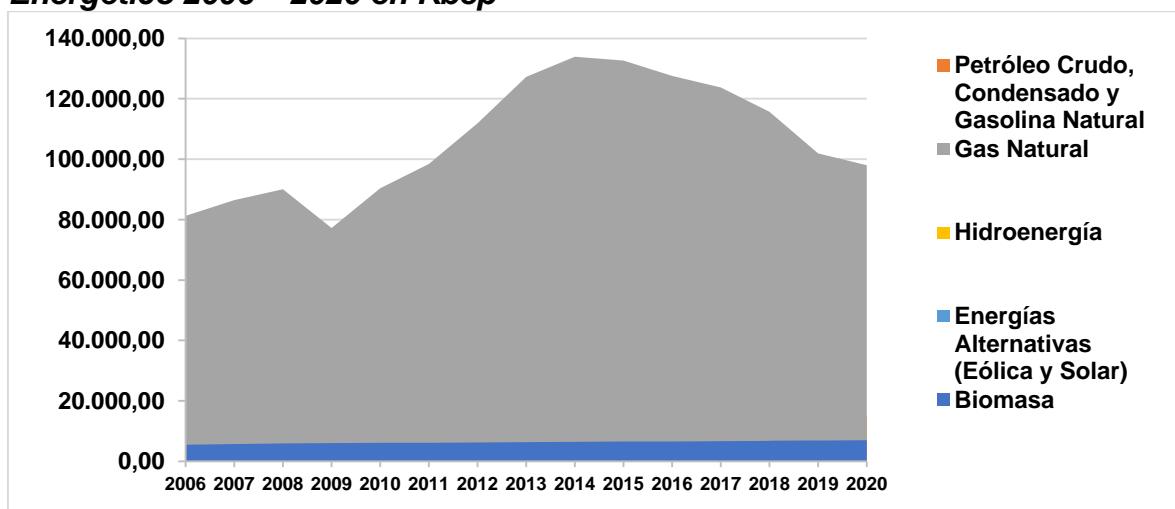
El petróleo crudo, el condensado y la gasolina natural ocupan el segundo lugar, con 13,90 % del total. Son recursos clave para el transporte y la industria, aunque su peso en la matriz ha disminuido frente al gas natural, en parte por los altos costos de producción y la volatilidad de los precios internacionales. La hidroenergía aporta apenas 1,12 %, con un rol limitado pese al potencial hídrico del país. Su uso se concentra en la generación eléctrica, y la expansión de infraestructura en este sector ha sido más lenta que en otros.

La biomasa, con 4,77 %, sigue siendo significativa en áreas rurales, donde se emplea en la cocción de alimentos y la calefacción. Aunque modesta, esta fuente mantiene importancia social en comunidades alejadas de redes modernas de energía.

Las fuentes alternativas, como la solar y la eólica, representan solo 0,03 %. Aun así, se han impulsado proyectos solares en el altiplano y parques eólicos en zonas ventosas, aunque su expansión ha estado limitada por la ausencia de una política energética integral y de incentivos económicos adecuados. Estos avances iniciales, aunque incipientes, constituyen pasos hacia el cumplimiento del ODS 7.2 (incremento de la participación de renovables en la energía total).

Figura 5

Participación Porcentual en la Generación Eléctrica de Bolivia por Tipo Energético 2006 – 2020 en Ktep



Fuente: Ministerio de Hidrocarburos y Energía, (2020).
Elaborado por: El Autor, 2025.

Tal como se muestra en la figura 6, en Colombia, la generación eléctrica se caracteriza por una marcada dependencia de la energía hidroeléctrica, que en promedio representa el 71,56 % de la producción total. Esta preeminencia se atribuye a la abundancia de recursos hídricos en el país, favorecida por su topografía y altos índices de pluviosidad. Sin embargo, esta dependencia expone al sistema eléctrico a vulnerabilidades durante fenómenos climáticos como El Niño, que reducen la disponibilidad hídrica y afectan la generación eléctrica.

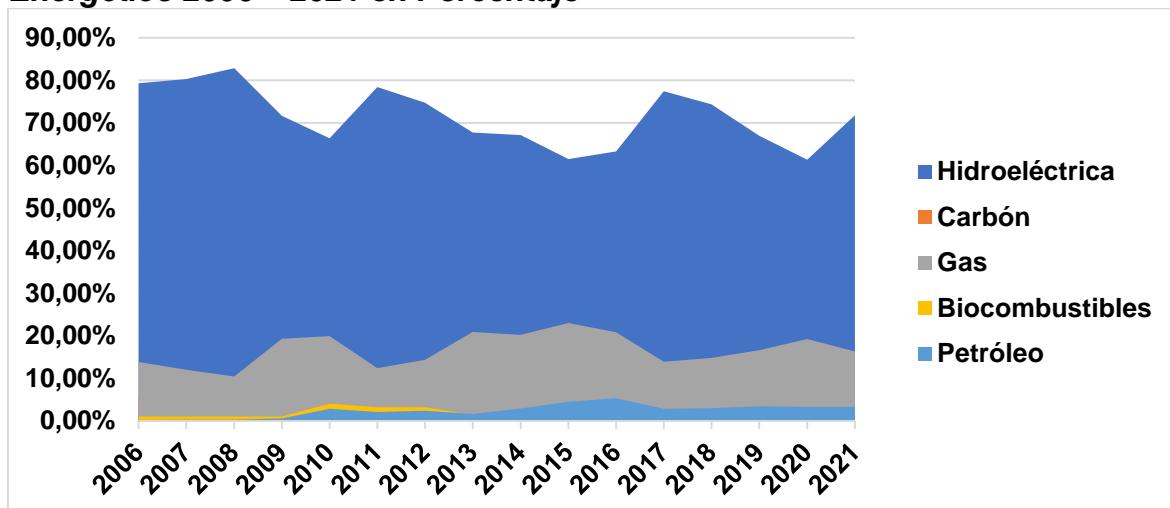
En contraste, las fuentes térmicas como el gas natural y el carbón aportan en promedio el 16,74 % y el 6,96 % respectivamente. Estas fuentes actúan como respaldo durante períodos de sequía, aunque su uso incrementa las emisiones de GEI y los costos de generación.

Los biocombustibles y el petróleo tienen una participación menor en la matriz de generación eléctrica, con promedios del 2,03 % y 2,43 % respectivamente. Su contribución limitada se debe a factores como la disponibilidad de recursos y consideraciones ambientales.

La alta dependencia de la energía hidroeléctrica ha impulsado al gobierno colombiano a diversificar la matriz energética, promoviendo fuentes no convencionales de energía renovable como la solar y la eólica. A pesar de los esfuerzos, la transición hacia una matriz más equilibrada enfrenta desafíos y obstáculos financieros, regulatorios y de infraestructura.

Figura 6

Participación Porcentual en la Generación Eléctrica de Colombia por Tipo Energético 2006 – 2021 en Porcentaje



Fuente: Low Carbon Power, (2024). Elaborado por: El Autor, 2025.

En Ecuador, la generación de energía está dominada por la hidroeléctrica, como se observa en la figura 7. En promedio, el 58,49 % de la electricidad durante el período analizado provino de esta fuente.

Esta preponderancia coincide con la riqueza hídrica del país, caracterizada por una extensa red de ríos y una geografía montañosa que ha facilitado la construcción de grandes centrales. Proyectos emblemáticos como Coca Codo Sinclair, Manduriacu, Mazar y Sopladora se han desarrollado bajo políticas que priorizan la expansión de energías limpias y la reducción de la dependencia de combustibles fósiles, en línea con el ODS 7.2 (incremento de la participación de renovables en la energía total).

Según el Ministerio de Energía y Minas, la inversión en infraestructura hidroeléctrica no solo busca cubrir la demanda interna, sino también posicionar al país como exportador de electricidad hacia naciones vecinas. Sin embargo, esta fuerte dependencia lo ha hecho vulnerable a períodos de sequía, especialmente asociados al fenómeno de El Niño, que han afectado la capacidad de generación y derivado en cortes de energía de hasta 14 horas diarias en 2024.

Para mitigar estos riesgos y diversificar la matriz, el Gobierno actualizó el Plan Maestro de Electricidad al 2031, con la meta de atraer alrededor de USD 2.200 millones en proyectos renovables no convencionales (solar, eólico, geotérmico y biomasa).

Se han fortalecido además los mecanismos de confianza para inversionistas, mediante seguridad jurídica, procesos transparentes, esquemas tarifarios favorables y alianzas público-privadas. En octubre de 2024, la Asamblea Nacional aprobó una ley impulsada por el presidente Daniel Noboa que amplía el límite de inversión privada en proyectos eléctricos de 10 a 100 megavatios y autoriza a empresas a importar gas natural para uso industrial y generación, siempre bajo estándares técnicos y de calidad.

A pesar de esta orientación hacia renovables, el petróleo continúa siendo la segunda fuente de energía, con un promedio del 30,62 % de la generación total. Su importancia se explica por la abundancia de hidrocarburos, base de la economía nacional, y por el papel de las plantas termoeléctricas que complementan la generación hidroeléctrica en épocas de sequía. El gas natural, con un promedio de 7,37 %, ocupa otro lugar relevante, principalmente en plantas térmicas. No

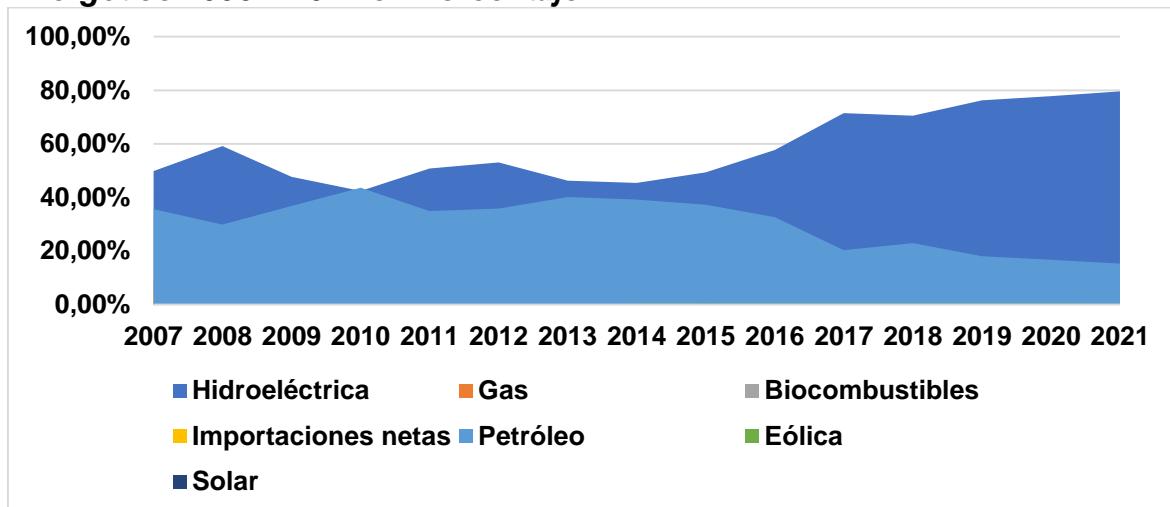
obstante, su participación ha disminuido por la falta de infraestructura de explotación masiva y la transición hacia fuentes más sostenibles.

En cuanto a las alternativas, la contribución de biocombustibles (1,21 %), eólica (0,30 %) y solar (0,11 %) ha sido aún marginal, condicionada por la baja inversión inicial, la falta de incentivos y la dependencia tecnológica.

Aun así, el Estado ha promovido proyectos como el Parque Eólico Villonaco en Loja y pequeñas plantas solares rurales, como parte del Plan Maestro. Las importaciones netas alcanzaron en promedio 3,48 %, aunque en descenso gracias a los avances en autosuficiencia. La interconexión con Perú y Colombia ha permitido cubrir déficits puntuales, pero la consolidación hidroeléctrica ha reducido la necesidad de recurrir a fuentes externas.

Figura 7

Participación Porcentual en la Generación Eléctrica de Ecuador por Tipo Energético 2006 – 2021 en Porcentaje



Fuente: Low Carbon Power, (2024). **Elaborado por:** El Autor, 2025.

En la figura 8 se observa que en el Perú la generación de energía se sustenta principalmente en la hidroeléctrica, con un promedio de 55,94 % de la producción total durante el período analizado.

Este predominio está asociado a la abundancia de recursos hídricos y a la geografía diversa del país, que ha favorecido el desarrollo de grandes proyectos. Centrales como Mantaro, Chaglla y Cerro del Águila han permitido abastecer la demanda interna y avanzar hacia objetivos de sostenibilidad energética, al reducir las emisiones de carbono en la generación de electricidad, en concordancia con el ODS 7.2 (incremento de la participación de renovables en la energía total).

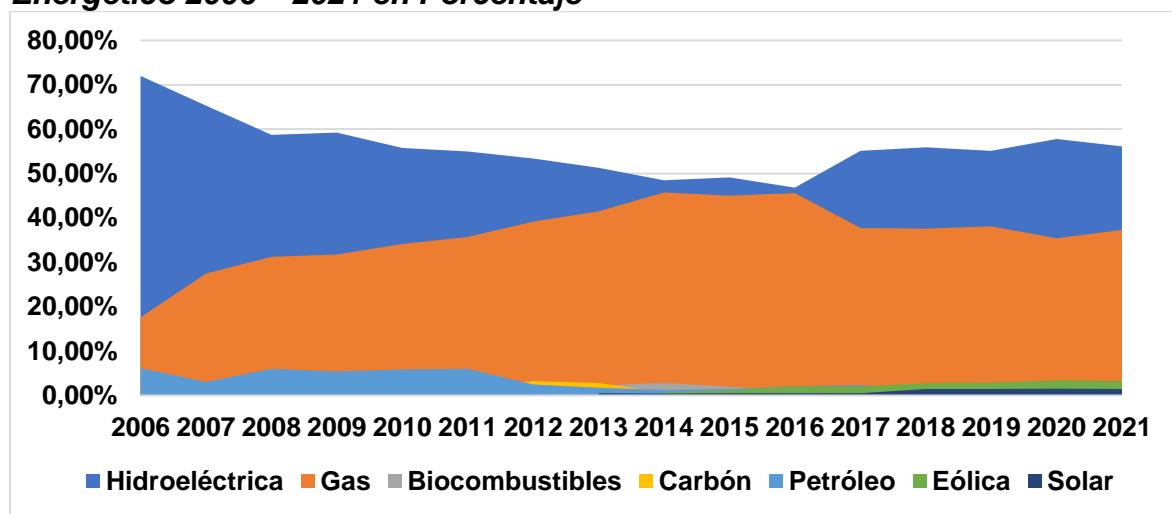
El gas natural ocupa el segundo lugar, con una participación promedio de 36,31 %. Su protagonismo se consolidó a partir de la explotación del yacimiento de Camisea, uno de los más importantes de la región. La accesibilidad de este recurso y su eficiencia relativa en costos lo han convertido en un pilar del suministro energético, sobre todo en plantas térmicas que complementan a la hidroeléctrica. La política pública ha fortalecido su uso mediante infraestructura de transporte y distribución de gas natural.

Otras fuentes tienen un peso menor: biocombustibles (1,47 %), carbón (1,67 %) y petróleo (2,95 %). Los biocombustibles han tenido aplicación principalmente en transporte, con poca incidencia en generación eléctrica por limitaciones tecnológicas e incentivos reducidos. El carbón se mantiene en un rol marginal por la transición hacia opciones más limpias, mientras que el petróleo ha disminuido progresivamente, aunque conserva utilidad en zonas aisladas de la red principal.

Las energías renovables no convencionales, como la eólica (2,26 %) y la solar (0,90 %), muestran un crecimiento paulatino. Iniciativas como los parques eólicos de Marcona y Talara, junto con proyectos solares en Arequipa y Moquegua, reflejan este avance. Aunque su contribución aún es limitada por la dependencia tecnológica externa, restricciones presupuestarias y la ausencia de una política de incentivos más sólida

Figura 8

Participación Porcentual en la Generación Eléctrica de Perú por Tipo Energético 2006 – 2021 en Porcentaje



Fuente: Low Carbon Power, (2024). Elaborado por: El Autor, 2025.

Como síntesis de este apartado es posible notar matrices energéticas heterogéneas entre los países de la CAN. Sin embargo, la hidroeléctrica se posiciona como la principal fuente de energía en la región, especialmente en países como Ecuador, Perú y Colombia, debido a su riqueza hídrica y el enfoque en proyectos sostenibles. Este predominio responde tanto a la disponibilidad de infraestructura hidroeléctrica como a la necesidad de reducir las emisiones de carbono, en línea con los compromisos internacionales sobre cambio climático.

Por otro lado, el gas natural se constituye como un recurso estratégico, particularmente en Perú y Bolivia, gracias a sus extensas reservas y la construcción de infraestructura de transporte y distribución. Su utilización permite diversificar la generación eléctrica y satisfacer la creciente demanda energética de manera eficiente. Sin embargo, las energías renovables no convencionales, como la eólica y la solar, presentan avances limitados en comparación con otras regiones del mundo, debido a desafíos tecnológicos, financieros y normativos que restringen su desarrollo a mayor escala.

Los datos también evidencian la disminución gradual del uso de combustibles fósiles, como el petróleo y el carbón, reflejando un esfuerzo regional por transitar hacia matrices más sostenibles. No obstante, estas fuentes aún desempeñan un papel complementario en áreas específicas, especialmente en regiones aisladas o de difícil acceso.

Factores que Determinan el Consumo de Energía Renovable en la CAN

El consumo de energía renovable en los países de la CAN está influenciado por una variedad de factores desde económicos, sociales y ambientales que interactúan entre sí. En esta sección del proyecto se analiza cómo han evolucionado indicadores clave, como el IDH, las emisiones de GEI, la apertura comercial, la IED y el PIB. Analizando las causas de las variaciones y las tendencias a lo largo del periodo estudiado.

