



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

CARRERA DE ECONOMÍA

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

Tema:

“El consumo de energías renovables en Ecuador y países de la Región Andina”.

Autora: Vinueza Barba, Nubia Daniela

Tutora: Eco. Cuesta Chávez, Giovanna Alejandra Mg.

Ambato – Ecuador

2019

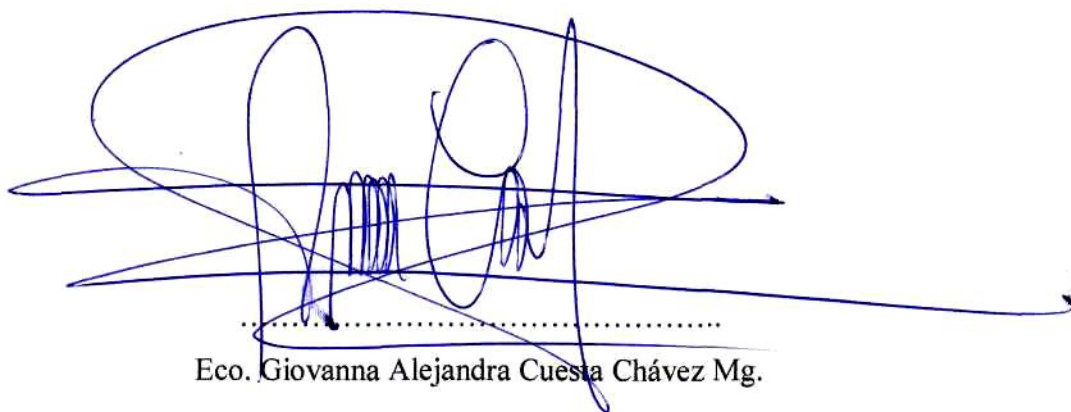
APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Eco. Giovanna Alejandra Cuesta Chávez Mg. con cédula de ciudadanía N° 180392574-6, en mi calidad de Tutora del proyecto de investigación referente al tema: **“EL CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ECUADOR Y EN PAÍSES DE LA REGIÓN ANDINA”**, desarrollado por Nubia Daniela Vinueza Barba, de la carrera de Economía, modalidad presencial, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos, tanto técnicos como científicos y que corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para la presentación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría.

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

Ambato, Mayo del 2019

TUTORA

A large, stylized handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Eco. Giovanna Alejandra Cuesta Chávez Mg.

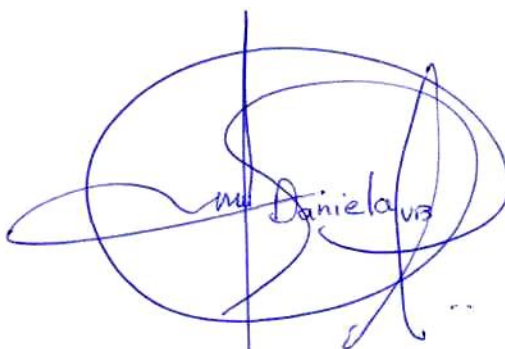
C.C. 180392574-6

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Nubia Daniela Vinueza Barba, con cédula de ciudadanía N°. 160068745-1, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el proyecto investigativo, bajo el tema: **“EL CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ECUADOR Y EN PAÍSES DE LA REGIÓN ANDINA”**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos; conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este Proyecto de Investigación.

Ambato, Mayo del 2019

AUTORA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Nubia Daniela Vinueza Barba", is written over a large, abstract blue scribble. The signature is partially obscured by the scribble but remains legible.

.....
Nubia Daniela Vinueza Barba

C.C. 160068745-1

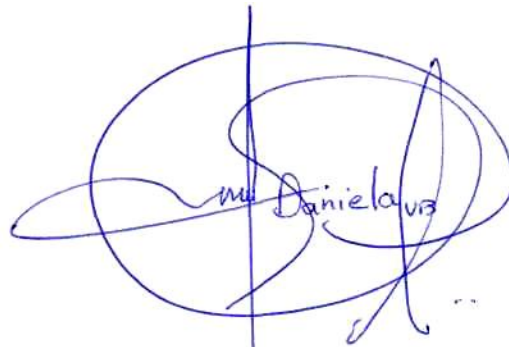
CESIÓN DE DERECHOS

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

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

Ambato, Mayo del 2019

AUTORA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Nubia Daniela Vinueza Barba', is written over a large, circular scribble. The signature is somewhat stylized and partially obscured by the scribble.

.....
Nubia Daniela Vinueza Barba

C.C. 160068745-1

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El Tribunal de Grado, aprueba el Proyecto de Investigación con el tema: “**EL CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ECUADOR Y EN PAÍSES DE LA REGIÓN ANDINA**”, elaborado por Nubia Daniela Vinueza Barba, estudiante de la Carrera de Economía, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Mayo del 2019



Eco. Mg. Diego Proaño

PRESIDENTE



Eco. Julio Villa

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Eco. Álvaro Vayas

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

“No temas, porque yo estoy contigo, no te inquietes, porque yo soy tu Dios; yo te fortalezo y te ayudo, yo te sostengo con mi mano victoriosa”

(Isaías 41,10)

Dedicado a Dannia; recupérate.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la fortaleza, sabiduría y la luz de cada mañana, por ser mi guía en todo momento; a Sara, Gonzalo †, Ana y Saúl por su apoyo incondicional en mi vida, a Franklin, por su férreo amor en todos estos años; a la Econ. Alejandra, por su paciencia y forma de docencia única.

Y a todos quienes de una u otra manera fueron parte integral de mi formación académica.

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

TEMA: “EL CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ECUADOR Y PAÍSES DE LA REGIÓN ANDINA”

AUTORA: Nubia Daniela Vinueza Barba.

TUTORA: Eco. Giovanna Alejandra Cuesta Chávez.

FECHA: Mayo, 2019

RESUMEN EJECUTIVO

El estudio tiene como objetivo comprobar la relación del PIB, emisiones de CO₂ y precios de barril de petróleo, entre los cambios del consumo de energías renovables de los países Ecuador, Colombia y Perú para los años 1990 – 2014; el estudio se realiza pues es importante confrontar la realidad que demanda la producción de energía, además la importancia radica a nivel social, pues se habla de preservar el ambiente, conservar recursos de mejor manera, y saber aprovecharlos eficientemente para que las sociedades puedan obtener buenos indicadores de buen vivir. Para lo cual se proponen análisis estadísticos descriptivos, econométricos a través de MCO lineal logarítmicos mediante el software libre GRETL y un análisis de comparación mediante el método gráfico del consumo de energía renovable de la región andina como mundial; todo lo desarrollado anteriormente resulta en que sí existe dicha relación entre las variables de estudio para Colombia, en tanto que para Ecuador y Perú la misma relación subyace pero con variantes del modelo base, es decir algunas variables no son significativas para los modelos a razón de que cada país vive una realidad distinta; se encuentra que la tendencia del consumo de energías renovables es a la baja; se atribuye a que estos países considerados subdesarrollados aún se encuentran en fases de industrialización que demandan energía a bajo costo.

PALABRAS DESCRIPTORAS: ENERGÍA RENOVABLE, BARRIL DE PETRÓLEO, DIÓXIDO DE CARBONO, PIB REAL PER CÁPITA.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDIT
ECONOMICS CAREER

TOPIC: “THE CONSUMPTION OF RENEWABLE ENERGIES IN ECUADOR AND COUNTRIES OF THE ANDEAN REGION”

AUTHOR: Nubia Daniela Vinueza Barba

TUTOR: Eco. Giovanna Alejandra Cuesta Chávez.

DATE: May 2019

ABSTRACT

The objective of the study is to verify the relation of GDP, CO₂ emissions and prices of the barrel of oil, among the changes in the consumption of renewable energies of the countries of Ecuador, Colombia and Peru for the years 1990 - 2014; the study is carried out because it is important to confront the reality that energy production demands, with an accurate vision of the management of energy security, in addition the importance lies at the social level, because it is about preserving the environment, conserving resources in a better way, and know how to use them efficiently, so that societies can obtain good indicators of good living. For this, it is proposed descriptive statistical analysis, econometric analysis through logarithmic linear regression models using the free econometric software GRETL and a comparison analysis using the graphical method in the trends of renewable energy consumption in the Andean region and the world; everything developed previously results that there is a relation between the study variables for Colombia, while for Ecuador and Peru the same relationship underlies, but with variants of the base model, that is, some variables do not become significant for the models because each country lives a different reality from other countries; It is found that the trend of renewable energy consumption is downward and is attributed to these countries considered underdeveloped are still in phases of industrialization that demand low-cost energy use.