La elección de estas variables se fundamenta en una revisión exhaustiva de la literatura, a partir del análisis de estudios y proyectos previos incluidos en el estado del arte, donde se identificaron consistentemente como determinantes relevantes en el comportamiento del consumo energético en economías similares.

Índice de Desarrollo Humano en los Países de la CAN

El IDH en los países que conforman la CAN muestra una tendencia creciente en el periodo analizado, esto refleja que se han dado avances en indicadores clave como la esperanza de vida, el nivel educativo y el ingreso per cápita. Aunque el progreso ha sido evidente en todos los miembros de la CAN, las tasas de mejora y los niveles alcanzados varían entre los países debido a diferencias en sus contextos.

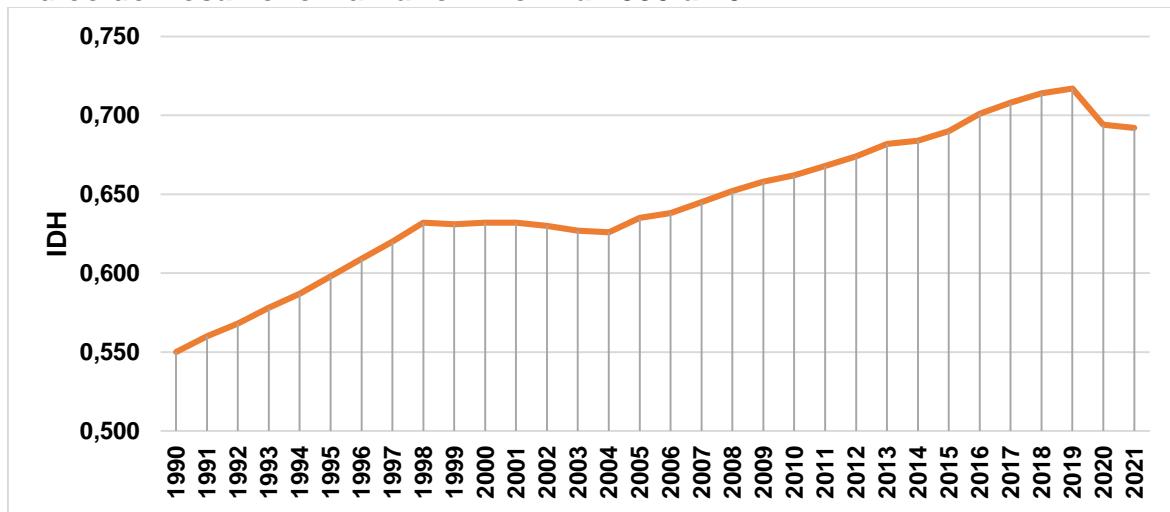
Esta tendencia positiva, se da principalmente, impulsada por políticas de índole social orientadas a mejorar el acceso a la educación y los servicios de salud, así como por un crecimiento económico sostenido en ciertos períodos.

En la figura 9 se observa que en Bolivia el IDH ha mostrado un crecimiento continuo desde 1990 hasta 2019, alcanzando su punto más alto en este último año con un valor de 0,717. Este progreso muestra que han existido mejoras graduales en áreas claves ya antes mencionadas. Sin embargo, en el período 2020-2021 se dio una disminución significativa, lo que indica retrocesos en el desarrollo humano relacionados con factores externos que provocaron crisis internas en la economía del país.

En la tendencia identificada desde la década de 1990 hasta 2019 se destacan períodos de marcadas variaciones, como entre 1995 y 1998, cuando el IDH pasó de 0,598 a 0,632, impulsado por un crecimiento económico vinculado a la implementación de reformas estructurales y programas de inversión social en la presidencia de Gonzalo Sánchez de Lozada. Por otro lado, entre 1999 y 2004, el IDH se mantuvo prácticamente estancado.

A partir de 2005, el IDH retoma un crecimiento constante, con mejoras significativas durante 2006-2019, este periodo estuvo caracterizado por políticas sociales inclusivas, una redistribución de los ingresos gracias a la nacionalización de recursos naturales, y programas enfocados en la reducción de la pobreza y el aumento del acceso a servicios básicos.

Sin embargo, los valores de 2020 y 2021, con una caída a 0,694 y 0,692 respectivamente, reflejan el impacto de la pandemia de COVID-19, que afectó severamente la economía, la salud y la educación en Bolivia.

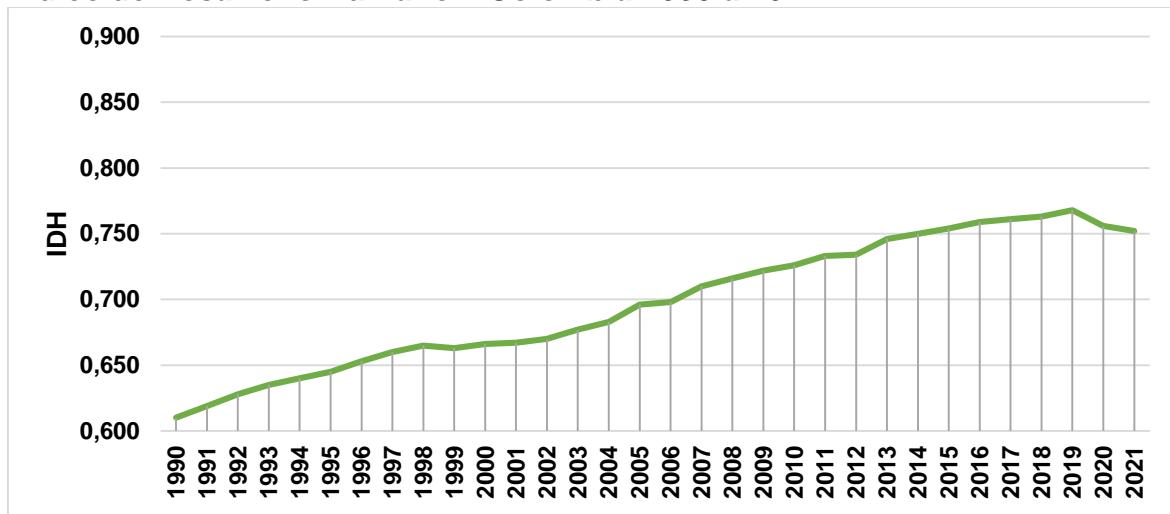
Figura 9**Índice de Desarrollo Humano – Bolivia 1990 a 2021**

Fuente: PNUD, (2023). Elaborado por: El Autor, 2025.

En Colombia, durante el período 1990-1994 se puede observar en la figura 10 el primer impulso importante, cuando el índice aumentó de 0,610 a 0,640, esto se generó principalmente por las reformas derivadas de la Constitución de 1991, que estableció un marco institucional más estable para el desarrollo social y fortaleció los derechos fundamentales de los ciudadanos.

Otro de los incrementos más significativos se dio entre los años 2003 y 2010, pasando de 0,677 a 0,726, favorecido por un contexto internacional de altos precios de materias primas que impulsó el crecimiento económico del país, permitiendo mayor inversión social.

En los años 2013-2019 el IDH pasó del 0,746 al 0,768, resultado de la consolidación de políticas sociales y la ampliación de la cobertura educativa superior. La tendencia positiva que había mantenido el índice se vio interrumpida entre 2020 y 2021, cuando descendió a 0,752, por los efectos de la pandemia de COVID-19 en los tres pilares del IDH. Un retroceso similar, aunque de menor magnitud, se había experimentado previamente durante la crisis económica de 1998-1999.

Figura 10**Índice de Desarrollo Humano – Colombia 1990 a 2021**

Fuente: PNUD, (2023). Elaborado por: El Autor, 2025.

En Ecuador, siguiendo la tendencia de los demás países que conforman el análisis, el IDH mantiene una tendencia creciente, así se observa en la figura 11. A lo largo de la década de 1990, el crecimiento de la economía se ralentizó debido a la inestabilidad social provocada por la crisis financiera de 1999, que causó una ligera disminución del IDH de 0,684 a 0,683, producto de la quiebra bancaria y la hiperinflación.

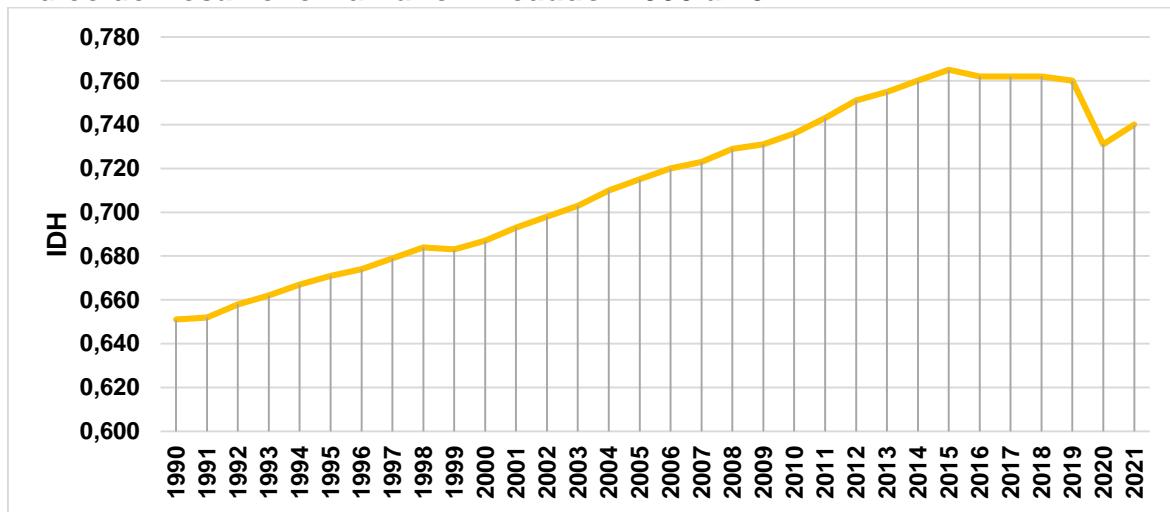
A partir de 2000, con la dolarización de la economía, se logró mayor estabilidad macroeconómica, sentando las bases para un crecimiento sostenido tanto de la economía como del IDH. Entre 2003 y 2015, Ecuador experimentó un incremento constante, impulsado por el auge de los precios del petróleo y la implementación de políticas sociales redistributivas que redujeron la pobreza y mejoraron el acceso a servicios básicos de la mano del gobierno de Rafael Correa y sus políticas económicas expansivas.

Sin embargo, en el 2016, el progreso se estancó producto del impacto por el terremoto de ese año y la caída de los precios del petróleo, los cuales afectaron gravemente la economía y la inversión pública. Finalmente, en 2020, el IDH descendió drásticamente a 0,731 debido a que el país fue uno de los más afectados en América Latina por la pandemia del COVID-19, lo que implicó al gobierno de Lenin Moreno, tomar medidas emergentes relacionadas con inversión en salud y el pago de la deuda, esto profundizó en las falencias estructurales del país.

Finalmente, siendo consecuente con el panorama mundial, en 2021 se observó una leve recuperación llegando a 0,740.

Figura 11

Índice de Desarrollo Humano – Ecuador 1990 a 2021



Fuente: PNUD, (2023). Elaborado por: El Autor, 2025.

El IDH en el caso de Perú, siendo congruente con los otros miembros de la región, muestra una tendencia ascendente. Inicialmente en los años 1990 - 1999, el indicador muestra un crecimiento moderado, influido por la implementación de políticas económicas neoliberales tras la crisis económica y social que marcó los años previos, especialmente en 1990, cuando el país enfrentaba hiperinflación y un conflicto social y político interno.

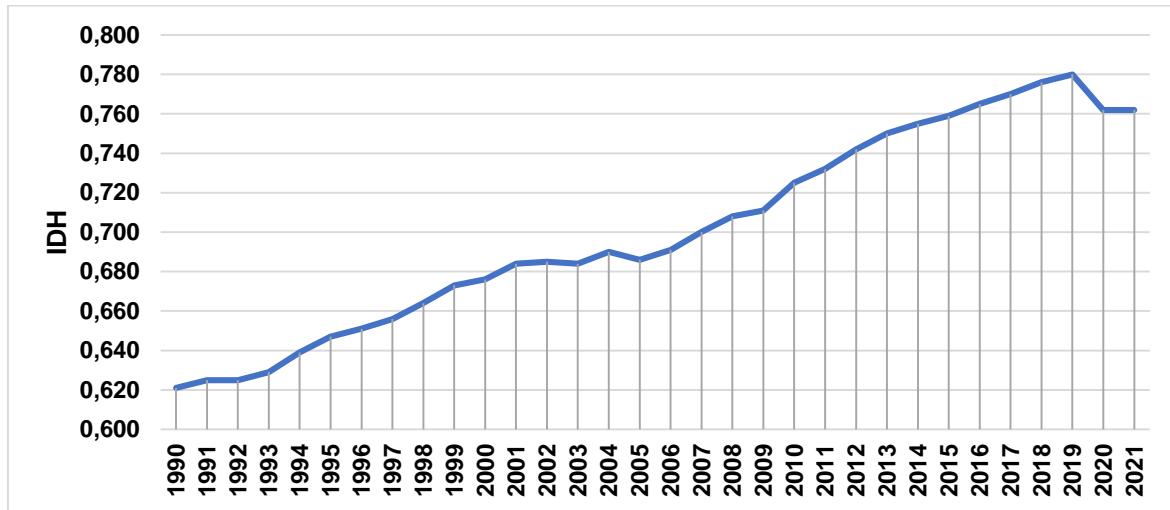
Durante el gobierno de Alberto Fujimori, se llevaron a cabo reformas de carácter estructural que permitieron una estabilización de la economía y promovieron la inversión, lo que permitió un incremento del IDH, pasando de 0,621 en 1990 a 0,676 en 2000. A partir de 2001, el crecimiento del IDH despuntó, en gran parte producto del aumento de los precios de las materias primas, que impulsó la economía nacional y permitió un incremento del gasto público, alcanzando 0,725 en 2010.

Entre 2011 y 2019, el IDH continuó creciendo hasta 0,780, gracias a una gestión macroeconómica estable y a la expansión de políticas orientadas a reducir la pobreza y mejorar el acceso a servicios básicos. Al igual que en otros países de la región en el año 2020, el IDH experimentó una caída significativa a 0,762, atribuida a todo lo que desencadenó el COVID-19. En el Perú esta situación se

mantuvo en 2021 dejando ver los efectos de la recesión económica provocada por la pandemia.

Figura 12

Índice de Desarrollo Humano – Perú 1990 a 2021



Fuente: PNUD, (2023). Elaborado por: El Autor, 2025.

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) Totales (Kt de Equivalente de Co2) en los Países de la CAN

En la figura 13 se observa la evolución de las emisiones de GEI en Bolivia a lo largo del período de estudio. Para este análisis se destacan los años con variaciones más sobresalientes. Los datos muestran que en 1997 Bolivia registró el primer aumento notable de +6,95 % en sus emisiones totales de GEI, pasando de 28.891,41 kt a 30.899,10 kt de CO₂ equivalente.

Este incremento coincide con una etapa de crecimiento del sector hidrocarburífero, impulsado por la apertura del mercado a inversiones extranjeras tras la implementación del modelo de capitalización durante el gobierno de Gonzalo Sánchez de Lozada. En esos años, la expansión en la exploración y explotación de recursos energéticos contribuyó significativamente al aumento de las emisiones.

Posteriormente, en 2002 se observa otro incremento de +9,29 %, elevando las emisiones de 30.738,14 kt a 33.593,96 kt. Este período coincide con un repunte de la actividad industrial y del sector energético, especialmente en la generación eléctrica basada en combustibles fósiles. La ausencia de regulaciones ambientales estrictas permitió, además, un aumento sostenido de emisiones derivadas de la deforestación y el cambio de uso del suelo, actividades recurrentes en la economía boliviana.

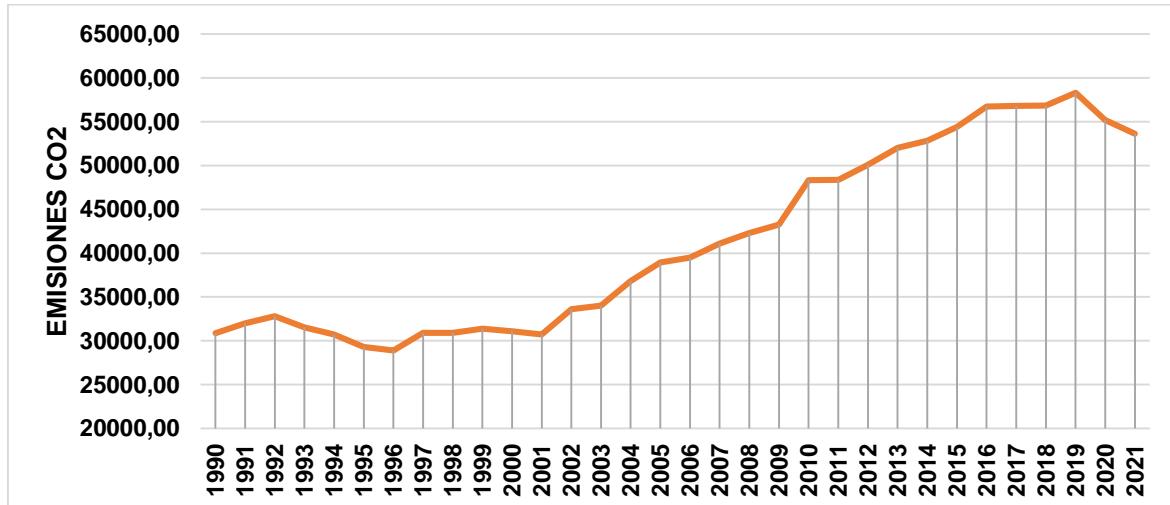
El año 2010 marca un pico histórico con un aumento de +11,81 %, alcanzando 48.348,33 kt de CO₂ equivalente. Este crecimiento podría asociarse con la implementación de políticas de industrialización promovidas por el gobierno de Evo Morales, orientadas a reducir la dependencia de exportaciones de materias primas sin procesar.

No obstante, dicha industrialización intensiva conllevó un mayor consumo energético y un uso considerable de combustibles fósiles. También influyó el crecimiento de la deforestación destinada a la agricultura y la ganadería, actividades vinculadas a la expansión del sector agroindustrial.

En contraste, en 2020 se produjo una caída sin precedentes de -5,33 % en las emisiones, atribuida principalmente a los efectos de la pandemia de COVID-19, que paralizó gran parte de la actividad económica global y local. La reducción del transporte, la producción industrial y el comercio tuvo un impacto directo en la disminución de emisiones de GEI. Asimismo, la inestabilidad política tras la crisis electoral de 2019 y la transición hacia un gobierno interino limitaron las inversiones y la expansión de sectores emisores.

Figura 13

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Totales – Bolivia 1990 a 2021



Fuente: Banco Mundial, (2023).

Elaborado por: El Autor, 2025.

Para el caso de Colombia, al analizar los años con variaciones notables, tanto positivas como negativas, se destacan los efectos de iniciativas gubernamentales, inversiones en infraestructura y circunstancias externas.

En 1993 las emisiones de GEI en Colombia aumentaron +3,84 %, alcanzando 134.226,47 kt de CO₂ equivalente. Este incremento podría asociarse al

crecimiento del sector energético y a la expansión de la industria manufacturera, en un contexto de apertura económica y reformas que incentivaron la IED. El mayor consumo de combustibles fósiles en la generación eléctrica también coincidió con este aumento.

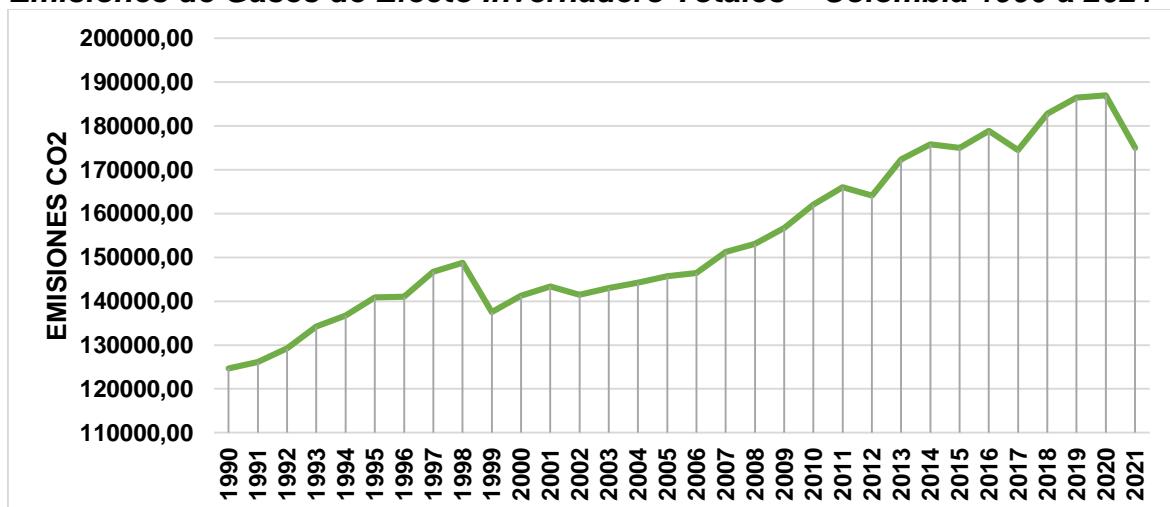
En 1997 las emisiones crecieron +4,06 %, llegando a 146.755,48 kt de CO₂ equivalente. Este comportamiento coincidió con el fortalecimiento de la infraestructura petrolera y el auge de la exportación de crudo, que incrementaron el uso energético y las emisiones asociadas. Al mismo tiempo, la deforestación continuó siendo un factor relevante, vinculada a la ampliación de la frontera agrícola y a la ganadería extensiva.

En 2013 se registró un incremento de +5,03 %, alcanzando 172.344,85 kt de CO₂ equivalente. Este período se caracterizó por un crecimiento sostenido en minería y energía, sin embargo, la ausencia de políticas ambientales más estrictas exacerbó el impacto de estas actividades. La urbanización acelerada también influyó en el aumento de emisiones, especialmente por el transporte y el mayor consumo de energía en las principales ciudades.

En 2021 se observa una disminución de -6,42 %, con un registro de 174.995,63 kt de CO₂ equivalente. Esta caída estuvo influida por los efectos continuos de la pandemia de COVID-19, así como por los conflictos sociales y las movilizaciones que paralizaron parcialmente diversas actividades económicas, contribuyendo a la reducción de emisiones.

Figura 14

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Totales – Colombia 1990 a 2021



Fuente: Banco Mundial, (2023).

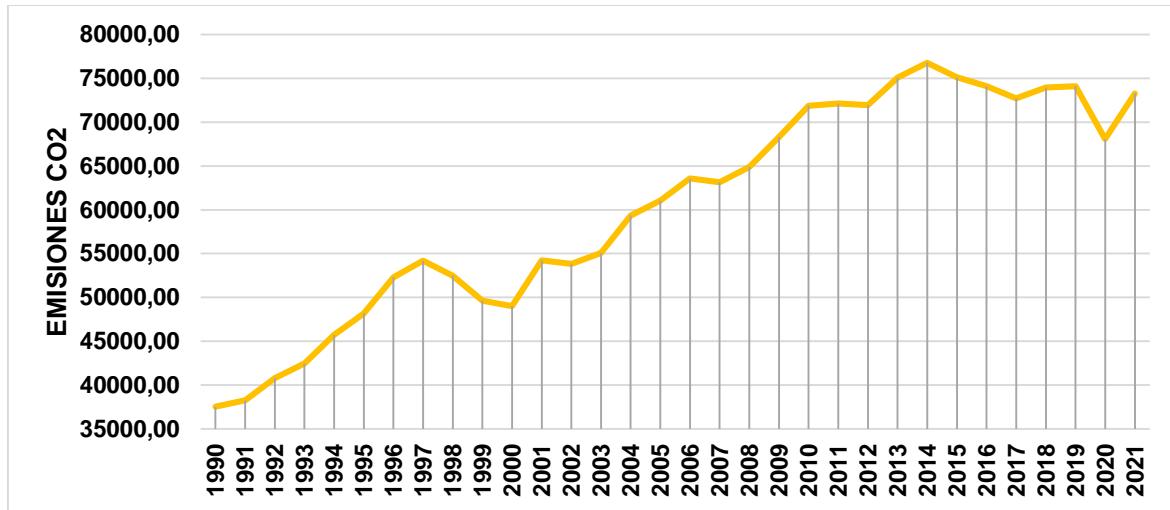
Elaborado por: El Autor, 2025.

En la figura 15 se observan las emisiones de GEI en Ecuador a lo largo del período de estudio, con una tendencia creciente y algunas fluctuaciones puntuales. En 1992 se registró un incremento de +6,61 %, seguido de aumentos de +7,67 % en 1994 y de +8,53 % en 1996. Estas variaciones podrían asociarse con procesos de industrialización, deforestación y expansión agrícola que incrementaron las emisiones de GEI en el país.

En contraste, en 1999 Ecuador experimentó una disminución de -5,41 % en las emisiones. Este descenso coincide con la implementación de medidas ambientales más estrictas y con una reducción de la actividad económica, que derivó en menor producción industrial. Según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, “las emisiones totales de GEI del Ecuador ascendieron a 80.627,16 Gg de CO₂e, de los cuales el sector Energía aportó el mayor porcentaje con 46,63 % de las emisiones”.

En 2001 se produjo un incremento de +10,68 %, posiblemente vinculado al aumento de la generación energética basada en fuentes no renovables. El Informe de Emisiones de GEI del Ministerio del Ambiente señala que “la Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de GEI (CTFE) es responsable de calcular el factor de emisión (FE) de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado (S.N.I.)”.

En 2020 las emisiones disminuyeron -8,17 %, en concordancia con la caída registrada en la región y en el mundo por la pandemia de COVID-19. Sin embargo, en 2021 se observó un aumento de +7,65 %, que podría reflejar la reactivación económica y un mayor consumo energético. El Ministerio de Energía y Minas informó que “con el incremento de la generación de energía renovable se identifica una disminución de emisiones de CO₂ en el país”.

Figura 15**Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Totales – Ecuador 1990 a 2021**

Fuente: Banco Mundial, (2023).

Elaborado por: El Autor, 2025.

En el caso de Perú, la tendencia es similar a la de los demás miembros de la CAN: los datos muestran un crecimiento sostenido con variaciones puntuales. Al analizar las principales fluctuaciones superiores al 4 %, se observa que en 1994 se registró un incremento de +5,27 %, seguido por un aumento de +10,36 % en 1995 y de +7,12 % en 1996.

Estas alzas podrían asociarse con la expansión de actividades agrícolas y ganaderas, así como con el desarrollo urbano y de infraestructura, que impulsaron procesos de deforestación y, en consecuencia, mayores emisiones de GEI.

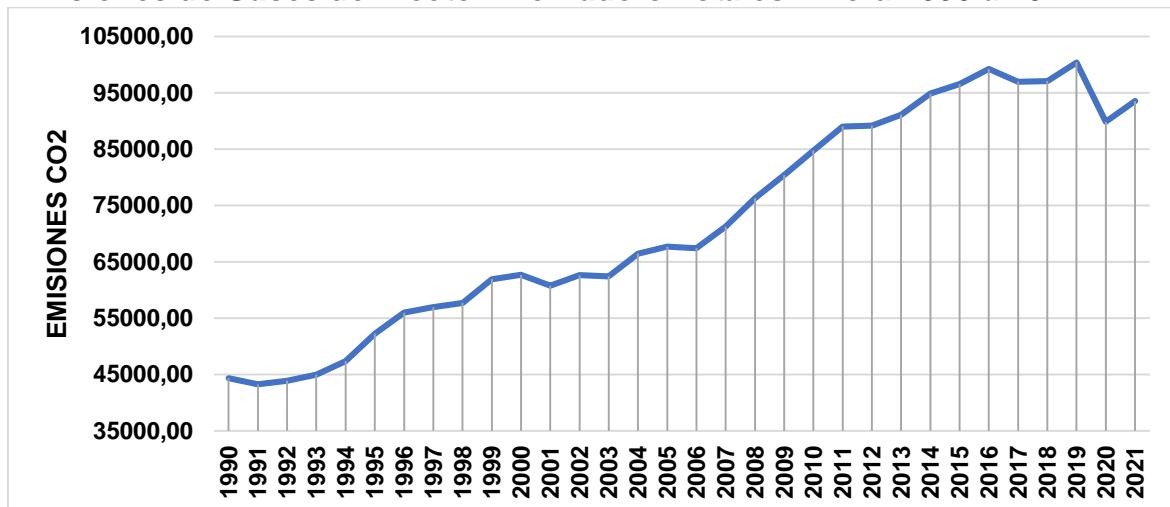
En contraste, en 2001 Perú experimentó una disminución de -3,09 % en las emisiones. Este descenso coincide con políticas ambientales más estrictas y con una reducción de la actividad económica que limitó la producción industrial. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), “la principal fuente de emisiones de GEI a nivel nacional es la conversión de bosques y pasturas, atribuida a la deforestación de la Amazonía y al cambio de uso de la tierra con fines agrícolas”.

En 2004 se registró un incremento de +6,47 %, posiblemente vinculado al aumento de la generación energética a partir de fuentes no renovables. El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN) señala que “las emisiones netas de CO₂ presentaron una tendencia creciente, de acuerdo con la data histórica en el período 1990-2021”.

Finalmente, en 2020 las emisiones disminuyeron +10,49 %, en concordancia con la caída observada a nivel global por los efectos de la pandemia de COVID-19. Sin embargo, en 2021 se produjo un repunte de +4,13 %, que refleja la reactivación económica y el incremento del consumo energético por parte de hogares e industrias.

Figura 16

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Totales – Perú 1990 a 2021



Fuente: Banco Mundial, (2023).

Elaborado por: El Autor, 2025.

Apertura Comercial de los Países de la CAN

La CAN, establecida en 1969, ha sido un pilar fundamental en la integración económica de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. A lo largo de las décadas, estos países han trabajado conjuntamente para eliminar barreras arancelarias y promover el libre comercio intrarregional, consolidando una zona de libre comercio desde 1993. Este esfuerzo ha permitido que las mercancías circulen libremente entre los miembros, fortaleciendo sus economías y posicionándolas de manera más competitiva en el mercado global.

Además, la CAN ha implementado diversas iniciativas de promoción comercial, orientadas a impulsar el intercambio intrarregional y facilitar el acceso a mercados internacionales.

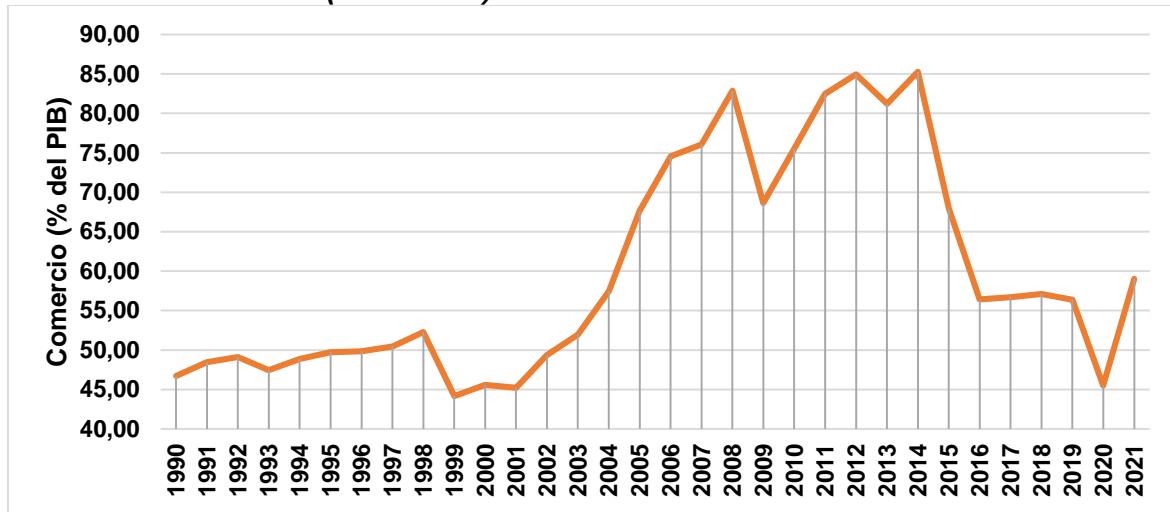
En la figura 17 se observa la evolución del comercio en Bolivia como porcentaje del PIB, con períodos de crecimiento sostenido seguidos de fases contractivas. En 1999 se produjo una contracción de -15,52 %, coincidente con la crisis financiera internacional de finales de los noventa, que afectó a economías emergentes como la boliviana al reducir la demanda global de bienes y servicios.

En 2004 y 2005 se evidenció un repunte con aumentos de +10,58 % y +17,71 %, respectivamente, impulsados por el alza de los precios internacionales de materias primas, en especial del gas natural, principal producto de exportación. Según el Informe de Milenio sobre la Economía de Bolivia, el contexto internacional favorable de esos años desempeñó un papel crucial en el crecimiento.

La crisis financiera global de 2008 también impactó el comercio boliviano, reflejándose en la caída de -17,18 % en 2009. Esta contracción estuvo relacionada con la recesión mundial, que redujo la demanda internacional y los ingresos por exportaciones. En contraste, en 2010 y 2011 se registró una recuperación con aumentos de +10,03 % y +9,23 %, respectivamente, vinculados a la mejora en los términos de intercambio, la reactivación de la economía global y políticas internas orientadas a diversificar mercados y productos.

En años posteriores, como 2015 y 2016, Bolivia enfrentó nuevas caídas de -20,33 % y -16,98 %, asociadas a la abrupta disminución de los precios internacionales de las materias primas, lo que reflejó la alta dependencia del país de sus exportaciones de recursos naturales. Asimismo, en 2020 la pandemia de COVID-19 se tradujo en una contracción de -19,32 %, vinculada a las restricciones sanitarias y a la caída de la demanda externa. Según el Informe de Milenio sobre la Economía de Bolivia, las medidas sanitarias y económicas implementadas a nivel global afectaron de manera profunda las dinámicas comerciales.

Finalmente, en 2021 Bolivia mostró una recuperación destacada con un incremento de +29,71 %, favorecido por la reactivación económica global y por políticas gubernamentales orientadas a estimular la producción y el consumo. De acuerdo con la Memoria de la Economía Boliviana 2021 del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, este repunte estuvo asociado a una mayor demanda externa y al fortalecimiento de la actividad productiva nacional.

Figura 17**Comercio de Bolivia (% del PIB) 1990 a 2021**

Fuente: Banco Mundial, (2023).

Elaborado por: El Autor, 2025.

A lo largo del periodo comprendido entre 1990 y 2021, el comercio de Colombia no muestra una tendencia constante, más bien se observan marcadas fluctuaciones. El análisis se lleva a cabo en los años de mayor incremento o decrecimiento. En el año 1993, se registró un incremento del +7,63 %, atribuible a las reformas económicas de apertura y liberalización implementadas a comienzos de la década de 1990, las cuales fomentaron el comercio exterior y la integración con mercados internacionales.

Mientras que, en el 2000, se produjo una disminución del -9,63 % en el comercio colombiano. La cual estuvo relacionada con la crisis económica que atravesó el país a finales de la década de 1990, caracterizada por una recesión que afectó diversos sectores productivos y redujo la actividad comercial. Posteriormente, en 2003, el comercio experimentó una recuperación significativa del +10,71 %. Lo que se asocia con la recuperación económica global y a la implementación de políticas orientadas a fortalecer las exportaciones, diversificando mercados y productos.