KEYWORDS: RENEWABLE ENERGY, OIL BARREL, CARBON DIOXIDE, REAL GDP PER CAPITA.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
PÁGINAS PRELIMINARES	
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
CESIÓN DE DERECHOS.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN EJECUTIVO	viii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación.....	1
1.1.1 Justificación teórica.....	1
1.1.2 Justificación metodológica.....	6
1.1.3 Justificación práctica.....	8
1.1.4 Formulación del problema de investigación	9
1.2 Objetivos	10
1.2.1 Objetivo general	10
1.2.2 Objetivos específicos	10
CAPÍTULO II	11

MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Revisión de literatura.....	11
2.1.1 Antecedentes investigativos	11
2.1.2 Fundamentos teóricos.....	15
2.2 Hipótesis y/o preguntas de investigación	46
CAPÍTULO III.....	47
METODOLOGÍA	47
3.1. Recolección de la información	47
3.2. Tratamiento de la información	48
3.3. Operacionalización de las variables	61
CAPÍTULO IV	65
RESULTADOS.....	65
4.1 Resultados y discusión	65
4.2 Verificación de la hipótesis	106
4.3 Limitaciones del estudio.....	108
CAPÍTULO V.....	109
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	109
5.1 Conclusiones	109
5.2 Recomendaciones	111
Bibliografía	112
Anexos	122

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 1: Valores de Exportación (FOB) de los países miembros de la OPEP en millones de dólares.....	22
Tabla 2: Reservas de petróleo por departamento / miles de barriles	26
Tabla 3: Reservas de Hidrocarburos al 31 de Diciembre de 2016.....	28
Tabla 4: Proyectos Hidroeléctricos Emblemáticos de Ecuador al año 2015	36
Tabla 5: Participación de los RER en la Producción Nacional de Electricidad a corte del año 2016.....	39
Tabla 6: Top 5 Mundial - Capacidad o Generación Total al final de 2017	45
Tabla 7: Criterios utilizados para tipificar datos de asimetría y curtosis	52
Tabla 8: Matriz de Operacionalización de las variables	61
Tabla 9: Estadísticos Principales para variables de Ecuador	65
Tabla 10: Estadísticos Principales para Variables de Colombia.....	72
Tabla 11: Estadísticos Principales para Variables de Perú	77
Tabla 12: Modelo 1 de Ecuador.....	85
Tabla 13: Modelo 2 de Ecuador - Variante.....	87
Tabla 14: Modelo Colombia	92
Tabla 15: Modelo de Perú.....	97

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	PÁGINA
Ilustración 1: Exportaciones por grupos de productos 2017/ Miles de USD FOB ..	30
Ilustración 2: Exportaciones por grupos de productos 2017/ Miles de dólares FOB	31
Ilustración 3: Exportaciones por grupos de productos 2017/ Miles de dólares FOB	32
Ilustración 4: Mapa Mundial de Emisiones de CO ₂ al año 2017	34
Ilustración 5: Estimaciones Medias Mundiales basadas en Datos Terrestres y Oceánicos	40
Ilustración 6: Evolución del PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)	41
Ilustración 7: Kernel Gaussiano de PIB real per cápita de Ecuador	68
Ilustración 8: Kernel Gaussiano de Emisiones de CO ₂ per cápita de Ecuador	69
Ilustración 9: Kernel Gaussiano de Precios del Barril del Petróleo para los tres Países Andinos	70
Ilustración 10: Kernel Gaussiano de Consumo de Energías Renovables de Ecuador	71
Ilustración 11: Kernel Gaussiano de PIB real per cápita de Colombia	74
Ilustración 12: Kernel Gaussiano de Emisiones de CO ₂ per cápita de Colombia	75
Ilustración 13: Kernel Gaussiano de Consumo de Energías Renovables de Colombia	76
Ilustración 14: Kernel Gaussiano de PIB real per cápita de Perú	79
Ilustración 15: Kernel Gaussiano de Emisiones de CO ₂ per cápita de Perú	80
Ilustración 16: Kernel Gaussiano del Consumo de Energías Renovables de Perú ..	81
Ilustración 17: Gráficos de Series Temporales de las Variables de Estudio de los tres países Andinos	82
Ilustración 18: Gráficos de series temporales de las variables de Ecuador utilizando observaciones trimestrales	86
Ilustración 19: Gráfica del Contraste de Normalidad de Residuos para el Modelo 2 con variante de Ecuador	89
Ilustración 20: Gráfico Q-Q de los residuos del Modelo 2 con variante de Ecuador	90

Ilustración 21: Gráfica del Contraste de Normalidad de Residuos para el Modelo de Colombia.....	94
Ilustración 22: Gráfico Q-Q de los residuos del Modelo de Colombia.....	95
Ilustración 23: Gráfica del Contraste de Normalidad de Residuos para el Modelo 2 con variante de Perú	100
Ilustración 24: Gráfico Q-Q de los residuos del Modelo 2 con variante de Perú...	101
Ilustración 25: Consumo de Energías Renovables para los Tres Países Andinos..	103
Ilustración 26: Consumo de Energías Renovables/ Tendencia Mundial.....	104
Ilustración 27: Comprobación gráfica de la Hipótesis 1	106
Ilustración 28: Comprobación Gráfica de la Hipótesis 2	107
Ilustración 29: Comprobación Gráfica de la Hipótesis 3	108

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

1.1.1 Justificación teórica

En un mundo globalizado las necesidades de buen vivir de las sociedades, y el crecimiento de las economías de los diferentes países del globo han terminado por incrementar la demanda de energía mundial para poder cubrir dichas necesidades. Las cuales mayoritariamente son satisfechas por combustibles fósiles como el petróleo (Umbarila, Alfonso, & Rivera, 2015).

Consecuentemente esto deja como resultado el cambio climático, y su problema más conocido; el calentamiento global, el cual puede generar a toda la población una serie de preocupaciones por el futuro de sus próximas generaciones si esto sobrepasa sus límites aceptables (Shah, Hiles, & Morley, 2018). Puesto que la quema y abuso de combustibles fósiles son utilizados para generar todo tipo de crecimiento económico; además, estos factores están también anexados a liberación de dióxido de carbono, lo que se traduce a alza de niveles oceánicos, alteraciones en los ciclos fluviales, incremento de fenómenos naturales como tormentas cada vez más fuertes, todo esto afectando al bienestar del buen vivir de la sociedad en general (Sadorsky, 2009).

En este sentido, la economía ambiental tiene complementariedad abarcando temas sociales y supuestos óptimos para el futuro que interesan a todos, porque de allí nace la conservación de los recursos naturales, ya sea solo en su uso, o la extracción de dichos recursos para posterior transformación. La problemática es que para los seres humanos es indispensable estos recursos para vivir, entonces la dificultad se basa en que estos recursos se terminen, y no existan sustitutos para suplantar dichos bienes; los humanos dependen intrínsecamente de la naturaleza, en ella existen recursos no renovables que son de fácil acceso y de bajo costo de extracción como las reservas probadas de petróleo y/o minerales, pero a la vez se sabe que se pueden utilizar otras fuentes de recursos que son totalmente renovables como la energía solar, eólica, geotérmica o hidroeléctrica, pero la

sociedad no dejará de invertir en las fuentes de recursos tradicionales hasta que estas se terminen por completo para poder empezar a usar totalmente energías alternativas (**Aguilar, Ávila, & Pérez, 2010**).

Es por eso que esta problemática pasa a ser un caso de estudio, y las energías renovables se encaminan a ser el remplazo de combustibles fósiles. Es de hecho, las energías renovables las fuentes que registran el más rápido crecimiento mundial, con una proyección de incremento del 2.5% por año (**Apergis & Payne, 2014**). A partir de esto es importante hacer mención a que las reservas de combustibles fósiles, como el petróleo están agotándose, en términos petrolíferos, llegando a su madurez, en varias partes del mundo estos pozos petroleros llegaron a su tope de extracción como fue en Estados Unidos en 1970, en Alaska en 1988, en el Mar del Norte en 1999 (**Estrada, 2013**). A pesar de esto se han hecho descubrimientos de nuevas fuentes que son particularmente más contaminantes que las fuentes tradicionales, por mencionar la más dañina, en Alberta, Canadá, están las arenas bituminosas, las cuales requieren de la total deforestación de miles de hectáreas de bosques y de manera contradictoria requiere una enorme cantidad de energía para extraer el preciado bien del petróleo.

Al mismo tiempo la **International Energy Agency (2006)**, manifiesta que esta preocupación hacia la seguridad energética generará mayor dependencia de energías renovables en las décadas venideras, de manera que para el 2030 se proyecta un 1,7% de uso total de estas energías en contraposición con el 0,5% que se registró en el año 2005 cuando fue realizado el estudio. Adicionalmente, según **Díaz, Cano, & Murphy (2016)**, al tomar en cuenta la constante expansión de la población mundial que hoy por hoy ronda los 7 mil millones de habitantes y que además el 80% del entramado energético mundial se basa en combustibles fósiles, como el petróleo, el carbón, el gas natural y el gas licuado de petróleo, los cuales son formados por restos orgánicos de hace millones de años y como estos son limitados por ende son recursos no renovables, es por eso que tomar alternativas de generación de energías sustentables se hace más indiscutible e inevitable.

Por lo anunciado anteriormente, es evidente que la problemática no es tan simple como supone ser; decir que, sin explotación de recursos naturales ya sean renovables o no renovables no puede existir un crecimiento sostenido de la economía y su posterior desarrollo, conviene a distintos criterios como el movimiento conservacionista que en las últimas décadas se ha presentado con fuerza en el ámbito mundial económico, refiriéndose a las palabras de uno de los precursores de la economía ambiental, el economista matemático Harold **Hotelling (1931)**, quien anuncia en su destacado artículo La “Economía de los Recursos Agotables” y que hoy por hoy es conocida como la “Regla de Hotelling”, esta postula que:

El precio de un bien agotable debe crecer a una tasa igual a la tasa de interés, esto dentro de una eficiencia en los procesos de extracción y un equilibrio competitivo dentro de la industria de cada recurso. Esto en esencia significa que el valor presente de un recurso agotable homogéneo debe ser idéntico sin importar el momento en que ha sido extraído. (**Hotelling, 1931**)

Esto muestra un enfoque de como se ha tratado esta temática, conservar nuestros ambientes y ecosistemas naturales intactos o simplemente aprovecharlos de manera excesiva para nuestro propio provecho, sin pensar en generaciones futuras, las cuales no dispondrán de dichos recursos para realizar distintas actividades humanas, parece sonar egoísta.