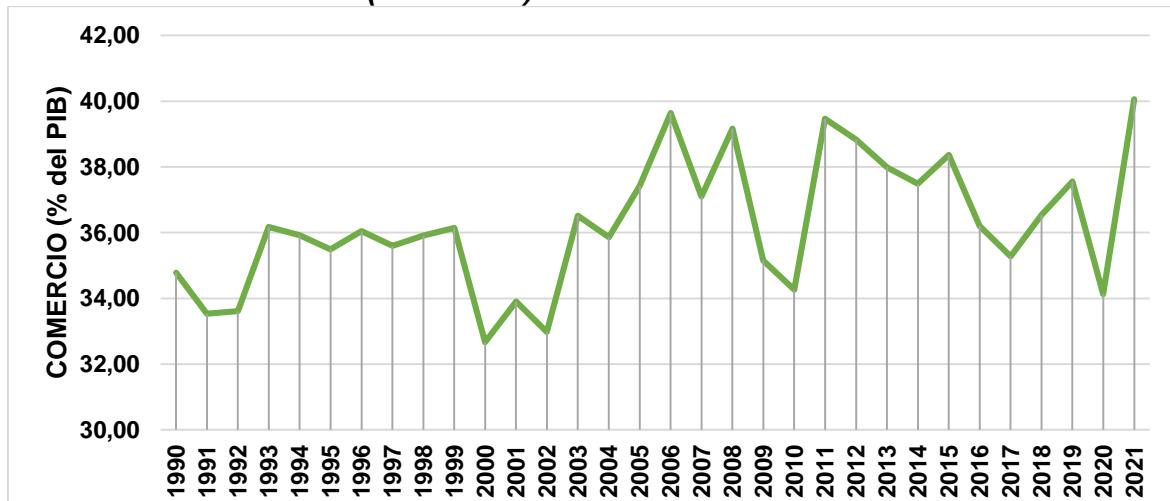
El año 2009 observó una disminución del -10,24 % en el comercio, reflejando el impacto pleno de la crisis financiera global de 2008, que contrajo significativamente el comercio mundial y, por ende, las exportaciones colombianas. En contraste, 2011 mostró un notable incremento del +15,19 %, beneficiado por la recuperación de los precios de las materias primas y una mayor demanda

internacional de productos básicos colombianos, especialmente en el sector minero-energético.

El año 2016 presentó una reducción del -5,63 % en el comercio, atribuible a la caída de los precios del petróleo y otros commodities, lo que afectó los ingresos por exportaciones del país, y en 2020, la pandemia de COVID-19 provocó una contracción del -9,12 % en el comercio colombiano. Finalmente, en 2021, se observó una recuperación significativa del +17,37 %, favorecida por la reactivación económica mundial, el avance en los procesos de vacunación y la implementación de políticas gubernamentales destinadas a revitalizar el comercio exterior.

Figura 18

Comercio de Colombia (% del PIB) 1990 a 2021



Fuente: Banco Mundial, (2023).

Elaborado por: El Autor, 2025.

La tendencia de los datos que corresponden al comercio para el caso de Ecuador no muestra una tendencia estable, se observan diferentes cambios y variaciones en la gráfica de la figura 19. Esto se debe a los diferentes fenómenos nacionales e internacionales que han impactado esta variable a lo largo del periodo de estudio. Al analizar las variaciones más significativas se evidencia que en 1999 se registró un incremento del +13,38 %, seguido de un notable aumento del +20,86 % en 2000. Estas alzas se atribuyen principalmente a la adopción de la dolarización en el año 2000, que fomentó el comercio exterior.

En 2001, el comercio sufrió una contracción del -14,66 %, debido a ajustes económicos posteriores a la dolarización y a la desaceleración económica global de ese periodo.

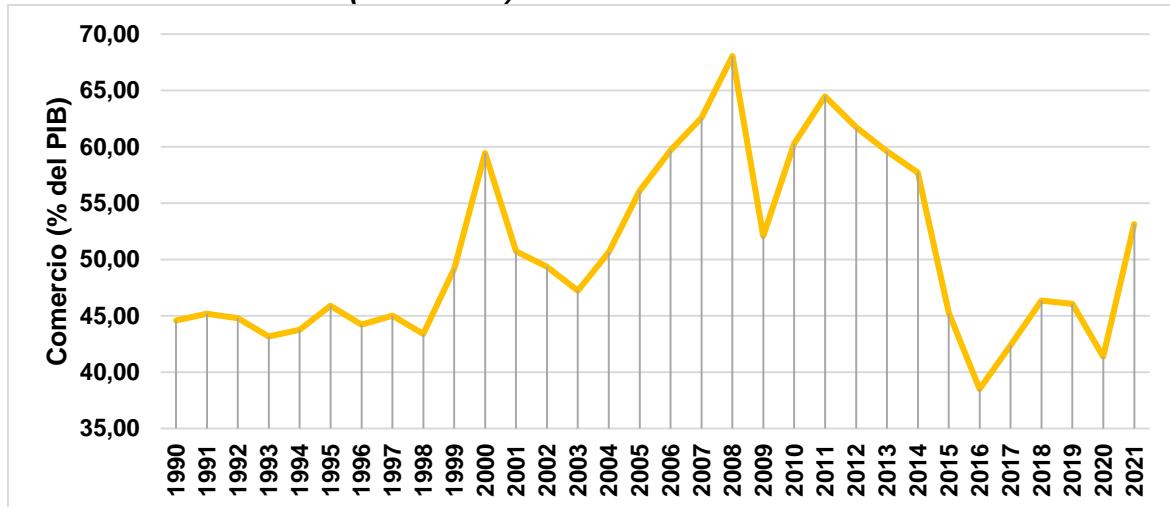
En 2005, se observó un crecimiento del +10,73 % en el comercio ecuatoriano, impulsado por el auge de los precios del petróleo, principal producto de exportación del país. Mientras que, en 2009, hubo una caída del -23,44 %, reflejando el impacto de la crisis financiera global de 2008, que redujo la demanda internacional y afectó las exportaciones nacionales.

En el año 2010 se dio una variación positiva del +15,73 %, favorecido por la reactivación económica mundial y la implementación de políticas gubernamentales orientadas a fortalecer el comercio exterior. Sin embargo, en 2015 y 2016, el comercio disminuyó en un -21,60 % y -14,86 % respectivamente, debido a la caída de los precios del petróleo y a factores internos como la apreciación del dólar, que afectaron la competitividad de las exportaciones ecuatorianas.

En 2021, se registró un notable incremento del +28,46 % en el comercio, producto de la recuperación económica luego de la recesión presentada en 2020 y a la estabilización de los precios del petróleo. Según el Informe de Gestión 2021 del Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, este crecimiento también se debe a estrategias implementadas para diversificar mercados y productos de exportación.

Figura 19

Comercio de Ecuador (% del PIB) 1990 a 2021



Fuente: Banco Mundial, (2023).

Elaborado por: El Autor, 2025.

En la figura 20 se observa la gráfica correspondiente a la tendencia de los datos del comercio como porcentaje del PIB para el Perú.

Se observa que, en 1991, se registró una disminución del -9,54 %, atribuida a las reformas económicas implementadas a inicios de la década de 1990, que

incluyeron medidas de ajuste estructural y estabilización económica. Posteriormente, en 1995, el comercio creció un +6,93 %, impulsado por la liberalización comercial y la apertura de nuevos mercados.

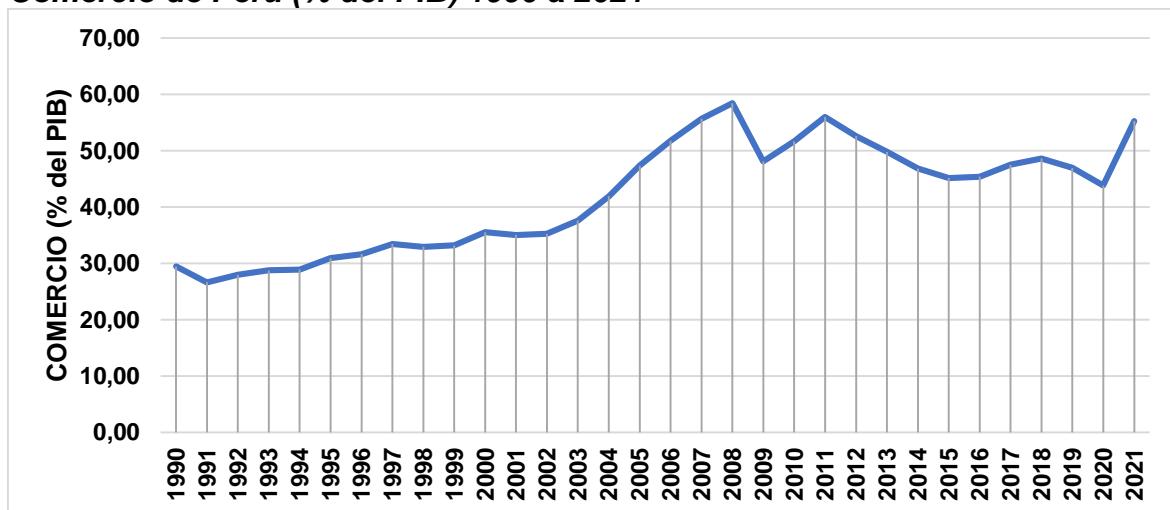
El año 2000 presentó un incremento del +7,02 % en el comercio, dejando ver la consolidación de acuerdos comerciales y una mayor integración en la economía global. En 2004 y 2005, se observaron aumentos del +11,46 % y +12,93 % respectivamente, debido al auge de las exportaciones mineras y agroindustriales, sectores clave en la economía peruana. Sin embargo, en 2009, hubo una caída del -17,66 %, consecuencia de la crisis financiera global que redujo la demanda internacional de productos peruanos.

En 2011, el comercio creció un +8,35 %, impulsado por la recuperación económica mundial y el incremento de los precios de los metales. Por su parte, entre 2012 y 2014, se registraron disminuciones consecutivas del -6,02 %, -5,38 % y -5,89 %, respectivamente, ocasionado por la caída de los precios internacionales de los minerales y una menor demanda de los principales socios comerciales.

El año 2021 destacó por un notable incremento del +26,10 % en el comercio, atribuido a la recuperación económica tras la pandemia de COVID-19 y al aumento de las exportaciones tradicionales y no tradicionales. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en 2021, el volumen total exportado de bienes tuvo una variación de 10,2 % con respecto al 2020.

Figura 20

Comercio de Perú (% del PIB) 1990 a 2021



Fuente: Banco Mundial, (2023).

Elaborado por: El Autor, 2025.

Producto Interno Bruto de los Países de la CAN

Según datos de la Secretaría General de la CAN, en 2022, el PIB conjunto de estos países, a precios corrientes, alcanzó los 745.616 millones de dólares, con un PIB per cápita estimado de 6.484 dólares para una población de 115 millones de habitantes.

En términos de crecimiento, durante el tercer trimestre de 2022, la CAN registró un incremento del +4,8 % en su PIB en comparación con el mismo periodo del año anterior. Este crecimiento fue impulsado principalmente por los sectores de "Transporte y almacenamiento", que aumentó un +12,9 %, y "Hoteles y restaurantes", con un alza del +9,8 %.

Sin embargo, en el tercer trimestre de 2023, la región experimentó una ligera contracción económica, con una disminución del -0,2 % en su PIB respecto al mismo periodo de 2022. Este descenso se atribuye principalmente a la caída del sector manufacturero, que decreció un -6,7 %, y al sector de la construcción, que disminuyó un -8,3 %.

La figura 21 muestra la gráfica de la serie correspondiente al PIB de Bolivia, en millones de dólares. A principios de los 90, el PIB creció +9,77 %, impulsado por políticas de estabilización que fomentaron la inversión. A mediados de los 90, el crecimiento fue aún más notable, con incrementos del +12,27 % y +10,15 % en 1995 y 1996, respectivamente, gracias a reformas estructurales y la capitalización de empresas estatales.

El periodo más destacado de expansión económica ocurrió entre 2006 y 2008, con crecimientos del PIB de +19,93 %, +14,57 % y +27,09 % en años consecutivos. Este auge se debió principalmente a los altos precios internacionales de materias primas, especialmente gas natural y minerales, lo que permitió aumentar los ingresos fiscales y el gasto público en infraestructura y programas sociales.

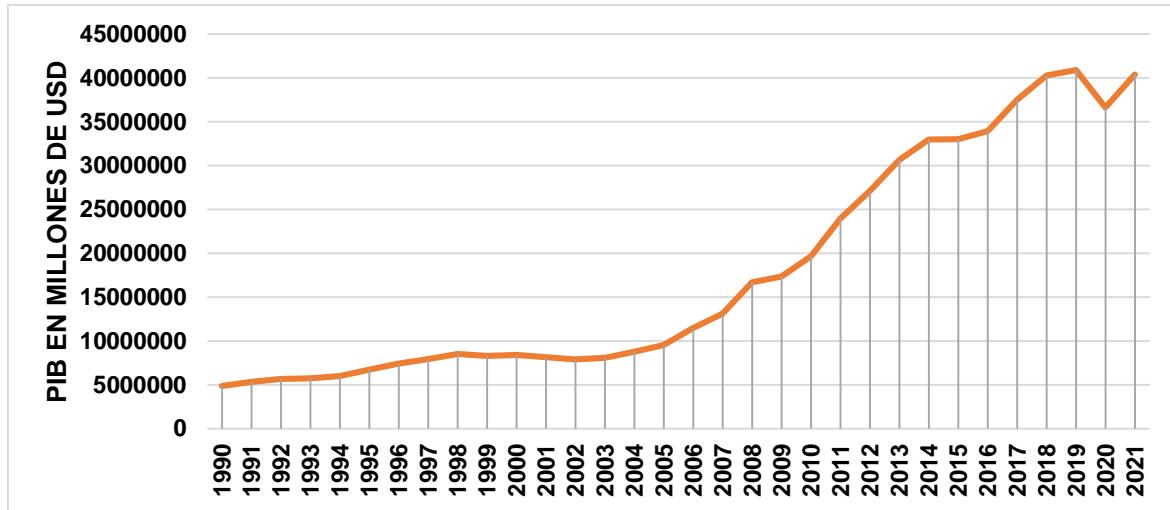
La economía demostró una notable resistencia durante la crisis financiera global, con un crecimiento del +13,32 % en 2010. Los años siguientes (2011-2013) mantuvieron esta tendencia positiva, con crecimientos entre +13 % y +22 %, sostenidos por altos precios de exportación y políticas industriales estratégicas.

En 2017, la economía creció +10,51 %, beneficiándose de la recuperación de precios de materias primas. Luego, la pandemia de COVID-19 provocó una contracción dramática del -10,43 % en 2020. La economía mostró una

recuperación notable en 2021, con un crecimiento del +10,31 %, impulsado por la reactivación de sectores productivos y políticas de estímulo económico que normalizaron gradualmente las actividades comerciales y sociales.

Figura 21

Producto Interno Bruto – Bolivia 1990 a 2021



Fuente: Banco Mundial, (2023).

Elaborado por: El Autor, 2025.

En el caso de Colombia los datos muestran un crecimiento constante, con fluctuaciones que coinciden con eventos globales que modifican el comportamiento de la economía. En 1992, el PIB creció un +17,64 %, seguido de un incremento del +13,84 % en 1993 y un notable +22,91 % en 1994. Este período de expansión económica es atribuido a reformas estructurales implementadas a comienzos de la década de 1990, que incluyeron la apertura económica, la liberalización del comercio y la IED, así como la modernización del sector financiero.

Sin embargo, en 1999, Colombia experimentó una contracción del PIB del -12,40 %, la más pronunciada en el período analizado. Esta recesión se debió a una combinación de factores internos y externos, incluyendo la crisis financiera internacional de finales de la década de 1990, una caída en los precios de las exportaciones colombianas y problemas fiscales internos.

Posteriormente, en 2004 y 2005, se registraron incrementos del +23,72 % y +24,35 % respectivamente, reflejando una fase de expansión económica sostenida, apoyada por un aumento en la inversión y el consumo interno.

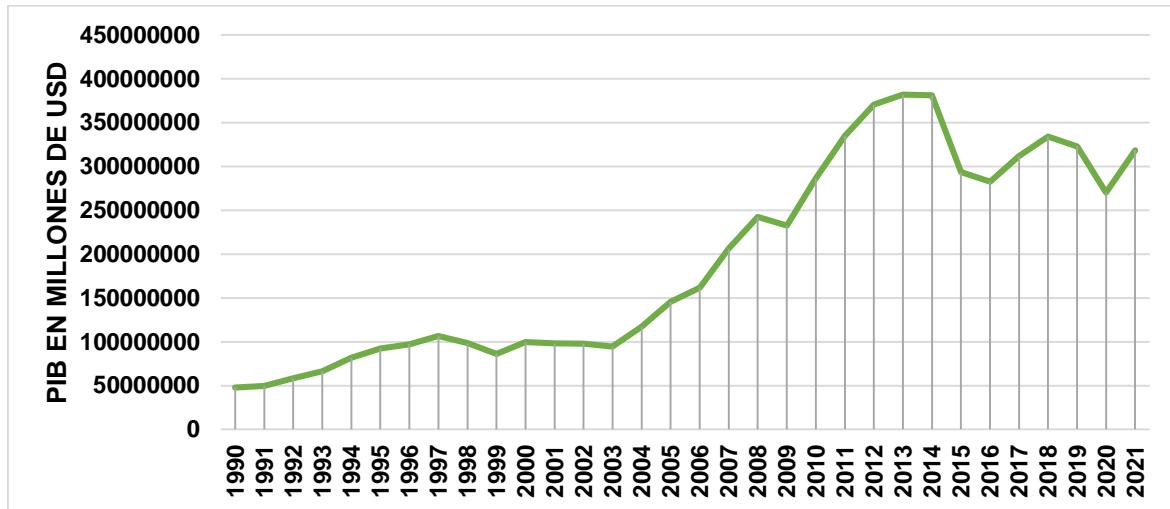
El año 2007 destacó con un crecimiento del +27,47 % en el PIB, de la mano del auge de los precios internacionales de las materias primas, especialmente el petróleo y el carbón, principales productos de exportación de Colombia. No

obstante, en 2015, el PIB sufrió una disminución del $-23,02\%$, por la caída de los precios del petróleo en los mercados internacionales, lo que afectó significativamente los ingresos fiscales y la balanza comercial del país.

En 2020, la economía colombiana enfrentó una contracción del $-16,31\%$ en su PIB, que provocó una reducción en la actividad económica. Sin embargo, en 2021, el PIB mostró una recuperación del $+17,82\%$, debido a que se tomaron medidas ya detalladas en apartados anteriores del estudio.

Figura 22

Producto Interno Bruto – Colombia 1990 a 2021



Fuente: Banco Mundial, (2023).

Elaborado por: El Autor, 2025.

Referente al PIB de Ecuador en 1991 creció un $+11,48\%$, gracias a políticas de liberalización económica y una mayor IED. Este crecimiento se consolidó en 1994, cuando el PIB aumentó un $+19,91\%$, reflejando expansión en sectores clave como la agricultura y la industria.

En 1999 Ecuador experimentó una contracción económica del $-29,79\%$ en su PIB, la más pronunciada en el período analizado. Esta crisis se atribuye a una combinación de factores, incluyendo el fenómeno de El Niño, que afectó negativamente la producción agrícola, una caída en los precios del petróleo y una crisis financiera interna que llevó a la devaluación de la moneda y una inflación descontrolada.

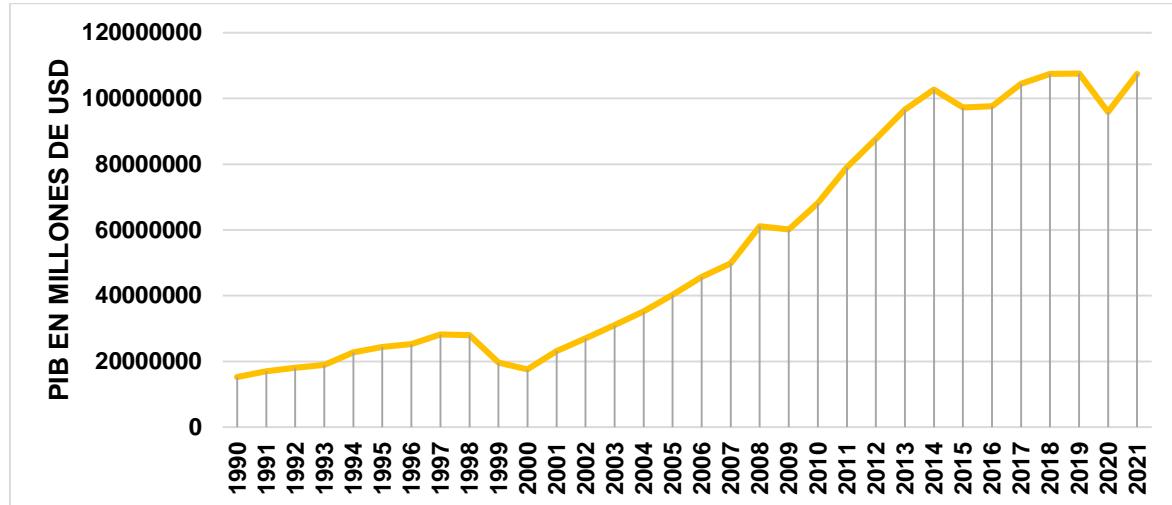
Como respuesta, en el año 2000, el país adoptó la dolarización, lo que inicialmente resultó en una disminución del PIB del $-10,72\%$. Sin embargo, luego esta medida estabilizó la economía, y en 2001, el PIB creció un $+31,86\%$, evidenciando una rápida recuperación económica.

En 2008, el PIB registró un incremento del +22,65 %, por la implementación de altos precios del petróleo y un aumento en el gasto público en infraestructura y programas sociales. No obstante, la crisis financiera global de 2008 afectó a Ecuador en 2009, resultando en una ligera contracción del PIB del -1,71 %. La economía ecuatoriana volvió a mostrar un crecimiento notable en 2011, con un aumento del PIB del +15,90 %, gracias a políticas de inversión pública y una recuperación en los precios del petróleo.

En 2020 se dio una contracción del PIB del -10,90 %, finalmente en el año 2021, la economía mostró signos de recuperación, con un crecimiento del PIB del +12,07 %.

Figura 23

Producto Interno Bruto – Ecuador 1990 a 2021



Fuente: Banco Mundial, (2023).

Elaborado por: El Autor, 2025.

Para el caso del Perú, la tendencia general es creciente, en este apartado se realiza el análisis de los períodos más sobresalientes de la serie. En el año 1991, los datos muestran que el PIB creció un +30,03 %. Por otro lado, en 1993, el PIB experimentó una contracción del -3,15%, debido a factores internos que afectaron la estabilidad económica. En 1994, la economía peruana registró un incremento del +28,85 % en su PIB, reflejando una consolidación de las reformas implementadas. El crecimiento continuó en 1995 con un aumento del +18,78 %, evidenciando la fortaleza de la economía en ese periodo.

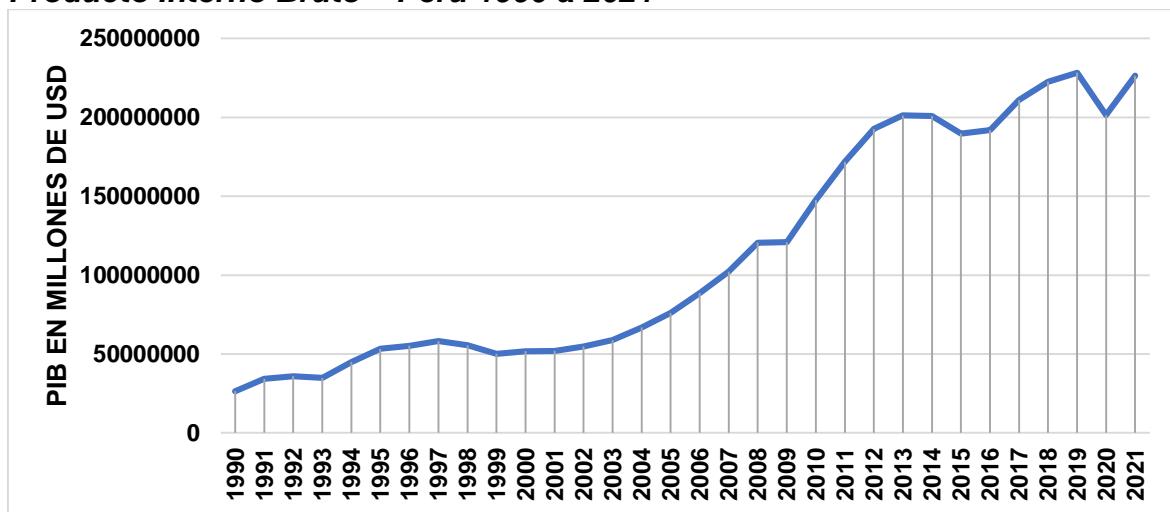
No obstante, en el año 1999, el PIB sufrió una disminución del -9,57 %, por la crisis financiera internacional. A partir de 2004, Perú experimentó un periodo de crecimiento sostenido, con incrementos del PIB del +13,69 % en 2004, +13,92 %

en 2005, +16,54 % en 2006, +15,26 % en 2007 y +17,99 % en 2008, impulsados por una mayor demanda externa de minerales y una política fiscal expansiva que fomentó la inversión en infraestructura.

En 2010, el PIB creció un +22,10 %, reflejando una rápida recuperación tras la crisis financiera global de 2008. Mientras que, en 2015, este indicador decreció un -5,47 %, producto de la caída de los precios de las materias primas y una desaceleración de la inversión privada. La pandemia de COVID-19 en 2020 provocó una contracción del PIB del -11,80 %. En 2021, la economía mostró signos de recuperación, con un crecimiento del PIB del +12,38 %.

Figura 24

Producto Interno Bruto – Perú 1990 a 2021



Fuente: Banco Mundial, (2023).

Elaborado por: El Autor, 2025.

Inversión Extranjera Directa en los Países de la CAN

A lo largo de las últimas décadas, la IED ha experimentado un crecimiento en la región, impulsando sectores clave como la minería, los servicios financieros y la manufactura. Según datos de la Secretaría General de la CAN, entre 2001 y 2010, estas tres actividades concentraron aproximadamente el 60 % de la IED total en la región.

En 2022, América Latina y el Caribe recibieron un total de \$224.579 millones en IED, lo que representa un incremento del +55,2 % respecto a 2021 y constituye el valor más alto registrado hasta la fecha. Sin embargo, Bolivia fue el único país de Sudamérica que no experimentó un aumento en la IED durante ese año, registrando una desinversión de \$26 millones, atribuida principalmente a retiros en el sector de hidrocarburos.

En contraste, Colombia ha mantenido una relación significativa con Estados Unidos, que en 2023 representó el 42 % de la IED en el país. Este flujo de capital extranjero ha contribuido a la modernización de infraestructuras, la generación de empleo y el fortalecimiento de las economías locales.

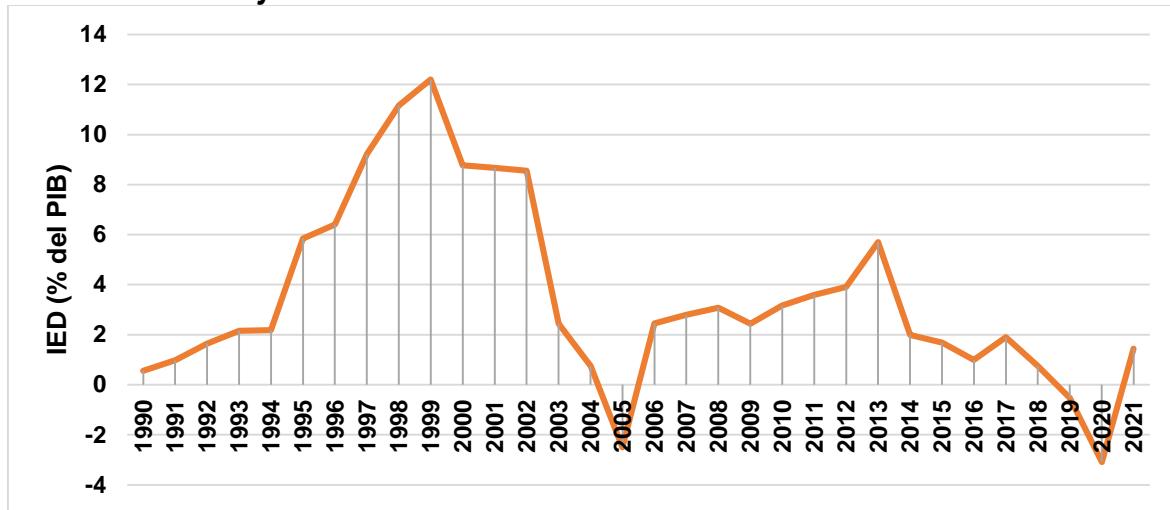
En la figura 25 se observa la evolución de la IED como porcentaje del PIB en Bolivia a lo largo del período analizado. Los datos reflejan una trayectoria fluctuante, marcada por reformas económicas, coyunturas internacionales y políticas internas.

Durante la década de 1990, Bolivia implementó reformas estructurales orientadas al mercado, incluyendo privatizaciones y liberalización económica, lo que atrajo flujos crecientes de IED. Este proceso se refleja en el incremento de 0,56 % del PIB en 1990 a 12,19 % en 1999. Sin embargo, a partir del año 2000 la IED comenzó a reducirse, situándose en 8,76 % del PIB en 2000 y 8,55 % en 2002, en un contexto de inestabilidad política y social que afectó la confianza de los inversores.

En 2003 y 2004 los flujos se redujeron drásticamente, llegando a 2,44 % y 0,74 % del PIB, respectivamente. El año 2005 fue particularmente crítico, registrando -2,49 % del PIB, en gran medida por el proceso de nacionalización de sectores estratégicos como los hidrocarburos, lo que derivó en salidas netas de capital. En 2006, la IED mostró una recuperación al alcanzar 2,45 % del PIB, reflejando una adaptación de los inversionistas a las nuevas reglas del juego.

Entre 2007 y 2013 se observó una tendencia ascendente, con niveles que pasaron de 2,79 % en 2007 a un máximo de 5,70 % en 2013. Este período estuvo marcado por un contexto internacional favorable y una mayor estabilidad política, que incentivaron la inversión en sectores como la industria manufacturera y los servicios.

A partir de 2014 la IED inició un descenso, registrando 1,98 % del PIB en ese año y cayendo a 1,68 % en 2015, en un escenario de precios internacionales menos favorables para las materias primas y políticas económicas percibidas como menos atractivas para el capital extranjero.

Figura 25***Inversión Extranjera Directa – Bolivia 1990 a 2021***

Fuente: Banco Mundial, (2023).

Elaborado por: El Autor, 2025.

La figura 26 muestra la evolución de la IED como porcentaje del PIB en Colombia durante el período analizado. Los resultados evidencian una tendencia de crecimiento general, aunque con marcadas fluctuaciones a lo largo de los años.

En los primeros años de la década de 1990, la IED se mantuvo en niveles relativamente bajos, pasando de 1,04 % en 1990 a 1,44 % en 1993. En 1995 descendió a 1,04 %, pero en 1996 se observó un repunte importante, alcanzando 3,20 % del PIB. En 1997 la IED continuó su ascenso hasta 5,21 %, uno de los registros más altos de esa década, antes de descender nuevamente en 1998 (2,87 %) y 1999 (1,74 %), en un contexto de inestabilidad financiera internacional.

En los años 2000, los niveles de IED se estabilizaron en torno a 2 % del PIB, con valores de 2,43 % en 2000 y 2,58 % en 2001. Posteriormente, entre 2002 y 2004, los registros oscilaron entre 1,81 % y 2,66 %. El año 2005 marcó un punto de inflexión al alcanzar 7,02 % del PIB, uno de los niveles más altos de toda la serie, reflejando la confianza en las políticas económicas y la estabilidad macroeconómica del país.

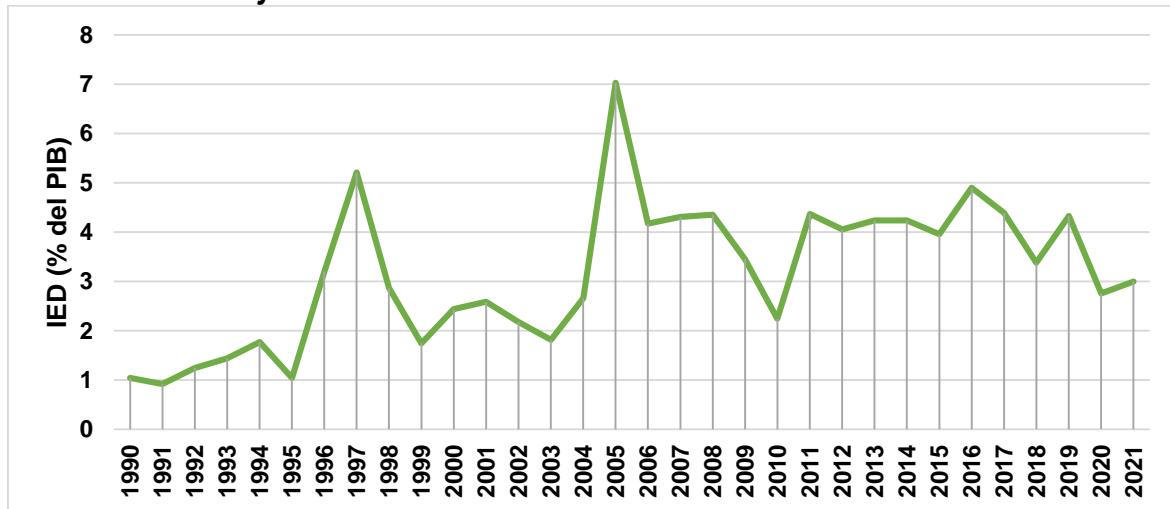
Tras este pico, la IED se ubicó en 4,17 % en 2006 y se mantuvo cercana al 4 % entre 2007 y 2008. En 2009 se redujo a 3,45 %, pero en 2011 volvió a crecer hasta 4,37 %, manteniéndose en torno a esos valores durante los años siguientes: 4,05 % en 2012, 4,24 % en 2013 y 4,24 % en 2014. En 2015 se situó en 3,95 %, confirmando una ligera tendencia descendente.

En 2016 se observó un nuevo repunte con 4,90 % del PIB, antes de estabilizarse alrededor del 4 % en 2017 (4,39 %) y 2019 (4,33 %). En 2018, en cambio, se registró una caída a 3,38 %.

Finalmente, en 2020 la IED descendió a 2,75 %, en el contexto de la pandemia de COVID-19 y la desaceleración económica mundial. En 2021 se observó una leve recuperación hasta 3,00 %, aunque sin alcanzar los niveles previos a la crisis sanitaria.

Figura 26

Inversión Extranjera Directa – Colombia 1990 a 2021



Fuente: Banco Mundial, (2023).

Elaborado por: El Autor, 2025.

En la figura 27 se observa la evolución de la IED como porcentaje del PIB en Ecuador, con un comportamiento fluctuante y una tendencia general a la baja.

En los primeros años de la década de 1990, la IED se mantuvo en niveles cercanos al 1 % del PIB, con valores de 0,82 % en 1990 y 0,94 % en 1991. A partir de 1993 se registró un aumento hasta 2,50 %, que se mantuvo en torno a esos niveles hasta 1994 (2,53 %). Sin embargo, en 1995 la IED se redujo a 1,85 %, reflejando la inestabilidad política y económica de la época.

Entre 1996 y 1999, los flujos retomaron una senda creciente, alcanzando 3,30 % del PIB en 1999. En el año 2000 se produjo un retroceso significativo, con un valor negativo de -0,13 % del PIB, en el contexto de la crisis financiera de finales de los noventa y la adopción de la dolarización. A partir de 2001, la IED se recuperó parcialmente con 2,32 %, y en 2002 alcanzó 2,89 %.