Por eso debe existir concordancia en extraer lentamente estos recursos; explicado de otra manera, si el precio de dichos recursos aumentan de una manera acelerada, estos recursos supondrían una forma de conservación de riqueza, y los que tienen potestad de extracción ralentizarían su producción mientras ganan dividendos superiores a los que extraerían en una producción cuando el precio aumentase pero de una manera lenta (**Solow, 1994**).

Por otra parte, dejando a un lado el ámbito mundial, y enfocándose en la región Latinoamericana, como es ya un caso típico, los países de la región también contribuyen al calentamiento global emitiendo GEI¹, y para 2010 la región registró 3.257 millones de toneladas métricas de CO₂², equivalentes al 8% de la emisión

¹ Gases de Efecto Invernadero

² Dióxido de Carbono

mundial. Donde Argentina, Venezuela, Brasil y México generaron el 75% de la emisión regional, por el contrario los países que registran menores contribuciones de CO₂ son los países de América Central, el Caribe, Chile, Bolivia, Ecuador y Perú (**Heres, 2015**).

La ventaja de Latinoamérica es que se conoce que es rica en recursos naturales e inherentemente con ventajas comparativas en cuanto a generación de energías renovables. Según **Díaz et al (2016)**; en la región, al tener países en vías de desarrollo, estos demandan mayor energía puesto que experimentan un crecimiento económico sostenido, es por eso que cada Estado apuesta por políticas de fomento para la producción de energías limpias y amigables con el ambiente.

Según la **International Renewable Energy Agency (2016)**, históricamente Latinoamérica usa las fuentes hidroeléctricas como su principal proveedor de energía para el desarrollo del sector; sin embargo, la participación de este tipo de energía ha ido en decadencia, para el año 2000 era de 95%, y en 2015 ya se registraba un decremento al 83%. Esto debido a varios factores como las sequías, además se debe referir a los costos ambientales y sociales que suponen la construcción de grandes presas, estas modifican los ecosistemas y los regímenes naturales de las fuentes hídricas para su detrimento (**A. Martínez, Búrquez, & Calmus, 2012**). Es por eso que se debe también no solo apostar a este tipo de generación energética en América Latina, debe existir un mix de producción de energías renovables.

En el caso de Ecuador, y para efectos de comparación los países de Colombia y Perú que son todos países en vías de desarrollo, son naciones energético-dependientes que para nada salen del foco de las nuevas políticas energéticas (**Dalmazzo, Valenzuela, & Espinoza, 2017**). Para los tres países el panorama de diversificar su matriz energética ha supuesto retos ya que constituyen temas de discusión importantes en materia económica y obviamente para su posterior inserción en políticas gubernamentales (**Rojas, 2015**).

Anteriormente, Ecuador ha propuesto ideas para la mitigación del calentamiento global, como fue la iniciativa Yasuní ITT (Ishpingo-Tambococha-Tiputini), la cual consistía en la no explotación de campos petroleros y se pedía la contribución internacional con un fideicomiso de 3.600 millones de dólares y evitar así que 407

millones de toneladas de CO₂ se emitan al ambiente. La iniciativa no tuvo acogida y los campos fueron eventualmente explotados (Vaughan, 2014).

Desde que la **Constitución de la República del Ecuador (2008)**, reconoce a la naturaleza como sujeto de derecho, es importante ampliar la literatura existente en cuanto a la generación de energías renovables e ir así apuntando a la formación de políticas que estimulen el reemplazo de energía no renovable por renovable (Caraballo & García, 2017). No solo políticas que estimulen este reemplazo, más bien un verdadero cambio de paradigma y acciones palpables y visibles que garanticen la seguridad energética a la población en general y sin dejar de lado la conservación del medio ambiente, de la flora y la fauna.

A partir de todo lo descrito anteriormente se puede entender que esta investigación trata de comprender que, desde la aparición del movimiento conservacionista se ha tratado de aportar al estudio global de la economía de los recursos; aquí, netamente a saber si es que la política energética de Ecuador ha producido un mejoramiento en el consumo de energías renovables; además si el consumo de energías renovables se asemeja a los países de la región andina o si se han percibido avances en contraposición con los avances de dichos países; y por último, si es que de verdad las variables PIB³ real per cápita, emisiones de CO₂ y precios del barril del petróleo incurren en un cambio ya sea positivo o negativo en el consumo de energías renovables en Ecuador.

³ Producto Interno Bruto

1.1.2 Justificación metodológica

La viabilidad de la presente investigación es factible, los recursos que se utilizarán son datos totalmente disponibles y que han sido recabados de fuentes secundarias ya que la información se encuentra en bases de datos verificadas utilizadas internacionalmente, las cuales se menciona a continuación:

- Banco Mundial, en donde se localizaron los datos del PIB real per cápita, emisiones de CO₂ por toneladas métricas per cápita y el porcentaje de consumo de energías correspondiente al total de consumo final de energía.
- Fondo Monetario Internacional, se extrajo los datos correspondientes al precio del petróleo como un promedio simple entre tres tasas: Dated Brent, WTI⁴ y Dubai Fateh.

Además, la población identificada son los datos existentes de las variables PIB real per cápita, precios del petróleo, emisiones de CO₂ per cápita y energías renovables. Y se considera como muestra los datos de estas variables comprendidas en los años 1990 al 2014.

En primera instancia se realiza la recolección de la información que será recabada de fuentes oficiales del Banco Mundial y Fondo Monetario Internacional, dicha información corresponde a las variables PIB real per cápita, Emisiones de CO₂ per cápita, Precios del barril del petróleo y Consumo de energías renovables.

Posteriormente se procede a utilizar logaritmos en las variables para suavizar las series de tiempo y se comprueba también los 10 principios de econometría para corregir los datos, los cuales se basan en el Teorema de Gauss-Márkov, el que se cimienta en que si el modelo está correctamente especificado, que sea lineal en los parámetros, que la media condicional sea cero, que exista homocedasticidad, que no exista correlación entre las perturbaciones, que la covarianza entre u_i y x_i sea cero, que el número de observaciones sea mayor que el número de parámetros, que exista variabilidad entre los x , que no haya multicolinealidad perfecta, y por último que las x no sean estocásticas, es decir, fijas en muestras repetidas. Una vez obtenido el modelo econométrico final se procede a correr el modelo de mínimos cuadrados ordinarios, en

⁴ West Texas Intermediate

donde se obtiene resultados que siguiente a eso serán analizados para los fines específicos.

Se expone el modelo de **Sadorsky (2009)**, el cual relaciona el producto interno bruto real per cápita, las emisiones per cápita y los precios del barril del petróleo incidiendo en el consumo de energías renovables.

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X_1 + \beta_3 X_2 + \beta_4 X_3 + u$$

Donde:

Y = Logaritmo de Consumo de Energías Renovables (% del total del consumo final de energía)

β_1 = Constante

$\beta_2, \beta_3, \beta_4$ = Coeficientes

X_1 = Logaritmo de PIB real per cápita

X_2 = Logaritmo de Emisiones de CO₂ per cápita (toneladas métricas)

X_3 = Logaritmo de Precios del barril del petróleo (promedio simple, Brent, WTI y Fateh)

u = Error (perturbaciones estocásticas)

Para desarrollar el modelo econométrico se ha de utilizar el software econométrico libre: GRETL, en el cual se aplican pruebas estadísticas que reflejan la significancia del modelo. También, el mismo modelo expuesto anteriormente se aplicará para los países de Perú y Colombia para comprobar el segundo objetivo de esta investigación, que es comprobar las diferencias en los avances en energías renovables.

1.1.3 Justificación práctica

Esta investigación podrá servir de aporte para posteriores decisiones en materia energética ya que se comprueba la relación entre la producción de energías renovables y los factores Producto Interno Bruto, precios del petróleo y emisiones de CO₂. Investigación que llevada a cabo puede lograr un mejor manejo de políticas públicas petroleras, medioambientales y de desarrollo social y económico.

Una vez contemplada la nueva problemática, se puede confrontar la realidad que demanda la producción de energía desde ya, con una visión acertada y equilibrada del manejo de la seguridad energética, dando así fiabilidad y credibilidad a la política energética para con la sociedad ecuatoriana. Además el beneficio expuesto para la sociedad en general es la literatura ampliada sobre este tema que no escapa de la situación actual de los países latinoamericanos. Además de recabar buena información sobre la temática energética ecuatoriana y también de países de la región andina, específicamente Perú y Colombia, lo que se convierte en una buena hoja de ruta para posteriores investigaciones acerca de la problemática existente a nivel regional.

Adicionalmente, la importancia radica que a nivel social, se habla de preservar el ambiente, conservar nuestros recursos de una mejor manera, y saber aprovecharlos eficientemente para que la sociedad en general viva en un país con buenos niveles de seguridad energética y que esto conduzca a obtener buenos indicadores de buen vivir (*Sumak Kawsay*⁵), y no solo para generaciones presentes sino también para las generaciones futuras que de eso trata la sostenibilidad de los recursos, garantizar a través del tiempo su uso, cuidado y prolongación.