Entre 2003 y 2007 se observó una tendencia descendente, pasando de 2,81 % a 0,39 % del PIB. Este comportamiento coincidió con cambios en el entorno

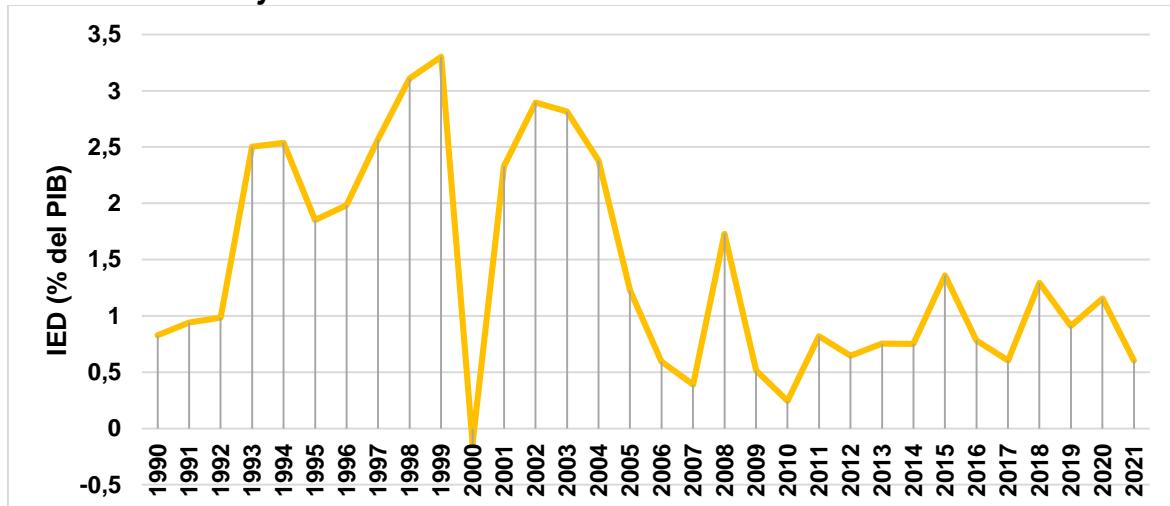
político y con la renegociación de contratos en sectores estratégicos, lo que generó mayor cautela entre los inversionistas. En 2008, la IED subió a 1,73 %, en un contexto de altos precios de las materias primas y de mayor dinamismo en el sector petrolero y minero. Sin embargo, en los años siguientes los flujos volvieron a disminuir, con 0,51 % en 2009 y 0,24 % en 2010, en gran medida por los efectos de la crisis financiera global de 2008.

Entre 2011 y 2014, los niveles se mantuvieron bajos, oscilando entre 0,64 % y 0,82 % del PIB. En 2015, la IED aumentó a 1,36 %, apoyada en acuerdos comerciales y en inversiones en sectores estratégicos. No obstante, en 2016 y 2017 descendió nuevamente, con 0,78 % y 0,60 %, respectivamente. En 2018 se registró un repunte, alcanzando 1,29 % del PIB, en un contexto de reformas económicas orientadas a atraer capital hacia sectores no tradicionales. En 2019, el indicador bajó a 0,91 %, pero en 2020 subió ligeramente a 1,15 %, pese al impacto de la pandemia de COVID-19, lo que refleja inversiones en sectores esenciales que mostraron resiliencia en medio de la crisis sanitaria.

Finalmente, en 2021 la IED volvió a caer hasta 0,60 % del PIB, en un escenario marcado por persistente incertidumbre económica y tensiones políticas internas que afectaron la confianza de los inversionistas.

Figura 27

Inversión Extranjera Directa – Ecuador 1990 a 2021



Fuente: Banco Mundial, (2023).

Elaborado por: El Autor, 2025.

En la figura 28 se observa la evolución de la IED como porcentaje del PIB en Perú. La serie no muestra una tendencia lineal clara: la primera mitad del período

se caracteriza por un crecimiento sostenido, mientras que después de 2010 la tendencia general es decreciente.

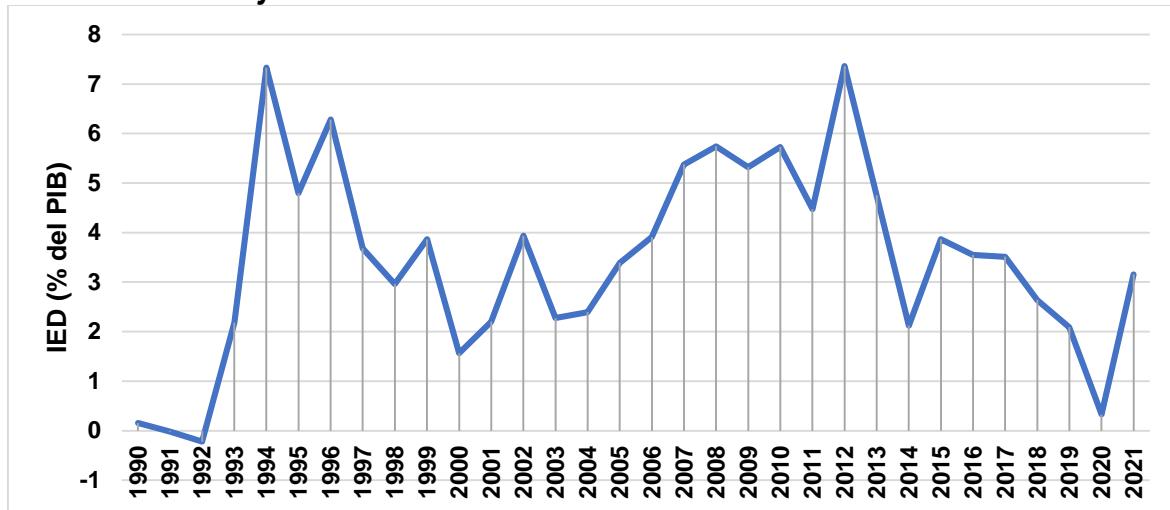
En los primeros años, la IED se situó en valores muy bajos, con 0,15 % del PIB en 1990 y cifras negativas en 1991 (-0,02 %) y 1992 (-0,21 %), reflejo de la inestabilidad económica y política del país. A partir de 1993 se produjo un cambio importante, al ubicarse en 2,18 % del PIB, impulsado por reformas económicas y mayor apertura del mercado. En 1994 se consolidó esta tendencia, alcanzando 7,32 %, uno de los registros más altos de toda la década, favorecido por las privatizaciones y el entorno de liberalización.

Durante la segunda mitad de los noventa, los flujos de IED se mantuvieron en niveles relativamente altos, con 6,28 % en 1996, aunque con descensos posteriores como en 1997 (3,67 %) y 1998 (2,96 %). En 1999 se recuperaron hasta 3,86 %, antes de caer nuevamente en 2000 a 1,56 %, en un contexto de incertidumbre política interna.

En los años siguientes, la IED se mantuvo entre 2 % y 4 % del PIB, con valores de 2,19 % en 2001, 3,93 % en 2002 y 3,39 % en 2005. Posteriormente, entre 2006 y 2010, los flujos se incrementaron, alcanzando niveles sostenidos superiores al 5 % del PIB, con un máximo de 5,74 % en 2008.

En 2011 la IED registró 4,47 %, pero en 2012 alcanzó 7,36 %, el mayor valor de toda la serie, asociado a proyectos de gran envergadura en minería e infraestructura. A partir de 2013 se inició una tendencia descendente: 4,75 % en 2013, 2,12 % en 2014 y 3,86 % en 2015, lo que refleja la finalización de proyectos y menor ingreso de capitales.

En los años posteriores, los niveles se mantuvieron moderados: 3,54 % en 2016, 3,51 % en 2017 y 2,63 % en 2018, hasta llegar a 2,09 % en 2019. En 2020, en el contexto de la pandemia de COVID-19 y la recesión global, la IED cayó drásticamente a 0,32 % del PIB. Finalmente, en 2021 se observó una recuperación significativa, alcanzando 3,15 %, en línea con la reactivación económica internacional.

Figura 28***Inversión Extranjera Directa – Perú 1990 a 2021***

Fuente: Banco Mundial, (2023).

Elaborado por: El Autor, 2025.

Incidencia de los factores determinantes en el consumo de energía renovable

Para determinar la incidencia de los factores que explican el consumo de energía renovable en los países de la CAN, se elaboró un modelo de datos de panel. El modelo se compone de $N = 4$ unidades de corte transversal (Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú) y $T = 32$ períodos anuales (1990–2021), lo que permite un análisis comparativo tanto entre países como a lo largo del tiempo.

La variable dependiente está definida por el consumo de energía renovable, mientras que se consideraron cinco variables independientes: el IDH, las emisiones de GEI, el comercio, la IED y el PIB de cada uno de los cuatro países que conforman este bloque regional.

En primera instancia se realizaron las respectivas transformaciones de las variables consumo de energía renovable y PIB a logaritmos.

Es importante mencionar que la variable emisiones de GEI fue transformada utilizando la raíz cuadrada debido a varios problemas detectados en su distribución y comportamiento en el modelo de datos de panel. En primer lugar, se observó una alta asimetría positiva en su distribución, lo que podría comprometer la normalidad de los errores y afectar la validez de las estimaciones.

En segundo lugar, la variable presentó heterocedasticidad, es decir, una varianza no constante. Adicionalmente, el rango amplio de los valores extremos influía de manera desproporcionada en los resultados del modelo, afectando la

precisión de las estimaciones. Por último, los análisis exploratorios mostraron una relación no lineal entre el consumo de energía renovable y la variable dependiente, lo que justificó la transformación para capturar mejor esta dinámica. La transformación de raíz cuadrada permitió abordar simultáneamente estos problemas, garantizando estimaciones más robustas y representativas del fenómeno estudiado.

En un modelo de datos de panel, para obtener estimaciones correctas, es necesario que las variables cumplan la condición de estacionariedad. En el Apéndice 1 se verifica que la variable consumo de energía es estacionaria en primera diferencia. En los Apéndice 2, Apéndice 3, Apéndice 4, Apéndice 5 y Apéndice 6, se incluye la prueba correspondiente a las variables independientes, en ellos consta que las emisiones de GEI es integrada de segundo orden, el comercio se vuelve estacionaria al aplicar un primer orden de integración. El IDH y la IED son estacionarias a nivel, finalmente el PIB es estacionaria en sus primeras diferencias.

Una vez determinado el orden de estacionariedad de cada variable, la metodología nos indica que se debe estimar la prueba de cointegración. Para el presente estudio se llevó a cabo la prueba de cointegración de panel de Kao, la cual consta en el Apéndice 7, en la tabla se observan los resultados, al obtener un valor p de 0.0086, siendo inferior al valor de significancia establecido del 0,05, se determinó que las variables del estudio sí están cointegradas. Es decir, las variables comparten una trayectoria o tendencia común, en el periodo de estudio analizado.

Es importante definir qué tipo de modelo de datos de panel se empleará en el estudio el cual se puede estimar mediante MCO, efectos fijos o aleatorios. Para esto se calculó la existencia de heterogeneidad individual inobservable (HII), mediante la prueba de Breush – Pagan. Los resultados se muestran en la tabla 1 el estadístico señalado arroja un resultado de 0.0013, siendo menor al nivel de significancia establecido para el presente estudio, se rechaza la hipótesis nula, lo que significa que existe dependencia transversal a un nivel significativo entre las 4 unidades del modelo.

En base a lo antes expuesto el método de estimación por MCO no resulta adecuado para el presente modelo.

Tabla 1**Test de Breush – Pagan**

Residual Cross-Section Dependence Test
 Null hypothesis: No cross-section dependence (correlation) in residuals
 Equation: EQ01
 Periods included: 32
 Cross-sections included: 4
 Total panel observations: 128
 Note: non-zero cross-section means detected in data
 Cross-section means were removed during computation of correlations

Test	Statistic	d.f.	Prob.
Breusch-Pagan LM	21.77688	6	0.0013
Pesaran scaled LM	4.554392		0.0000
Pesaran CD	-0.056361		0.9551

Notas:

Fuente: Eviews 12. Elaborado por: El Autor, 2025.

La prueba de Hausman se empleó para corroborar si corresponde a un de un modelo de panel de efectos fijos o aleatorios. En la tabla 2 se presentan los resultados extraídos del software Eviews, en estos se verifica la existencia de un valor p de 0.000, al ser inferior al 0.05 establecido, se concluyó que el modelo de efectos fijos es el más adecuado, debido a que proporcionará resultados más consistentes considerando las diferencias sistemáticas que existen entre los coeficientes.

Tabla 2**Prueba de Hausman**

Correlated Random Effects - Hausman Test
 Equation: EQ01
 Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq.	
		d.f.	Prob.
Cross-section random	328.196963	3	0.0000

Notas:

Fuente: Eviews 12. Elaborado por: El Autor, 2025.

El Apéndice 8 contiene los resultados obtenidos al estimar el modelo de datos de panel de efectos fijos, estos permiten evidenciar que la variable

dependiente LCONSUMO_ENERGIA (consumo de energía renovable) está influenciada de manera diferenciada por las variables independientes. EMISIONESCO2 tiene un coeficiente positivo de 0.001523, pero no es estadísticamente significativo ($p = 0.3949$), lo que sugiere que las emisiones de CO₂ no tienen un efecto concluyente sobre el consumo de energía renovable.

En cambio, COMERCIO presenta un coeficiente negativo de -0.005287 y es significativo ($p = 0.0020$), lo que indica que un mayor nivel de comercio internacional está asociado con una reducción en el consumo de energía renovable. La variable IDH también muestra un coeficiente negativo de -0.473267, pero no es significativa ($p = 0.6910$), lo que sugiere que el nivel de desarrollo humano no tiene un impacto claro en el consumo de energías renovables. Por otro lado, IED tiene un coeficiente positivo de 0.019626 y es significativa ($p = 0.0019$), lo que indica que una mayor IED favorece el consumo de energía renovable.

Finalmente, LPIB presenta un coeficiente negativo de -0.220919 y es significativo ($p = 0.0030$), lo que sugiere que un aumento en el PIB se asocia con una reducción en el consumo de energías renovables, posiblemente reflejando una mayor dependencia de fuentes no renovables a medida que la economía crece. El modelo presenta un R-cuadrado de 0.8426, lo que indica que el 84.26% de la variabilidad en el consumo de energía renovable es explicada por las variables incluidas, y la Prob(F-statistic) de 0.0000 confirma la significancia global del modelo.

Una vez que se ha detectado la no significancia de las variables EMISIONESCO2 e IDH, se procede a eliminarlas del modelo. En el nuevo modelo de efectos fijos (ver tabla 3) se obtuvo que el modelo es estadísticamente significativo de manera conjunta, con una probabilidad F del 0000. Además, el modelo es robusto con un R-cuadrado de 0.8416, es decir, el 84% de la variación de la variable dependiente se explica por las otras variables del modelo. Para corroborar la validez de las afirmaciones anteriores, se ha llevado a cabo las pruebas de hipótesis correspondientes.

Tabla 3**Modelo de Efectos Fijos Eliminando variables no representativas**

Dependent Variable: LCONSUMO_ENERGIA

Method: Panel Least Squares

Sample: 1990 2021

Periods included: 32

Cross-sections included: 4

Total panel (balanced) observations: 128

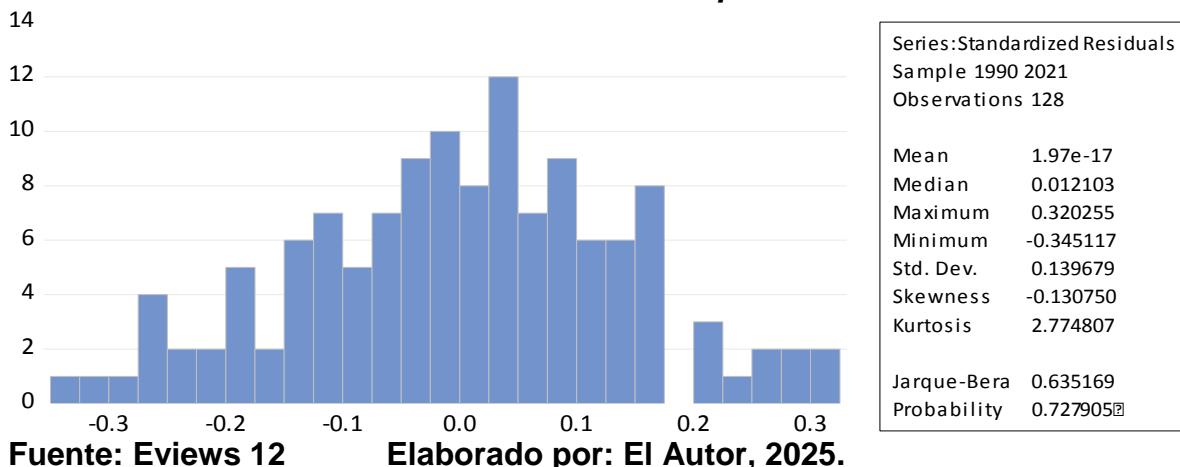
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.886168	0.348167	19.77833	0.0000
COMERCIO	-0.004871	0.001587	-3.068863	0.0027
IED	0.018037	0.005691	3.169404	0.0019
LPIB	-0.195582	0.021225	-9.214749	0.0000

Effects Specification**Cross-section fixed (dummy variables)**

Root MSE	0.139132	R-squared	0.841661
Mean dependent var	3.224731	Adjusted R-squared	0.833809
S.D. dependent var	0.351023	S.E. of regression	0.143100
Akaike info criterion	-0.997414	Sum squared resid	2.477784
Schwarz criterion	-0.841443	Log likelihood	70.83446
Hannan-Quinn criter.	-0.934042	F-statistic	107.1972
Durbin-Watson stat	0.329771	Prob(F-statistic)	0.000000

Notas:**Fuente: Eviews 12. Elaborado por: El Autor, 2025.****Contraste de Normalidad de Jarque – Bera**

La figura 29 contiene el contraste de normalidad en donde se evaluó el estadístico Jarque – Bera. Los resultados obtenidos indican que los residuos del modelo de datos de panel siguen una distribución normal, esto se afirma debido a que el valor de probabilidad obtenido fue del 0.72 (72%).

Figura 29**Prueba de normalidad del modelo de datos de panel**

Fuente: Eviews 12

Elaborado por: El Autor, 2025.

Prueba de Heterocedasticidad del Modelo de Datos de Panel

La prueba de heterocedasticidad (ver tabla 4) permite corroborar si los residuos del modelo siguen un proceso homocedástico o no, al realizar el test se obtiene un valor de 0.1585, superior al 0,05 definido para este estudio, como consecuencia de ello no se rechaza la hipótesis nula que indica que los residuos del modelo son homocedásticos.

Tabla 4**Prueba de heteroscedasticidad del modelo de datos de panel**

Panel Period Heteroskedasticity LR Test

Equation: EQ01

Specification: LCONSUMO_ENERGIA C COMERCIO IED LPIB

Null hypothesis: Residuals are homoskedastic

	Value	df	Probability
Likelihood ratio	6.601230	4	0.1585
LR test summary:			
	Value	df	
Restricted LogL	-44.21656	126	
Unrestricted LogL	-40.91595	126	

Notas:

Fuente: Eviews 12

Elaborado por: El Autor, 2025.

Prueba de Correlación de los Residuos del Modelo de Datos de Panel

Los resultados de la prueba de dependencia transversal en los residuos del modelo de efectos fijos indican evidencia significativa de correlación entre las unidades del panel. Las pruebas LM de Breusch-Pagan, LM escalado y LM

corregido por sesgo presentan p-valores inferiores a 0.05, lo que lleva a rechazar la hipótesis nula de independencia entre secciones transversales.

Aunque la prueba de Pesaran CD no muestra significancia, este es menos adecuado en contextos donde el número de periodos (T) es mayor que el número de unidades (N), como en este caso. Por tanto, se concluye que existe dependencia transversal, lo cual sugiere la necesidad de ajustar el modelo o los errores estándar para tener en cuenta esta correlación.

Tabla 5

Prueba de correlación del modelo de datos de panel

Residual Cross-Section Dependence Test
 Null hypothesis: No cross-section dependence (correlation) in residuals
 Equation: EQ01
 Periods included: 32
 Cross-sections included: 4
 Total panel observations: 128
 Cross-section effects were removed during estimation

Test	Statistic	d.f.	Prob.
Breusch-Pagan LM	15.91322	6	0.0142
Pesaran scaled LM	2.861700		0.0042
Bias-corrected scaled LM	2.797184		0.0052
Pesaran CD	-0.963283		0.3354

Notas:

Fuente: Eviews 12 Elaborado por: El Autor, 2025.

En el contexto del modelo de efectos fijos estimado, se ha identificado dependencia transversal en los residuos, lo cual requiere una corrección adecuada para asegurar la validez de las inferencias. Según Labra y Torrecillas (2010), el estimador intragrupos (within) es el método apropiado para tratar los efectos fijos, ya que asume que el efecto individual está correlacionado con las variables explicativas, permitiendo así separar dicho efecto del término de error.

Complementariamente, el documento oficial del manejo y uso del Software Eviews -12, proporcionado por el desarrollador oficial IHS Global Inc (2020), señala que esta dependencia transversal puede ser corregida utilizando el comando *Cross-section Weights* en la opción *GLS Weights*. Esta especificación permite que el modelo de efectos fijos capture adecuadamente la heterocedasticidad y la

correlación contemporánea entre unidades, ajustando los errores estándar y mejorando la eficiencia de las estimaciones.

La prueba de correlación serial corregida se evidencia a continuación, en la tabla 6, los datos muestran que todos los tests, incluidos el LM de Breusch-Pagan y sus versiones escaladas, así como el test de Pesaran CD, presentan valores p mayores a 0.05, lo que implica que no se puede rechazar la hipótesis nula de ausencia de dependencia transversal entre las unidades del panel.

En particular, el estadístico del test de Breusch-Pagan (11.32401) con un p-valor de 0.0789 sugiere una posible reducción de la correlación entre secciones transversales, y los resultados de los demás tests refuerzan esta conclusión. Por lo tanto, se considera que la corrección implementada mediante el uso de ponderaciones por sección transversal (GLS Weights) ha sido efectiva para mitigar la dependencia entre unidades, haciendo que los supuestos del modelo de efectos fijos sean más robustos y las inferencias estadísticamente más confiables.

Tabla 6

Prueba de correlación del modelo de datos de panel – corregida

Residual Cross-Section Dependence Test
 Null hypothesis: No cross-section dependence (correlation) in weighted
 Residuals
 Equation: EQ01
 Periods included: 32
 Cross-sections included: 4
 Total panel observations: 128
 Cross-section effects were removed during estimation

Test	Statistic	d.f.	Prob.
Breusch-Pagan LM	11.32401	6	0.0789
Pesaran scaled LM	1.536910		0.1243
Bias-corrected scaled LM	1.472393		0.1409
Pesaran CD	-1.321094		0.1865

Notas:

Fuente: Eviews 12 Elaborado por: El Autor, 2025.

Modelo Final de Efectos Fijos Ajustado con Ponderaciones por Sección Transversal (GLS Weights)

El modelo corregido mediante ponderaciones por sección transversal, implementado a través del método GLS (Generalized Least Squares), se presenta en la Tabla 7. Esta corrección permitió mitigar la dependencia transversal detectada

en las estimaciones iniciales, ajustando los errores estándar y mejorando la eficiencia del modelo. A partir de esta especificación final, se procedió con las interpretaciones econométricas correspondientes.

Tabla 7

Modelo final de efectos fijos ajustado con ponderaciones por sección transversal (GLS Weights)

Dependent Variable: LCONSUMO_ENERGIA

Method: Panel EGLS (Cross-section weights)

Sample: 1990 2021

Periods included: 32

Cross-sections included: 4

Total panel (balanced) observations: 128

Linear estimation after one-step weighting matrix

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.381290	0.332051	19.21781	0.0000
COMERCIO	-0.004240	0.001614	-2.627990	0.0097
IED	0.015786	0.005943	2.656487	0.0090
LPIB	-0.168543	0.020586	-8.187335	0.0000
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
Weighted Statistics				
Root MSE	0.137154	R-squared	0.857894	
Mean dependent var	3.374893	Adjusted R-squared	0.850847	
S.D. dependent var	0.746043	S.E. of regression	0.141066	
Sum squared resid	2.407844	F-statistic	121.7459	
Durbin-Watson stat	0.350039	Prob(F-statistic)	0.000000	

Notas:

Fuente: Eviews 12 **Elaborado por: El Autor, 2025.**

Interpretación Final de los Coeficientes del Modelo de Datos de Panel de Efectos Fijos

$$L\text{Consumo_Energía} = 6.38128974072 - 0.00424035116013*\text{COMERCIO} + 0.0157864969542*\text{IED} - 0.1685425465*\text{LPIB} + [\text{CX=F}]$$

La ecuación del modelo de datos de panel de efectos fijos representa la relación entre el consumo de energía renovable y tres variables explicativas: comercio, IED y el PIB, considerando efectos fijos por país (**[CX=F]**).

- **Intercepto (6.3813):** Representa el nivel esperado del logaritmo del consumo de energía cuando todas las variables independientes valen cero, ceteris paribus. Aunque en un modelo con logaritmos y efectos fijos su interpretación directa es limitada.
- **COMERCIO (-0.0042):** Un aumento de una unidad en el comercio como porcentaje del PIB se asocia con una disminución de 0.0042 unidades en el logaritmo del consumo de energía, manteniendo constantes las demás variables. Esto sugiere que una mayor apertura comercial estaría asociada a una leve reducción en el consumo energético, posiblemente por mayor eficiencia o especialización productiva.
- **IED (0.0158):** Un incremento de una unidad en la IED se asocia con un aumento de 0.0158 unidades en el logaritmo del consumo de energía, lo que podría indicar que la IED impulsa actividades económicas con mayor demanda energética.
- **LPIB (-0.1685):** Un aumento del 1% en el PIB (dado que se usa el logaritmo) se asocia con una reducción del 0.1685 en el logaritmo del consumo de energía, lo cual sugiere una relación inversa. Esto puede interpretarse como un signo de mejoras en eficiencia energética a medida que crece la economía.

El término **[CX=F]** captura los efectos fijos específicos de cada país, controlando por factores inobservables constantes en el tiempo.

5. DISCUSIÓN

El análisis del consumo de energía renovable en los países de la CAN evidenció trayectorias heterogéneas, determinadas por la disponibilidad de recursos y por factores económicos y climáticos que han condicionado la estabilidad de sus matrices energéticas.

Este comportamiento presenta coincidencias con lo planteado por Da Silva (2022), quien sostiene que la transición energética depende de la capacidad institucional para coordinar políticas coherentes entre los Estados. A diferencia de la Unión Europea, donde la planificación conjunta ha permitido reducir la dependencia de combustibles fósiles, los países andinos avanzan de forma fragmentada, lo que limita la eficiencia de sus estrategias y genera costos económicos por la falta de integración regional en el sector energético.

En este sentido, la divergencia entre ambas regiones muestra que la ausencia de políticas coordinadas no solo retrasa la transición energética, sino que también incrementa la vulnerabilidad fiscal ante las variaciones del precio del petróleo y la dependencia de importaciones energéticas.

La evolución del consumo también refleja factores sociales relacionados con la percepción ciudadana. Morán (2022) identificó una aceptación positiva hacia los proyectos de energías limpias en Esmeraldas, impulsada por los impactos negativos de las fuentes convencionales. Este resultado sugiere que la sostenibilidad energética no depende únicamente de la inversión o de la oferta tecnológica, sino de la capacidad de los gobiernos para generar confianza y participación social.

Desde una perspectiva económica, los proyectos con legitimidad comunitaria reducen los costos de implementación, mejoran la eficiencia pública y potencian efectos multiplicadores sobre empleo y consumo, consolidando una base social para el desarrollo sostenible.

Los resultados obtenidos mediante el modelo de efectos fijos revelan que la IED tiene un impacto positivo y significativo sobre el consumo de energías renovables en los países de la CAN, en línea con lo expuesto por Robayo (2021) sobre el papel del capital externo en la expansión de la oferta energética. No obstante, a diferencia del contexto europeo analizado por Da Silva (2022), donde la IED impulsa innovación y productividad, en la región andina su efecto se

concentra en proyectos extractivos o de infraestructura con escaso impacto distributivo.

Esto evidencia que los beneficios económicos de la IED dependen de su orientación sectorial. Por ello, en la CAN se requiere canalizar la inversión extranjera hacia sectores estratégicos que generen valor agregado, empleo sostenible y contribuyan efectivamente a la transición energético.

En cambio, la relación negativa entre el crecimiento económico, la apertura comercial y el consumo de energía renovable coincide con la advertencia de Catalán (2020), quien encontró que el ingreso y las energías no renovables explican en mayor medida las emisiones de gases de efecto invernadero en México, mientras que el consumo de energías renovables tiene un impacto marginal. En la CAN, el patrón de crecimiento sigue anclado a sectores primarios intensivos en energía fósil, lo que genera vulnerabilidad ante fluctuaciones externas y retrasa la transición energética.

Económicamente, esto implica que la expansión del PIB no se traduce en mejoras estructurales del sistema energético, sino que reproduce una senda de crecimiento dependiente de los recursos naturales. La ausencia de incentivos a la innovación y la escasa diversificación productiva limitan la capacidad de los países andinos para aprovechar las oportunidades del mercado global de energías limpias.

Finalmente, los resultados se relacionan con lo planteado por Perino et al. (2021), quienes subrayan la urgencia de un manejo racional de los recursos naturales. La reducción temporal de emisiones durante la pandemia de 2020 evidenció la fragilidad de los sistemas energéticos regionales, porque las mejoras ambientales no fueron producto de políticas sostenibles, sino de una contracción económica.

La CAN debe fortalecer sus capacidades institucionales, atraer inversión sostenible y diseñar políticas que integren desarrollo económico con sostenibilidad ambiental, tal como lo sugieren Montes et al. (2025) en su análisis regional. La transición energética en América Latina requiere superar barreras estructurales y fomentar la cooperación regional para lograr un modelo energético más justo, resiliente y bajo en carbono.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El análisis del comportamiento del consumo de energía renovable en la CAN muestra que cada país tiene una trayectoria diferente, lo cual se debe a sus particularidades económicas, sociales y políticas.

Bolivia mostró una disminución sostenida de su consumo, con retrocesos notables como el -9,18 % en 2011 y el -24,08 % en 2021, asociados a la creciente dependencia del gas natural en su matriz energética. En contraste, Ecuador presentó un crecimiento constante entre 2015 y 2020, impulsado por la puesta en marcha de megaproyectos hidroeléctricos que fortalecieron su capacidad instalada. Colombia, logró estabilizar su matriz con predominio de la hidroenergía y un avance reciente en el aprovechamiento de fuentes solares y eólicas. Mientras que Perú, por su parte, alternó descensos y repuntes como el 24,07 % en 1998 y el 16,51 % en 2020, evidenciando progresos en la diversificación, aunque con alta vulnerabilidad frente a fenómenos climáticos.

En relación con los factores determinantes, se identificó que el consumo de energía renovable en la CAN está influenciado por dimensiones económicas, sociales y ambientales.

El comportamiento del IDH mostró una evolución paralela al consumo de energías limpias, sugiriendo que las mejoras en salud y educación favorecen condiciones propicias para la transición energética, aunque el indicador no resultó estadísticamente significativo en el modelo final. Las emisiones de dióxido de carbono, en cambio, reflejaron la sensibilidad del sistema energético frente a cambios productivos y coyunturales, como la pandemia de COVID-19, que redujo notablemente la actividad económica y, con ello, las emisiones.

La estimación del modelo de datos de panel con efectos fijos confirmó la incidencia de los factores determinantes en el consumo de energía renovable.

La IED presentó un efecto positivo y estadísticamente significativo, con un coeficiente de 0.0158, lo que indica que un mayor flujo de capital externo está asociado con un incremento en el consumo de energías renovables. Económicamente, este resultado evidencia que la IED actúa como un motor para financiar proyectos sostenibles y promover la transferencia tecnológica en el sector energético. Este hallazgo responde al objetivo al demostrar la incidencia de la IED

como factor determinante, y al identificarla como una variable clave en la transición energética.

En contraste, la apertura comercial mostró un coeficiente negativo de -0.0042, lo que puede interpretarse como una señal de que el comercio exterior en la CAN no ha estado orientado a la importación de tecnologías limpias ni a la promoción de energías renovables. Desde el enfoque de economía internacional, esto puede deberse a una inserción comercial basada en bienes primarios y combustibles fósiles. La relación negativa cumple con identificar la apertura como un factor con efecto adverso y evidenciando su incidencia estadística.

Por su parte, el PIB arrojó un coeficiente negativo de -0.1685, lo que sugiere que el crecimiento económico en la CAN continúa vinculado a sectores extractivos y de alto consumo energético no renovable. Esto se alinea con la teoría del crecimiento dependiente de recursos naturales, donde el aumento del PIB no necesariamente implica mejoras en sostenibilidad. De esta manera se evidencia el comportamiento del consumo energético y se demuestra que el PIB actúa como un factor que limita el avance hacia fuentes renovables. El modelo alcanzó un R^2 ajustado de 0.8508, lo que confirma su sólida capacidad explicativa y la coherencia interna de las variables analizadas.

En conjunto, los resultados permiten confirmar la hipótesis planteada, por lo tanto, se demuestra la existencia de relaciones significativas entre el consumo de energía renovable y sus determinantes en los países de la CAN.

Destaca especialmente el papel positivo de la IED como motor de la transición energética, mientras que factores como el PIB y la apertura comercial, aunque significativos, mantienen una incidencia negativa que refleja los desafíos estructurales de la región para alcanzar una matriz energética más sostenible.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda extender el análisis a un periodo más amplio y considerar la inclusión de otros bloques regionales de América Latina, como MERCOSUR o la Alianza del Pacífico. Esto permitiría contrastar los resultados de la CAN con otras realidades energéticas, enriquecer el análisis comparativo y detectar patrones comunes o divergentes en los determinantes del consumo de energía renovable.

Futuras investigaciones podrían incorporar variables como el gasto público en energía, la calidad institucional, la innovación tecnológica o la adopción de marcos regulatorios verdes. Asimismo, se sugiere considerar el uso de modelos

dinámicos o no lineales, como GMM o modelos de panel cointegrados, que capturen mejor las relaciones complejas y de largo plazo entre las variables.

Dado el vínculo entre el IDH y el consumo de energía renovable, pero su impacto actual se concentra en sectores extractivos con bajo efecto distributivo, se sugiere diseñar estrategias que integren el acceso a servicios básicos con la promoción de energías limpias, especialmente en comunidades rurales o marginadas. Iniciativas como programas de electrificación rural con tecnologías renovables pueden generar impactos positivos tanto sociales como ambientales.

La relación negativa entre apertura comercial y consumo de energía renovable sugiere que el comercio exterior en la CAN no ha favorecido la transición energética. Por ello, se recomienda revisar los tratados comerciales para incentivar la importación de tecnologías limpias y limitar el ingreso de productos intensivos en carbono.

El coeficiente negativo del PIB indica que el crecimiento económico en la CAN sigue vinculado a fuentes fósiles. Se recomienda incluir metas de diversificación energética en los planes de desarrollo, promoviendo sectores productivos menos intensivos en carbono.