Es importante también mencionar que la era del petróleo está próxima a terminarse, y la dependencia que ha creado en varios países hace de esto una problemática extendida y de efectos mayores si la oferta de petróleo disminuye paulatinamente, por esto es de

⁵ Palabra quechua referida a la filosofía de vida del indígena basada en la búsqueda y mantenimiento de la armonía con la comunidad y con los demás seres de la naturaleza y que tiene tanto un plano de aspiración vital como otro de cotidianidad vital (**Hidalgo-Capitán, Guillén, & Deleg, 2014**).

vital importancia seguir apostando por encontrar nuevas fuentes de energías limpias apoyándose de las nuevas tecnologías existentes y venideras.

Por último es importante hacer mención que la contribución a la literatura específicamente será de utilidad para la realización de la investigación medioambiental-económica en la tesis doctoral de la Econ. Alejandra Cuesta, de la Universidad Nacional Agraria La Molina de Lima, Perú.

1.1.4 Formulación del problema de investigación

¿Existe una relación conductora del consumo de energías renovables a través del producto interno bruto, precios del petróleo y emisiones de CO₂?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Comprobar la relación del producto interno bruto, emisiones de CO₂ y los precios del barril de petróleo, entre los cambios del consumo de energías renovables de los países Ecuador, Colombia y Perú para los años 1990 - 2014.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar las variables PIB real per cápita, emisiones de CO₂ per cápita y precios del barril del petróleo para demostrar la viabilidad estadística de las mismas.
- Determinar la incidencia del PIB, precios del barril del petróleo y emisiones de CO₂, para denotar si son conductoras del consumo de energías renovables en los años 1990-2014, mediante el diseño de un modelo econométrico.
- Contrastar la política energética de Ecuador con Perú y Colombia, expresada en consumo de energías renovables, para exponer las diferencias existentes en avances de dichas políticas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 Antecedentes investigativos

En cuanto a estudios anteriores a escala mundial se evidencia que existe una amplia y activa investigación en el área de energías renovables. Un estudio es el realizado por **Squalli (2007)**, en el cual se investiga la relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico para los miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), el resultado de la investigación revela que Indonesia, Irán, Nigeria, Qatar y Venezuela tienen una dependencia económica con la electricidad, por lo que ciertas políticas que regulen el consumo de energía pueden mermar el crecimiento económico de estos países; además llega a la conclusión que, sorprende que los países Argelia, Irak y Libia sean independientes del consumo de electricidad, y se da por sentado que la razón sea la independencia forzada debido a malas administraciones y fallas de gobierno.

Del mismo modo, un estudio es realizado para 10 países asiáticos recientemente industrializados o en desarrollo (China, Hong Kong, Indonesia, India, Corea, Malasia, Filipinas, Singapur, Taiwán y Tailandia), la propuesta de este estudio es estimar la relación entre el PIB y el consumo de electricidad. La investigación concluye que una expansión en el PIB real incrementa el consumo de energía a razón de que las actividades productivas en varios sectores de los diferentes países, como construcción, fabricación, y transporte requieren suministros de electricidad para poner en marcha a sus industrias lo que supone obviamente un incremento en el consumo de energía (**Chen, Kuo, & Chen, 2007**).

Según **Sadorsky (2009)**, y su estudio aplicado a los países del G7 (Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón y Reino Unido), indica que existe una relación entre el consumo de energías renovables y el crecimiento económico denotada por la variable PIB per cápita, además se considera las emisiones de CO₂ per cápita y los

precios del barril del petróleo. Los resultados de la investigación dan a conocer que en el largo plazo, incrementos en el PIB real per cápita y emisiones de CO₂ per cápita son encontradas como las principales conductoras detrás del consumo de energía renovable per cápita; para ser más específico, el estudio arroja que un aumento en un 1% del PIB per cápita conduce a un aumento en el consumo de energías renovables en un 8,44%, mientras que un aumento de un 1% en las emisiones de CO₂ per cápita conducen a un aumento en el consumo de energías renovables de 5,23%; por otra parte, el precio del petróleo tiene un impacto menor, el resultado no se profundiza porque es menor a 0.

Además, un estudio realizado comprueba la relación entre el consumo de energía, el PIB y las emisiones de CO₂ para el caso de los CIVETS⁶ (Colombia, Indonesia, Vietnam, Egipto, Turquía y Sudáfrica), en donde se demuestra que existe una relación de las variables en el largo plazo; el consumo de energía tiene consecuencias positivas sobre las emisiones de dióxido de carbono pero estas son bajas, lo que se infiere de esto es que políticas encaminadas a la eficiencia en energía resultan en la disminución de CO₂; por otra parte en este estudio se comprueba la existencia de la *Curva de Kuznets Ambiental*⁷ en los CIVETS, el resultado es positivo, la curva sí existe y sugiere que al tener una relación directamente proporcional con el crecimiento económico representado por el PIB, y las emisiones de CO₂, las dos variables crecen, y el crecimiento de las emisiones tiende a detenerse y estabilizarse, a razón de que los países mejoran sus procesos en materia energética y ayudan a la disminución del calentamiento global (**Campo & Olivares, 2013**).

Mientras tanto, estudios realizados en Centro América (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá) se tiene la investigación desarrollada por **Apergis & Payne (2014)**, se ha tomado la misma relación del estudio de Sadorsky, es decir utilizando la misma relación entre el consumo de energías renovables y el crecimiento económico denotada por la variable PIB per cápita, considerando las emisiones de CO₂ per cápita y los precios del barril del petróleo.

⁶ Siglas usadas para denominar al grupo de países con economías emergentes.

⁷ Hipótesis planteada por Simon Kuznets.

Dejando como resultado que a partir de la puesta en marcha de la Asociación de Energía y Medio Ambiente en el año 2000, se ve que la influencia del consumo de energía renovable per cápita sobre precios del petróleo y emisiones de CO₂ se fortaleció, así también se registró sensibilidad del PIB real per cápita a las emisiones de carbono per cápita con respecto al periodo anterior, es decir años antes al 2000; asimismo se concluye que la región de América Central necesita continuar con esfuerzos para sacar más provecho de sus recursos hidroeléctricos y geotermales ya que aún se depende de combustibles fósiles.

En tanto que para el bloque de países denominado BRICS⁸ (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica), cabe recalcar que estos países poseen el 43% de la población mundial, un grupo que es una verdadera potencia global; para este grupo comercial se halla un estudio que comprueba, a través de varias variables incluyendo las variables de este estudio, una asociación significativa entre el ambiente, la energía, la economía y la salud de los 5 países; algunos de los resultados fueron que para Brasil y Sudáfrica, las emisiones de dióxido de carbono incrementa el PIB per cápita, pero en China el resultado es el contrario; por otra parte a excepción de Rusia, todos los países de este grupo incrementan su PIB con el consumo de energías renovables; y por último la densidad poblacional disminuye el crecimiento económico de Rusia y Brasil, y para Sudáfrica y China este fenómeno contribuye al incremento del PIB per cápita (**Zaman et al., 2016**).

Con respecto a Ecuador, un estudio realizado por **Rentería, Toledo, Bravo, & Ochoa (2016)**, remarca similitud al estudio actual, este trabajo comprueba si las emisiones contaminantes conducen a crecimiento económico y consumo de energía, los resultados de este estudio dan a conocer que el PIB está relacionado a crecientes niveles de emisiones contaminantes a largo plazo, en cuanto al consumo de energía la investigación recalca que existe una relación inversa, mientras el consumo de energía aumenta el PIB disminuye. Además se comprueba que la *Curva de Kuznets Ambiental* invertida no se cumple para Ecuador, ya que las estimaciones econométricas no son

⁸ Siglas utilizadas para denominar a países emergentes más importantes del mundo, y que tienen en común gran población.

estadísticamente significativas. Aquí es menester mencionar a que se refiere dicha hipótesis, ya que en dos de los estudios recabados la comprueban:

La Curva Medio Ambiental de Kuznets explora la relación existente entre crecimiento económico y calidad ambiental, intentando demostrar que a corto plazo el crecimiento económico genera un mayor deterioro medio ambiental, pero en el largo plazo, en la medida que las economías son más ricas, se plantea que el crecimiento económico es beneficioso para el medio ambiente, esto es, la calidad del medio ambiente mejora con el incremento en el ingreso **(Correa, Vasco, & Perez, 2005)**.

Además, como menciona **Patiño (2016)**, la Curva Medio Ambiental de Kuznetz tiene forma de una U invertida, esta se explica a razón de que las sustancias contaminantes que deterioran el ambiente aumentan puesto que los países están en etapas de desarrollo con bajos niveles de ingreso per cápita, pero cuando este ingreso llega a un punto determinado, empieza a reducirse la contaminación y la calidad ambiental tiende a regenerarse, esta hipótesis es apoyada por el informe presentado por el Banco Mundial en el año 1992, en donde utilizan el PIB e indicadores ambientales.

En palabras llanas; la Curva Medio Ambiental de Kuznetz plantea que el ingreso per cápita continúa creciendo en un país que va del subdesarrollo, pasando por ser un país en vías de desarrollo y por último uno desarrollado, pero a la vez mantiene su uso de energía, con la diferencia y ventaja de que su contaminación va a decrecer gracias al accionar de la tecnología desplegada por ser un país opulento y además la concientización que viven los países al ver la calidad ambiental empeorada en cierto punto que afecta a su salud, por eso la población se plantea un cambio, contaminando menos pero produciendo el nivel de energía necesario, mejorando su eficiencia a través de tecnología desarrollada como la utilización de energías renovables que requieren cierta tecnificación para su despliegue.

Para el caso colombiano se da a conocer la investigación de **Patiño (2016)**, en su estudio se determina la relación entre emisiones de CO₂, energía y PIB per cápita, aludiendo al uso de la Curva Ambiental de Kuznetz, y poniendo en duda esta teoría, a razón de que no todos los países se componen de los mismos casos en la que esta curva se cumple; en efecto, no solo se trata de un estudio estático, se sugieren estudios

dinámicos y modelos de ajuste parcial, los cuales consideran y sugieren que la explicación de que no todos los países cumplan con esta curva se debe a ciertos factores, como institucionales, psicológicos y tecnológicos, para el caso de Colombia en el tema institucional se contempla fallos de gobierno que retardan un desarrollo adecuado del país; en el ámbito psicológico, se plantea que la cultura de las sociedades latinoamericanas no están preparadas para considerar mejoras en política energética como el uso de energías renovables, es decir los costumbres que las personas tienen con respecto a su convivencia con el medio ambiente aun no es adecuado; de manera tecnológica, países latinos como Colombia aún son considerados en vías de desarrollo, por lo que son países que contemplan baja tecnificación en sus procesos por falta de desarrollo en tecnologías que mermen los procesos industriales que están en apogeo. Los resultados de este estudio dictaminan que las emisiones de dióxido de carbono tienen relación negativa con el consumo de energía renovable, pero este impacto no dependería del PIB per cápita, más bien este fenómeno se atribuye a mejoras en políticas energéticas, promulgando la eficiencia energética del país.

2.1.2 Fundamentos teóricos

2.1.2.1. Fundamentación Filosófica

La actitud humana hacia el conservacionismo en los últimos años ha ido aumentando, e inclusive se ha demonizado a los líderes de países desarrollados que no comparten este pensamiento de empatía para con la naturaleza. Mucho se ha hablado en varias conferencias internacionales como las COP⁹ en las llamadas Convenciones Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático; muchos líderes de los países que son parte de estas convenciones han acordado ciertas políticas, pero a la final poco es lo que se ha logrado con las conversaciones ya que no existen mayores cambios positivos en cuanto a dar soluciones efectivas a la problemática del calentamiento global y sus consecuencias.

En el orden de las anteriores ideas, todo este movimiento conservacionista se remonta a las filosofías indígenas, en el caso de países andinos como Ecuador, Colombia y Perú, a razón de sus raíces incaicas, la cosmovisión que estos pueblos pre-hispanos

⁹ Conferencia de las Partes

tenían según **Anticona (2017)**, era de unión del hombre y naturaleza como un todo, el humano no domina la naturaleza, más bien la cuida, la respeta y lo más importante era la armonía con la que se vivía en ella, las montañas y los astros eran considerados como dioses, inclusive la tierra, de donde cosechaban sus alimentos era considerada sagrada, la llamaban *Pachamama*¹⁰; todo este cuidado que tenían con la naturaleza aún se ve reflejado hasta hoy en los pueblos indígenas remanentes, estos pueblos llevan una lucha continua con las sociedades modernas, porque no entienden dicha cosmovisión de respeto hacia la naturaleza.

Esta falta de entendimiento se puede atribuir al antropocentrismo que subyace en todas las sociedades modernas, hasta se da origen a esta doctrina filosófica en varias religiones, que ponen al hombre como ser privilegiado, dejando todo a su alrededor de lado, y a los animales llamándolos tan solo bestias sin razón; la razón tiene mucho que ver en esta doctrina pues se dice que lo que nos diferencia a los humanos de los animales es la razón misma; el libre albedrío que posee el ser humano para hacer y deshacer.

Según **Corcuera & Ponce de León (2004)**, el antropocentrismo va en decaimiento, es así que cuando aún se consideraba a la tierra como el centro del universo, teoría llamada geocentrismo, se daba al hombre privilegio sobre la naturaleza; y no es hasta que Nicolás Copérnico debate esta teoría con la de la teoría heliocéntrica, que empieza el debacle de esta doctrina, pues ya no es la tierra de dominio del humano, el centro del universo sino más bien se ve más allá y se descubre que el sol es el centro de un sistema, de los muchos sistemas planetarios que existen en el cosmos, después se demuestra gracias a Edwin Hubble que se es parte de un sistema más complejo, la galaxia Vía Láctea, y esta es una de las muchas galaxias que existen en el universo; de igual manera las teorías darwinianas posicionan al ser humano como una especie más de las muchas que existen en el globo, exponiendo que el ser humano es vulnerable a cualquier vulneración del ambiente.

¹⁰ Palabra quechua que significa Madre Tierra

A partir de aquello, y la expansión de la revolución industrial, de las conquistas de los países europeos hacia las Indias y Américas, el deseo por poseer del humano llevo al exterminio casi total de muchos pueblos indígenas por llevarse los recursos de sus territorios hacia sus países de origen, como fue el caso de los países andinos con los colonizadores españoles que corroían los recursos naturales de estas nuevas tierras; todo este sistema de explotación ahora se expandía más allá del continente europeo.

La ética que empieza a asomarse para con la naturaleza, la llamada eco-ética, comienza cuando las ideas de Alexander von Humboldt influyen a científicos de la *British East India Company*, aludiendo a que la deforestación podría ocasionar efectos negativos a las personas, con esta premisa Spotswood Wilson, en 1858 con una presentación sobre el detrimento de la tierra y la atmosfera a la Asociación Británica para el Avance de la Ciencias, logra crear en el imaginario de las personas el miedo de que en un momento dado al ser humano le será imposible sobrevivir en el planeta Tierra; es así que dicha posibilidad fue una de las primeras acepciones sobre conservacionismo que dejó legado para posteriores investigadores y científicos interesados sobre el tema (Corcuera & Ponce de León, 2004).

2.1.2.2. *Fundamentación Económica*

La mecánica actual y la trascendencia de las economías de los países en el plano mundial dependen del crecimiento sistemático y prolongado del PIB, anclando a este crecimiento a un posterior desarrollo económico que conviene al bienestar humano como fin último de estas economías, considerando que para mantener este crecimiento y desarrollo se necesita de todo tipo de recursos, para el caso de los países de Ecuador, Perú y Colombia, estos recursos inherentemente mantienen a flote cada año al PGE¹¹, es decir a los ingresos que sostienen a los gastos del Estado, estos ingresos dependen como por ejemplo de la recaudación de impuestos y la venta de petróleo y/o minerales para el caso de los países andinos, como es común en Latinoamérica, productos primarios y sin mayor transformación.

Además el sistema que estos tres países sostienen es por mucho más liberal y de libre mercado que uno netamente de corte izquierdista, es decir toman modelos capitalistas pero con rasgos socialistas, es por eso que para generar un desarrollo económico es

¹¹ Presupuesto General del Estado

necesario concertar los ideales y políticas ejemplares de países capitalistas como el típico ejemplo de Estados Unidos, que su mayor parte del capital u otros activos son propiedad privada, y su desarrollo depende de explotación de recursos y posterior transformación, pero Latinoamérica se ha quedado tan solo en la explotación sin mayor tecnificación y sin desarrollo del valor agregado de su producción.

Es claro que las economías de los países andinos siguen estas políticas extractivistas para generar riquezas en sus países, en el caso de Ecuador y Colombia la dependencia con el petróleo se refleja en sus balanzas comerciales, en tanto que Perú depende más de la extracción de minerales, sus ingresos por petróleo no son tan grandes en comparación con los de la minería; en sí para el modelo econométrico que se va a aplicar se esperaría comprobar la relación que el petróleo de una u otra manera demanda en estas economías la adopción de nuevas fuentes de energía limpia.

Para **World Wildlife Fund (2011)**, es evidente que los yacimientos de petróleo y gas, recursos no renovables, se están acabando y disminuyendo a grandes pasos, mientras que la demanda de energía sigue aumentando, es por eso que se debe considerar que la dependencia de las economías del mundo con los combustibles fósiles no puede continuar ya que es inviable, el constante crecimiento demográfico, la depredación de energía por parte de economías emergentes es insostenible a largo plazo; las energías renovables en algún punto deben alcanzar el 100% de uso a nivel mundial.

2.1.2.3. *Precedentes y situación energética actual referente al petróleo*

2.1.2.3.1. *Ecuador*

En 1972 Ecuador registró un acontecimiento llamado el “boom petrolero”, este hecho dio a conocer que el país podía entrar al mercado del oro negro, sus yacimientos proporcionaron a los gobernantes de ese entonces un ingreso equivalente al 40% del Presupuesto General del Estado por la venta del crudo según **Iglesias, Rupert, Valencia, & Moreira (2017)**.

Esto supuso el comienzo para Ecuador en la larga historia del uso del petróleo como principal fuente de energía e ingresos, a pesar de tener este ingreso no permanente incluido en los rubros del presupuesto del país; no bastó, ya que no fue bien administrado y se cayó en deuda interna como externa.

Como se observa, el crecimiento y desarrollo económico del Ecuador en materia energética ha tenido un comienzo turbio, pero con este preámbulo, se asevera que el Ecuador ha estado ligado directamente a la política petrolera, de manera que el crudo extraído de los yacimientos ha sido de vital importancia para la evolución de su economía y también del crecimiento del Producto Interno Bruto (**Fontaine, 2010**).

Desde esta premisa, se inició con una liberalización de la industria petrolera y se permitió el ingreso de capitales extranjeros que se hicieron presentes para “ayudar” a la extracción del crudo, esto implicaba que las grandes multinacionales; como Texaco, se aprovecharan de Ecuador, llevándose una parte más grande de la producción total y dejando al país con menos de lo que le correspondía (**Fontaine, 2002**).