BIBLIOGRAFÍA

Agudelo, L., & Aigner, J. (2008). *Diseños de investigación experimental y no-experimental*. Universidad de Antioquia , Repositorio Institucional Universidad de Antioquia . Obtenido de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/2622>

Andrade Araujo, J., & Cabral, J. (2014). Relación entre la desigualdad de la renta y el crecimiento económico en Brasil: 1995-2012. *Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana De Economía*, 46(180). doi:[https://doi.org/10.1016/S0301-7036\(15\)72122-X](https://doi.org/10.1016/S0301-7036(15)72122-X)

Artaraz, M. (2002). Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. *Ecosistema*, 11(2). Obtenido de https://eva.interior.udelar.edu.uy/pluginfile.php/27291/mod_resource/content/1/Teoria%20de%20las%20tres%20dimensiones%20del%20desarrollo%20sostenible.pdf

Asamblea Constituyente. (20 de octubre de 2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Obtenido de Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

Callen, T. (2008). ¿Qué es el producto interno bruto? *Finanzas y Desarrollo*. Obtenido de <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2008/12/pdf/basics.pdf>

Castro, J., Gafner, C., Guzmán, L., Herrera, G., Hurtado, J., Jiménez, I., . . . Yábar, A. (2016). *Instrumentos Económicos y Financieros para la Gestión Ambiental*. (M. d. García Pachón, Ed.) Universidad Externado de Colombia. Obtenido de <https://medioambiente.utexternado.edu.co/instrumentos-economicos-y-financieros-para-la-gestion-ambiental/>

Catalán, H. (2020). Impacto de las energías renovables en las emisiones de gases efecto invernadero en México. *Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana De Economía*, 52(204). doi:<https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2021.204.69611>

Cataño, J. F. (2001). ¿Por qué el predominio de la teoría neoclásica? *Cuadernos de Economía*, 20(34). Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ceconomia/article/view/24447>

CEPAL. (2014). La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe. CEPAL. Obtenido de <https://www.cepal.org/publicaciones/10377-la-inversion-extranjera-directa-america-latina-y-caribe>

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/803aeed0-12ff-4606-91a2-32aca77ebd9f/content>

CEPAL. (2015). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe.* Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>

Cortés, S., & Arango Londoño, A. (2017). Energías renovables en Colombia: Una aproximación desde la economía. *Revistas Ciencias Estratégicas*, 25(38). Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11912/8035>

da Silva Almeida, L. (2022). DETERMINANTES DEL CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA UNIÓN EUROPEA: UN ANALISIS ENTRE UE-15 Y LOS 13 NUEVOS MIEMBROS. *Revista de Estudios Empresariales. Segunda época.* doi:<https://doi.org/10.17561/ree.n1.2022.6793>

Daly, H. (Marzo Abril de 2013). *Una economía de estado estacionario.* Obtenido de <https://nuso.org/articulo/una-economia-de-estado-estacionario/>

Duque, G. (09 de septiembre de 2022). Teoría del decrecimiento económico. *El decrecimiento y su viabilidad en potencias mundiales y en países en vías de desarrollo.* Obtenido de <https://periodico.unal.edu.co/articulos/el-decrecimiento-y-su-viabilidad-en-potencias-mundiales-y-en-paises-en-vias-de-desarrollo/>

Ferrari, L. (2023). Transición energética para una sociedad justa y sostenible. *UNAM GLOBAL.* Obtenido de https://unamglobal.unam.mx/global_revista/transicion-energetica-para-una-sociedad-justa-y-sostenible/

García Cabezas, N. (22 de mayo de 2023). *Ayuda en acción.* Obtenido de <https://ayudaenaccion.org/blog/sostenibilidad/economia-verde/>

Glave, U. (2020). *El rol de las energías renovables en la transición energética: Los estudios de caso de Argentina y Alemania.* UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR. Obtenido de https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/5690/Glave%20Ulises_Tesis%20de%20Grado.pdf?sequence=1

Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (5 ed.). McGraw Hill Interamericana de España S.L.

Herrán, C. (2012). *EL CAMINO HACIA UNA ECONOMÍA VERDE*. Fundación Friedrich Ebert – FES. Obtenido de <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/la-energiayclima/09156.pdf>

Horta Nogueira, Luis A. (2005). *Perspectiva de sostenibilidad energética en los países de la Comunidad Andina*. CEPAL. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11362/6277>

IHS Global Inc. (2020). EViews 12 User's Guide II. Obtenido de <https://cdn1.eviews.com/EViews%2012%20Users%20Guide%20II.pdf>

Jansson, A. (2000). Función de precios hedonicos de viviendas y adaptación del test reser en modelos no lineales. Aplicación del modelo Box y Cox a los precios de las viviendas de la ciudad de Catamarca, Argentina. *Pharos*, 7(2), 43-59. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/208/20807205.pdf>

Labra, R., & Torrecillas, C. (2010). Guía CERO para datos de panel. Un enfoque práctico. *Cátedra UAM-Accenture en Economía y Gestión de la Innovación*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/334051235_Guia_CERO_para_datos_de_panel_Un_enfoque_practico

Latouche, S. (2010). El decrecimiento como solución a la crisis. *Mundo Siglo XXI*. Obtenido de <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/7158>

Loaiza, V. (2018). Crecimiento económico y el uso de energía sustentable y no sustentable: un enfoque del caso ecuatoriano usando técnicas de cointegración. *Revista Killkana Sociales*, 2(3). doi:10.26871/killkana_social.v2i3.326

López Merodio, I. (2019). La energía renovable: Importancia de su implantación y desarrollo. *Repositorio de la Universidad Pontificia Comillas*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11531/28331>

Low Carbon Power. (2024). *Low Carbon Power*. Obtenido de Electricidad en Colombia en 2023/2024: <https://lowcarbonpower.org/es/region/Colombia>

Mahía, R. (2010). Guía de Manejo del Programa Eviews. Obtenido de <https://econometriai.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/01/manual-eviews.pdf>

Martinez Alier, J. (2021). Hacia un decrecimiento sostenible. *Revista de Economía Crítica*(8), 121-137. Obtenido de

https://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Boletin%20ECOS/ECOS%20CDV/Boletin_9/Ecologia_Critica/REC_Joan_Martinez_Alier.pdf

Mayorga, M., & Muñoz, E. (2000). *La técnica de datos de panel. Una guía para su uso e interpretación*. Banco Central de Costa Rica. Obtenido de <https://repositorioinvestigaciones.bccr.fi.cr/server/api/core/bitstreams/be8969f0-d0fd-4f45-8ff9-52b28cb9f64b/content>

Ministerio de Hidrocarburos y Energía. (2020). Obtenido de Balance Energético Nacional 2006 – 2020: <https://www.mhe.gob.bo/balance-energetico-nacional-2006-2020/>

Miranda, T., Suset, A., Cruz, A., Machado, H., & Campos, M. (2007). El Desarrollo sostenible. Perspectivas y enfoques en una nueva época. *Pastos y Forrajes*, 30(2), 1-1. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942007000200001&script=sci_arttext

Montes Bujaico, S. K., Belito Huamani, E. E., Montes Bujaico, M., Cruz Ventura, D., Montañez Artica, W. M., & Quispe Taipe, J. (2025). Análisis de la Matriz Energética y su transición hacia un Desarrollo Sostenible en América Latina. *Journal of Scientific and Technological Research*, 6(1). doi:10.47422/jstri.v6i1.60

Moran Meza, E. P. (2022). *Estudio de aceptación y las nuevas fuentes de energías renovables*. Guayaquil: Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22794>

National Geographic. (Julio de 2017). *National Geographic*. Obtenido de NATIONAL GEOGRAPHIC: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-el-aumento-del-nivel-del-mar>

Nieto Pontes, M. (2009). Apuntes alrededor de los supuestos neoclásicos de los modelos de crecimiento. *Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana De Economía*, 40(159). doi:10.22201/iiec.20078951e.2009.159.14675

OCDE. (2011). Definición Marco de Inversión Extranjera Directa. 4. Obtenido de https://www.oecd.org/content/dam/oecd/es/publications/reports/2009/10/oe cd-benchmark-definition-of-foreign-direct-investment-2008_g1gh90bc/9789264094475-es.pdf

Palacios Sommer, O. A., Velázquez Vadillo, F., & Velázquez Valadez, G. (2014). Teorías contemporáneas del crecimiento y el desarrollo económico: autores neoclásicos. *Biblat - Debate económico (Méjico, D.F.)*, 3(9). Obtenido de

<https://biblat.unam.mx/hevila/DebateeconomicoMexicoDF/2014/vol3/no9/2.pdf>

Perino, E. J., Kiessling Duran, R. A., Silnik, A. A., Perelló, A. D., & Perino, E. (2021). Energías renovables y sustentabilidad: una eficiente forma de gestionar los recursos naturales. *Revista Digital Universitaria*, 22(3). doi:10.22201/cuaied.16076079e.2021.22.3.4

Popper, K. R. (1972). *Conjeturas y refutaciones* (4 ed.). Ediciones Paidos. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=YVjJEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. (2023). *Los ODS en acción*. Obtenido de PNUD: <https://annualreport.undp.org/2023/assets/Annual-Report-2023-Spanish.pdf>

Robayo Vargas, J. D. (2021). *Relación del consumo de energía renovable y no renovable con el crecimiento económico de Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10554/53140>

Sánchez Ramos, S. (2021). *ANÁLISIS DEL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y SU IMPACTO ECONÓMICO, LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO*. Repositorio de la Universidad Pontificia Comillas. Obtenido de <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/440507/retrieve>

Schoijet, M. (2005). La recepción e impacto de las ideas de Malthus sobre la población. *ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS Y URBANOS*, 20(3). doi:10.24201/edu.v20i3.1210

Secretaría General CAN. (2022). Cuentas Nacionales Anuales de la Comunidad Andina 2022. 1-5. Obtenido de <https://www.comunidadandina.org/DocOficialesFiles/DEstadisticos/SGDE984.pdf>?

Urteaga, E. (2009). Las teorías económicas del desarrollo sostenible. *Elsevier*, 32(89), 113-162. doi:10.1016/S0210-0266(09)70051-2

Valenzuela, B., & Fuenzalida, D. (2020). Efectos de la inversión extranjera y competitividad en el comercio y productividad de países latinoamericanos. *Economía y Sociedad*. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-34032020000100110&script=sci_arttext

Vega, G., Ávila, J., Vega, A., Camacho, N., Becerril, A., & Leo, G. (2014). Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. *European Scientific Journal, 10*(15). Obtenido de <https://www.eujournal.org/index.php/esj/article/view/3477/3240>

Vergara Tamayo, C. A., & Ortiz Motta, D. C. (2016). Desarrollo sostenible: enfoques desde las ciencias económicas. *Apuntes del CENES, 35*(62). Obtenido de http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-30532016000200002

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de las variables

Variables	Definición	Tipo de Medición e Indicador	Técnicas de Tratamiento de la Información	Resultados Esperados
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	Mide el progreso promedio de un país en tres dimensiones: salud, educación e ingreso.	Medición: Cuantitativa Indicador: IDH (escala de 0 a 1)	Información secundaria (PNUD). Estadística descriptiva (variación porcentual). Estadística inferencial (regresión de panel).	Determinar y analizar el comportamiento del desarrollo humano en relación con las demás variables.
Emisiones de gases de efecto invernadero	Cantidad total de emisiones expresadas en kilotoneladas de CO ₂ equivalente.	Medición: Cuantitativa Indicador: kt de CO ₂ equivalente	Información secundaria (Banco Mundial). Estadística descriptiva (variación porcentual anual). Estadística inferencial (modelos de panel).	Determinar la relación entre emisiones de GEI y el consumo de energía renovable.
Comercio (% del PIB)	Grado de apertura comercial de un país, medido como el valor de exportaciones más importaciones respecto al PIB.	Medición: Cuantitativa Indicador: % del PIB	Información secundaria (Banco Mundial). Estadística descriptiva (variaciones porcentuales). Estadística inferencial (regresión de panel).	Identificar cómo la apertura comercial influye en el consumo de energía renovable.
Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final)	Proporción de energía final consumida que proviene de fuentes renovables como solar, eólica y biomasa.	Medición: Cuantitativa Indicador: % del consumo total de energía final	Información secundaria (Banco Mundial). Estadística descriptiva (variación porcentual anual). Estadística inferencial (análisis correlacional y modelos de panel).	Determinar la evolución y el comportamiento del consumo de energía renovable.
Producto Interno Bruto (PIB)	Valor monetario de los bienes y servicios	Medición: Cuantitativa Indicador:	Información secundaria (Banco Mundial). Estadística descriptiva (tasas de	Analizar la relación entre el crecimiento económico

Variables	Definición	Tipo de Medición e Indicador	Técnicas de Tratamiento de la Información	Resultados Esperados
	producidos en un país durante un año.	Millones de USD (a precios actuales)	crecimiento, variación). Estadística inferencial (regresión de panel).	y el consumo de energía renovable.
Inversión Extranjera Directa (IED)	Flujos netos de capital recibidos por un país desde el exterior en un periodo determinado.	Medición: Cuantitativa Indicador: % del PIB	Información secundaria (Banco Mundial). Estadística descriptiva (variaciones, tablas). Estadística inferencial (modelo de panel).	Evaluar el impacto de la inversión extranjera directa sobre el consumo de energía renovable.

Elaborado por: El Autor, 2024

Anexo 2: Cronograma de actividades

Actividades	Oct 2023	Nov 2023	Dic 2023	Ene 2024	Mar 2025	Abr 2025	May 2025	Jun 2025	Jul 2025	Nov 2025
Revisión Bibliográfica										
Elaboración del Capítulo I										
Elaboración del Capítulo II (diseño metodológico)										
Aplicación del diseño metodológico (resultados)										
Revisión del trabajo final (conclusiones, recomendaciones)										
Presentación del trabajo final										

Elaborado por: El Autor, 2025.

APÉNDICES

Apéndice 1: Prueba de raíces unitarias a la variable consumo de energía en sus primeras diferencias

Null Hypothesis: Unit root (common unit root process)

Series:

D(LCONSUMO_ENERGIA)

Sample: 1990 2021

Exogenous variables: Individual effects

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations:

116

Cross-sections included: 4

Method	Statistic	Prob.**
Levin, Lin & Chu t*	-1.85683	0.0317

Notas:

Fuente: Eviews 12. Elaborado por: El Autor, 2025.

Apéndice 2: Prueba de raíces unitarias a la variable emisiones de gases de efecto invernadero en sus segundas diferencias

Null Hypothesis: Unit root (common unit root process)

Series: D(EMISIONESCO2,2)

Sample: 1990 2021

Exogenous variables: Individual effects

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations:

112

Cross-sections included: 4

Method	Statistic	Prob.**
Levin, Lin & Chu t*	-5.00244	0.0000

Notas:

Fuente: Eviews 12. Elaborado por: El Autor, 2025.

Apéndice 3: Prueba de raíces unitarias a la variable comercio en primeras diferencias

Null Hypothesis: Unit root (common unit root process)
 Series: D(COMERCIO)
 Sample: 1990 2021
 Exogenous variables: Individual effects
 User-specified lags: 1
 Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel
 Total (balanced) observations:
 116
 Cross-sections included: 4

Method	Statistic	Prob.**
Levin, Lin & Chu t*	-3.15713	0.0008

Notas:

Fuente: Eviews 12. **Elaborado por:** El Autor, 2025.

Apéndice 4: Prueba de raíces unitarias a la variable IDH a nivel

Null Hypothesis: Unit root (common unit root process)
 Series: IDH
 Sample: 1990 2021
 Exogenous variables: Individual effects
 User-specified lags: 1
 Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel
 Total (balanced) observations:
 120
 Cross-sections included: 4

Method	Statistic	Prob.**
Levin, Lin & Chu t*	-2.73559	0.0031

Notas:

Fuente: Eviews 12. **Elaborado por:** El Autor, 2025.

Apéndice 5: Prueba de raíces unitarias a la variable IED a nivel

Null Hypothesis: Unit root (common unit root process)

Series: IED

Sample: 1990 2021

Exogenous variables: Individual effects

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations:

120

Cross-sections included: 4

Method	Statistic	Prob.**
Levin, Lin & Chu t*	-1.65422	0.0490

Notas:

Fuente: Eviews 12. **Elaborado por:** El Autor, 2025.

Apéndice 6: Prueba de raíces unitarias a la variable PIB en sus primeras diferencias

Null Hypothesis: Unit root (common unit root process)

Series: D(LPIB)

Sample: 1990 2021

Exogenous variables: Individual effects

User-specified lags: 1

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Total (balanced) observations: 116

Cross-sections included: 4

Method	Statistic	Prob.**
Levin, Lin & Chu t*	-4.83668	0.0000

Notas:

Fuente: Eviews 12. **Elaborado por:** El Autor, 2025.

Apéndice 7: Prueba de cointegración de panel de Kao

Kao Residual Cointegration Test
 Series: LPIB IDH IED COMERCIO LCONSUMO_ENERGIA
 EMISIONES_CO2

Sample: 1990 2021

Included observations: 128

Null Hypothesis: No cointegration

Trend assumption: No deterministic trend

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

	t-Statistic	Prob.
ADF	-2.381899	0.0086
Residual variance	0.008241	
HAC variance	0.009160	

Notas:

Fuente: Eviews 12. Elaborado por: El Autor, 2025.

Apéndice 8: Modelo de efectos fijos

Dependent Variable: LCONSUMO_ENERGIA

Method: Panel Least Squares

Sample: 1990 2021

Periods included: 32

Cross-sections included: 4

Total panel (balanced) observations: 128

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.257814	0.702577	10.33027	0.0000
EMISIONESCO2	0.001523	0.001784	0.853819	0.3949
COMERCIO	-0.005287	0.001669	-3.168002	0.0020
IDH	-0.473267	1.187531	-0.398530	0.6910
IED	0.019626	0.006194	3.168757	0.0019
LPIB	-0.220919	0.072815	-3.033968	0.0030

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

Root MSE	0.138706	R-squared	0.842628
Mean dependent var	3.224731	Adjusted R-squared	0.832048
S.D. dependent var	0.351023	S.E. of regression	0.143856
Akaike info criterion	-0.972289	Sum squared resid	2.462654
Schwarz criterion	-0.771755	Log likelihood	71.22647
Hannan-Quinn criter.	-0.890811	F-statistic	79.64616
Durbin-Watson stat	0.361531	Prob(F-statistic)	0.000000

Notas:

Fuente: Eviews 12. Elaborado por: El Autor, 2025.