El impacto negativo no solo fue el de desbancar al país, también se evidenció malas prácticas en la extracción de estos hidrocarburos; para dar un ejemplo, entre los años 1994 y 2002, en cada año se produjo en promedio 114 derrames los cuales dieron como resultado la pérdida de más de 33.000 barriles de crudo, esto no solo tiene repercusiones negativas para la ecología y el ambiente; peor aún, las comunidades aledañas a dichos derrames situadas en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo sufrieron un sin número de enfermedades (cánceres, infecciones, neumonías, abortos, etc.) y más mermas en su salud, incrementando así la tasa de mortalidad de la zona (**Fontaine, 2003**).

Eventualmente, las grandes transnacionales salieron del país pero el Estado continúa con demandas millonarias por no haber cumplido contratos con estas empresas; por su parte Petroecuador, empresa pública, que fue creada en 1989, es hoy por hoy la encargada de la comercialización y parcial transformación de los hidrocarburos del país (**Jaimes & Miguel, 2012**). Además está apoyada por la compañía Petroamazonas EP la cual explora y explota los diferentes bloques del país, apoyándose de adecuadas políticas ambientales, en la Amazonía cuenta con 17 bloques en operación y en el litoral con 3 bloques, es decir posee la potestad de la mayoría de territorio explotable (**Petroamazonas EP, 2014**).

Es valedero hacer referencia a que clase de empresa pública es Petroamazonas EP, ya que es una de las empresas más importantes en el ámbito nacional, puesto que maneja un recurso importante para el país y en esta empresa recae mucha responsabilidad social:

Empresa pública dedicada a la gestión de las actividades asumidas por el Estado en el sector estratégico de los hidrocarburos y sustancias que lo acompañan, en fases de exploración y explotación; con patrimonio propio, autonomía presupuestaria, financiera, económica, administrativa y de gestión; creada al amparo de la Ley Orgánica de Empresas Públicas (**Petroamazonas EP, 2019**).

Las consecuencias de tener una dependencia económica para con el petróleo son las descritas anteriormente; la dependencia continúa y los hechos que se han dado como la caída de los precios del petróleo a nivel mundial por intromisiones de grandes productores son la evidencia, dicha caída de precios afecta en sobremanera a la economía ecuatoriana puesto que sus exportaciones representan más del 40% de los ingresos que suministran al PGE; no obstante, el Estado ha tomado acciones necesarias para reducir esta dependencia y es así que en la última década se han registrado varias mejoras en materia energética (**Aguas, 2016**).

Es importante mencionar también que a raíz de la exploración y posterior hallazgo de pozos petroleros, el Ecuador pasa a ser miembro de la OPEP¹² en 1973, la cual es una organización que gracias a ella se coordinan cuotas de producción, se unifican políticas petroleras y también buscan la estabilización de precios en los mercados internacionales para evitar cambios innecesarios de dichos precios (**OPEC Secretariat, 2008**). No obstante Ecuador tiene una participación menor en cuanto al total de producción de petróleo como se puede observar en la Tabla N° 1.

¹² Organización de Países Exportadores de Petróleo

En 1992, en la presidencia del Arq. Sixto Durán Ballén el país sale de la OPEP por problemas de fijación de cuotas, luego se retoman las relaciones en el año 2007 en la presidencia del Econ. Rafael Correa Delgado, pero con pago de multas a razón de que nunca se dio una salida decisiva, a partir del mandato del Ex-Presidente Correa se empieza a cambiar el paradigma energético (**Collaguazo, 2013**).

El país ha tenido avances en el desarrollo de energías renovables, siendo así que para el año 2007, se crea el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, organismo que ha trazado en la década pasada planes, programas y proyectos de acuerdo a los Planes Nacionales del Buen Vivir, los cuales tienen objetivos claros, en los que estipulan que la cobertura del servicio de energía eléctrica será plena y de calidad para toda la sociedad en conjunto (**P. Correa, González, & Pacheco, 2016**). Además, según **Valle & Jiménez (2017)**, el sector energético es considerado como un sector estratégico que ya tiene en construcción los últimos tramos de varias centrales hidroeléctricas como Coca Codo Sinclair, Delsitanisagua, Manduriacu, Mazar Dudas, por mencionar algunas.

Tabla 1: Valores de Exportación (FOB¹³) de los países miembros de la OPEP en millones de dólares.

	2012	2013	2014	2015	2016
<i>Algeria</i>	77,107	69,649	65,227	34,566	29,054
<i>Angola</i>	71,093	68,247	59,17	33,181	25,935
<i>Ecuador</i>	23,765	24,848	25,732	18,366	16,744
<i>Gabón</i>	10,331	9,715	9,346	6,473	5,871
<i>IR Irán</i>	131,305	140,562	102,796	76,793	97,386
<i>Iraq</i>	94,392	89,742	84,506	49,403	43,89
<i>Kuwait</i>	114,515	114,093	100,658	54,089	46,261
<i>Libia</i>	61,026	46,018	23,726	13,943	11,986
<i>Nigeria</i>	96,905	97,818	82,596	45,888	34,704
<i>Qatar</i>	142,485	144,115	139,845	92,038	72,459
<i>Saudí Arabia</i>	388,401	375,873	342,433	203,537	179,575
<i>Emiratos Árabes Unidos</i>	359,728	371,028	343,085	300,496	298,653
<i>Venezuela</i>	97,877	88,753	74,714	37,236	26,473
OPEP	1,668,929	1,640,459	1,453,833	966,007	888,99

Fuente: OPEC Annual Statistical Bulletin 2017 (**Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC), 2017**).

A partir de la Tabla 1, se puede realizar un análisis de las exportaciones de los países de la OPEP, generalmente la producción de petróleo ha ido decreciendo conforme el pasar de los años es así que de 2012 a 2016, la producción y por ende las exportaciones han disminuido en un 14,57%, por el cálculo de la tasa de disminución promedio bruta, es decir para el mundo se ha reducido la oferta de petróleo; además, el país que tiene la cuota más grande del grupo es Arabia Saudita, siendo el líder mundial en producción de este bien y es por eso que este país ha demostrado un crecimiento y desarrollo exponencial; en tanto que el país que tiene la menor cuota es Gabón, a pesar de eso la

¹³ Free On Board (libre a bordo) - Incoterm

producción de petróleo en este país hace que sea uno de los países de África subsahariana con uno de los mejores índices de desarrollo humano de esa región.

En fin, el país que tenga yacimientos de petróleo puede ser rico por naturaleza, pero lo que hace la diferencia es la administración y el manejo adecuado de los recursos que posee cada país, es por eso que en el caso de Venezuela, que también pertenece a este grupo de países exportadores de petróleo, por sus malas administraciones y fallas de Gobierno presenta serias crisis, tanto políticas, económicas y sociales.

2.1.2.3.2. Colombia

La historia para Colombia en cuanto a hechos referentes a la extracción del petróleo, data de los años 1541, cuando se describen en las Crónicas de Fernández de Oviedo los yacimientos de petróleo que existían; pero es a principios del siglo XX cuando el petróleo se lo aprovecha de manera comercial, a manos de los señores Bohórquez, De Mares y Barco; para 1918 se perforaba el primer pozo productor, con el pasar de los años la industria petrolera avanzaba con nuevos descubrimientos de pozos, es por eso que para 1951 se creaba Ecopetrol S.A., para 1970 el país perdía su condición de ser exportador, pero la recupera en 1985 con el descubrimiento de nuevos pozos en varios sectores de Colombia (**Vásquez, 2012**).

Refiriéndose a la empresa Ecopetrol S.A. según **Jaimes & Miguel (2012)**, es una sociedad pública que se dedica enteramente al petróleo, desde su extracción, pasando por su refinación y posterior comercialización; entre los años 2000 a 2010 esta empresa logró ingresos mayores a los 1,2 billones de pesos anualmente; y hasta hoy es una empresa en funcionamiento y también es referente en Colombia. No obstante Ecopetrol fue creada a razón de huelgas sindicales de colombianos enfurecidos por los malos tratos que recibían por parte de los administradores norteamericanos ya que como es común en los países de Latinoamérica, en su pasado siempre existen empresas estadounidenses que se han aprovechado de la riqueza natural de la región, para Colombia, al igual que en Ecuador, estas empresas recibieron más de lo que les correspondía como fue la empresa Tropical Oil Company (**Hernández, 2008**).

Colombia hoy por hoy es un exportador neto de petróleo, pero su volumen de producción es muy bajo, es por eso una de las razones por las cuales no pertenece a la OPEP, y en sí no es considerado un país petrolero; otro dato es que la contribución del sector petrolero en el PIB y sus incrementos es un tanto reducida, por ejemplo en el período 2000 a 2008 el porcentaje de los ingresos por petróleo con respecto al total del PIB variaban entre 3,5% y 5%, pero aun así cualquier variación del precio del petróleo puede generar un efecto negativo para el país ya que los derivados del petróleo son los elementos más importantes en el mercado energético para abastecer a la población de Colombia en sus necesidades domésticas (**Perilla, 2010**).

Además, como se puede observar en la Tabla N° 2, en los últimos años se han registrado porcentajes de crecimiento negativos en cuanto a las reservas probadas de petróleo, lo que obviamente reduce su producción y por ende afecta a los ingresos del Estado. Según **Ávila (2018)**, las reservas probadas de petróleo en Colombia se están terminando, es por eso que las cifras en la Tabla N° 2 decrecen hasta el año 2016, pero para el año 2017 Colombia aumenta su cifra de reservas, esto a razón de que se ha puesto en marcha esfuerzos para exploración de nuevos pozos petrolíferos y se ha mejorado la infraestructura para abaratar los costos de producción del petróleo.

Pero como para algunos es beneficioso la actividad petrolera, para otros representa un gran peligro, según **Burgos (2006)**, este peligro subyace para las comunidades indígenas de Colombia, estas representan un 2% de la población, pero al ser una minoría se las debe tomar en cuenta porque tienen mayor vulnerabilidad; es conocido que para extraer hidrocarburos se debe afectar al medio ambiente, y la dependencia que tienen las comunidades indígenas con el ambiente va más allá del tema físico, ya que no solo de esta deviene su sustento diario u hogar sino también su cultura, tradiciones e inclusive su religión puesto que consideran a la Madre Naturaleza como un ser vivo; a partir de esto, es menester contemplar la compatibilización de intereses de las comunidades indígenas y las petroleras, con políticas de protección al ambiente, sin dejar a un lado el crecimiento y desarrollo económico de Colombia.

Es así que las alternativas de generar energías amigables con el ambiente también representan temas de estudio en el país, la evolución de la matriz energética de Colombia es palpable, a pesar del continuo uso de energías fósiles, la energía hidroeléctrica y geotérmica se han posicionado con mayores porcentajes de participación en el consumo de energía total, 69% y 28% respectivamente; adicionalmente, el Estado como tal es el responsable de la seguridad energética del país y ha establecido desde ya un plan energético nacional a través de la UPME¹⁴ para los años 2015 a 2022, donde se promoverá la formación de energía renovable de fuentes no convencionales, como por ejemplo: eólica, solar, geotérmica, biomasa, etc., y así insertar en el mercado energético este tipo de energías (Ñustes & Rivera, 2017).

Después de las consideraciones anteriores, la consecuencia de invertir en tecnologías que desarrollen el aprovechamiento de energías renovables, ayuda considerablemente a la población y su salud; mermando así de paso el calentamiento global y dejando la dependencia para con el petróleo, además se puede decir también que se puede dejar la dependencia de la energía hidroeléctrica a razón de que esta necesita de fuentes hídricas y las constantes sequias no aseguran una seguridad energética continua.

¹⁴ Unidad de Planeación Minero Energética

Tabla 2: Reservas de petróleo por departamento / miles de barriles

<i>Departamento</i>	2014	2015	2016	2017
<i>Meta</i>	1.039.856	910.190	756.159	799.036
<i>Casanare</i>	318.457	301.903	287.862	343.504
<i>Santander</i>	287.635	206.132	167.240	192.065
<i>Boyacá</i>	120.527	74.859	99.551	67.238
<i>Putumayo</i>	105.700	93.941	83.593	74.624
<i>Huila</i>	98.760	87.548	70.222	71.037
<i>Bolívar</i>	59.621	65.266	59.788	54.546
<i>Arauca</i>	82.784	61.701	50.758	51.933
<i>César</i>	23.865	59.570	30.047	41.299
<i>Tolima</i>	37.255	34.271	28.710	27.314
<i>Antioquia</i>	68.157	56.348	21.322	25.517
<i>Norte de Santander</i>	50.224	33.009	6.866	29.994
<i>Cauca</i>	2.604	3.982	1.307	2.536
<i>Magdalena</i>	6.464	711	1.032	779
<i>Cundinamarca</i>	1.899	201	568	278
<i>Nariño</i>	194	226	363	413
<i>Sucre</i>	239	113	102	58
<i>Caquetá</i>	-	8.750	-	-
<i>Vichada</i>	386	-	-	-
<i>Boyacá/N. Santander</i>	-	2.884	-	-
<i>No Definido</i>	2.947	-	-	-
Total País	2.307.571	2.001.605	1.665.490	1.782.173

Fuente: Boletín Estadístico de Minas y Energía 2018, (Unidad de Planeación Minero Energética, 2018)

El análisis partiendo de la Tabla N° 2, demuestra que el departamento de Meta, es el más explorado y el que más reservas probadas de petróleo tiene, seguido de los departamentos de Casanare y Santander, los departamentos que menos han sido explorados y por ende menos reservas poseen, son los de Vichada y Caquetá, a pesar

de que estos dos departamentos tienen gran extensión en el territorio colombiano, también se evidencia que en su totalidad las reservas probadas a partir del año 2014 hasta el 2016 son pocas y van decreciendo constantemente, hasta el año 2017, donde se evidencia un aumento en sus cifras de reservas lo que demuestra que los esfuerzos por encontrar nuevos pozos por parte del Estado han sido efectivos; adicionalmente, este aumento no es considerable por lo que para los siguientes años se espera encontrar nuevas fuentes de hidrocarburos.

2.1.2.3.3. Perú

Uno de los países de Latinoamérica que más auge tuvo en el siglo XIX en cuestión de petróleo fue Perú, es así que en la región fue el primero en perforar un pozo en el norte del país, la historia cuenta que varias compañías estadounidenses y también londinenses ayudaron a explorar y desarrollar la explotación del petróleo en varias zonas del país, pero también las concesiones eran mayoritariamente a favor de los extranjeros como ya era costumbre en Latinoamérica (Noriega, 1962).

Según el **Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (2015)**, en Perú, los hidrocarburos líquidos, que comprenden al petróleo y sus derivados y los líquidos de gas natural, ayudaron considerablemente al desarrollo del país desde la creación de la República. Hoy por hoy el país al ser considerado importador neto de estos hidrocarburos, y vio la necesidad a finales de los años 90 de desarrollar el yacimiento de gas de Camisea y posteriormente una diversificación en su matriz energética.

Esta mejora en la matriz energética se ve acompañada de varios proyectos de generación eléctrica de asociaciones público privadas, entre los cuales se puede mencionar el Nodo Energético Sur-Central Térmica Ilo, Central Hidroeléctrica Veracruz, Chadín II, San Gabán III y la Central Solar Rubí (Osinergmin, 2016). A razón de que Perú tiene un inmenso potencial para la generación de energías renovables, e históricamente se ha enfocado en fuentes hídricas convencionales; por ejemplo para el año 2000, esta fuente figuraba como el 87% del total de energía producida en el país, para el año 2013, la cifra bajaba a un 54% (Osinergmin, 2017).

Volviendo a mencionar el petróleo, es importante decir que aunque Perú este más enfocado a la actividad extractivista de minerales como el cobre y el oro, y además que la extracción de hidrocarburos a la fecha sea considerablemente de niveles bajos, las reservas que Perú tiene aún son importantes; en la Tabla 3, se evidencia los valores en MMSTB¹⁵, pero aun así estas siguen disminuyendo según el **Ministerio de Energía y Minas (2016)**, inclusive por cuestiones técnicas de reclasificación y revisión de las reservas.

Tabla 3: Reservas de Hidrocarburos al 31 de Diciembre de 2016

<i>Tipo de Hidrocarburos</i>	Probadas	Probables	Posibles
<i>Petróleo, MMSTB</i>	434,9	255,2	235,8
<i>Líquidos de Gas Natural, MMSTB</i>	789,7	112,6	76,3
<i>Total Hidrocarburos líquidos MMSTB</i>	1224,6	367,7	312,1
<i>Gas Natural, TCF¹⁶</i>	16,1	1,9	1,7
<i>Total petróleo equivalente, MMSTBOE¹⁷</i>	3906,4	677,3	587,8

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2016).

Dejando a un lado el tema de petróleo, cabe recalcar que Perú es un país con potencial minero, tiene el título de ser el segundo productor mundial de cobre, plata y zinc a nivel mundial y ostenta el primer lugar en la producción de oro, plomo y zinc en Latinoamérica, es por eso que la minería en este país constituye fuente de desarrollo y crecimiento económico ya que de por sí sola representa un 10% del PIB para el año 2017, y en la balanza comercial, en las exportaciones representa un 62% (**Ministerio de Energía y Minas, 2017**).

Tomando en consideración lo anteriormente dicho, se asume que Perú es realmente un país en vías de desarrollo que aprovecha sus recursos naturales, mayormente en el sector de la minería y que ha dado frutos en el desarrollo del país, reduciendo los índices de pobreza, generando nuevas plazas de empleo y aumentando la

¹⁵ Millones de Barriles de Petróleo fiscalizado a condiciones estándar.

¹⁶ Trillones americanos de pies cúbicos

¹⁷ Millones de barriles de petróleo equivalente en condiciones estándar (1barril de petróleo es igual a 6000 pies cúbicos de gas)

infraestructura del país en pro de la estabilidad macroeconómica y por ende la productividad de todo el país.

2.1.2.4. Dependencia de Recursos Naturales

Latinoamérica es conocida por ser una región exportadora de productos primarios, con muy poca diversificación y tecnificación, es así que Ecuador, Colombia y Perú presentan una gran dependencia, ya que son países que tienen abundancia en recursos naturales y mayoritariamente estos recursos pesan de gran manera en la estructura económica de las naciones y en sus balanzas comerciales.

Según **Campo & Sanabria (2013)**, tener abundancia de recursos naturales puede considerarse una maldición ya que los precios de los *commodities*¹⁸ pueden fluctuar, también se debe considerar la baja productividad y la distribución de dichos productos los cuales generarían costos extras sino se tiene una buena infraestructura como es el caso de los países latinoamericanos; pero, esto puede depender a razón de que hay evidencia empírica, como es el caso de Noruega y Estados Unidos, países que son abundantes en recursos naturales y han prosperado, y esto es porque lo que han hecho con sus recursos naturales ha determinado su crecimiento económico prolongado, ayudados de tecnificación y diversificación.

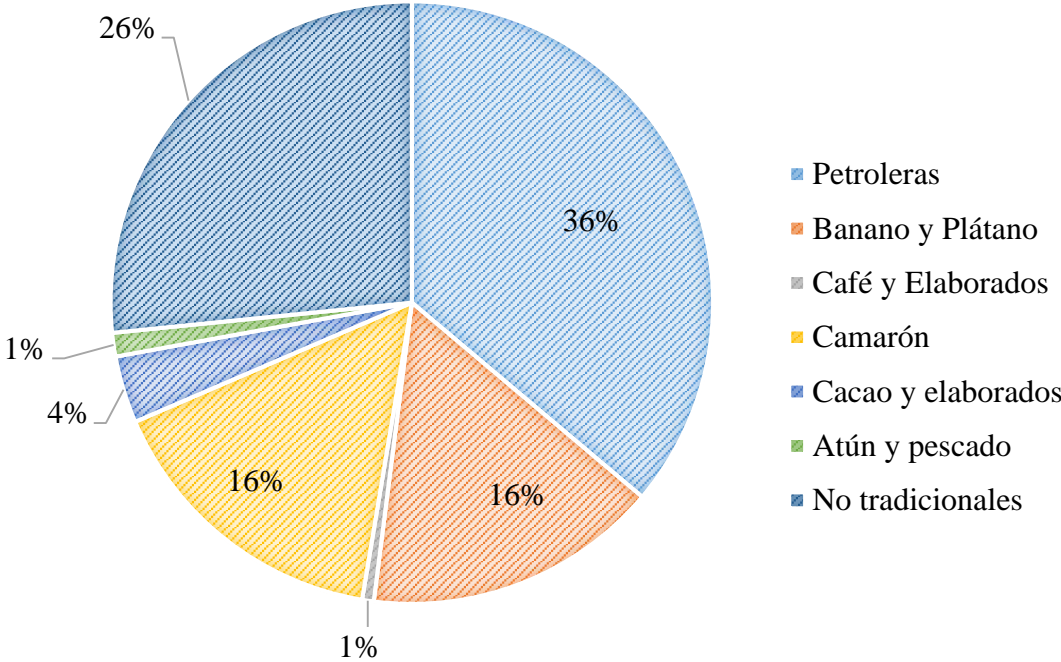
2.1.2.4.1. Ecuador

Para el caso de Ecuador, la mayor dependencia se la encuentra en las exportaciones de productos primarios, los principales productos de exportación en orden de importancia son petróleo, banano, camarón, cacao, café y atún, también existen productos no tradicionales en los cuales se encuentran una gran variedad de mercancías como brócoli, aceites, aguacate, babaco, limón, por mencionar algunos.

En la ilustración 1 se aprecia que para el año 2017 las exportaciones que tienen mayor peso individualmente son las petroleras, entonces se nota claramente la dependencia que tiene el país en cuanto a la actividad extractivista de petróleo y su posterior venta.

¹⁸ Materias primas

Ilustración 1: Exportaciones por grupos de productos 2017/ Miles de USD FOB

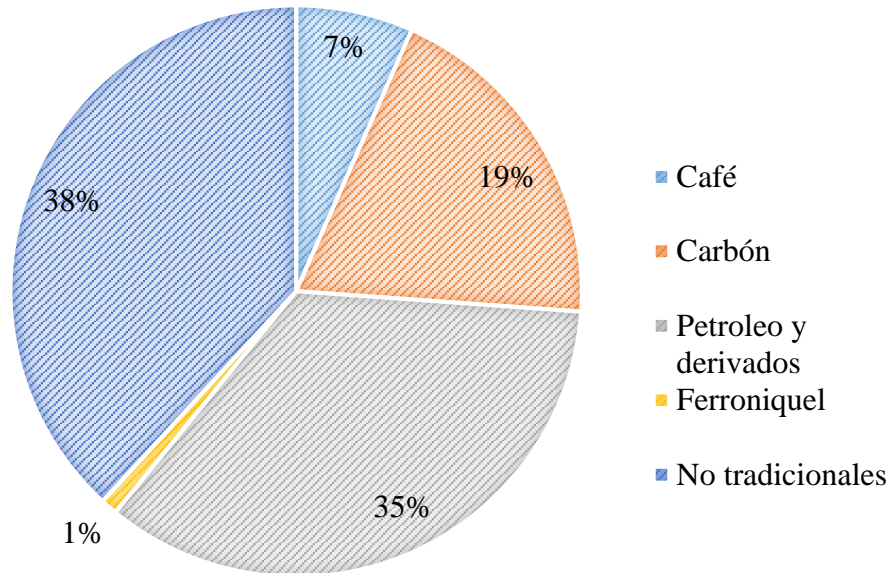


Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaborado por: Nubia Vinueza B.

2.1.2.4.2. Colombia

Para el caso de Colombia, también se observa que es un país dependiente de la venta de hidrocarburos, individualmente representa un 35% del total de exportaciones, además en la misma línea extractivista está la minería con el carbón y ferroníquel, 19% y 1% respectivamente; y un 7% para las exportaciones de café, históricamente Colombia es conocido por ser un país cafetero y eso se refleja en el total de sus exportaciones siendo un rubro importante, a pesar de todo esto se nota que los principales productos de exportación del país son netamente primarios es decir no muestran ninguna transformación. En los productos no tradicionales que representan un 38% del total de las exportaciones se llega a la conclusión de que Colombia tiene diversificación en sus exportaciones ya que es comparable con el rubro del petróleo, pero no se toma mucho en cuenta ya que son demasiados productos individuales los cuales conforman este valor.

Ilustración 2: Exportaciones por grupos de productos 2017/ Miles de dólares FOB

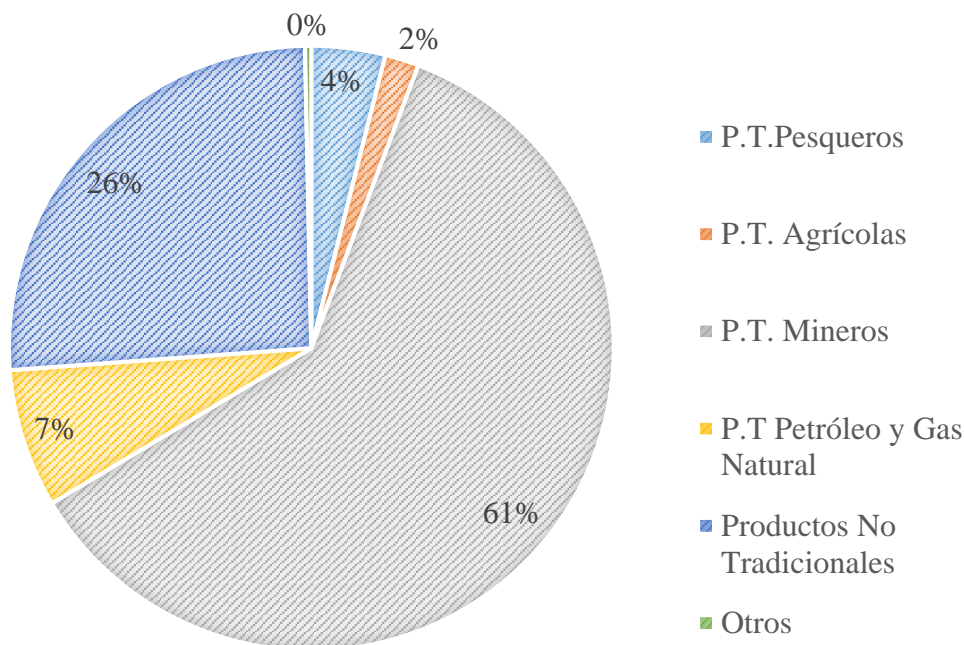


Fuente: Banco de la República de Colombia
Elaborado por: Nubia Vinuesa B.

2.1.2.4.3. Perú

Perú es un país con gran extensión territorial y grandes riquezas naturales también, para este país la dependencia del recurso natural se encuentra en el sector de la minería, ya que el 61% del total de sus exportaciones pertenecen a los productos tradicionales mineros, entre ellos están el cobre, el oro y el zinc en orden de importancia; en cambio, tan solo un 7% del total de las exportaciones es de petróleo y gas natural, es decir no tiene una dependencia de este bien en comparación con Ecuador y Colombia. Según el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (2015), es por eso que Perú es considerado un importador neto de hidrocarburos, ya que no es un productor de petróleo o gas natural como sus países vecinos, pero en los últimos años se han hecho esfuerzos por diversificar su matriz productiva, como por ejemplo el desarrollo del yacimiento de gas de Camisea.

Ilustración 3: Exportaciones por grupos de productos 2017/ Miles de dólares FOB



Fuente: Banco Central de Reserva de Perú
Elaborado por: Nubia Vinueza B.

2.1.2.5. *Conceptos Fundamentales de las variables*

2.1.2.5.1. *PIB real per cápita*

Este representa un valor monetario que le correspondería a cada habitante del país (hipotéticamente) para un año en específico, este valor es el del Producto Interno Bruto, el cual es la suma de todos los bienes y servicios finales producidos por la economía de una nación en un determinado período; ya que esta variable deviene de una división también se dice que es la relación que existe entre el valor total de la producción final y el número de habitantes a mitad de año; también representa una medida tácita del nivel de vida de la población, y es utilizado a nivel mundial para exponer el potencial económico de un país (**Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, 2009**).

La fórmula para calcular esta variable es:

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

Fuente: Banco Mundial

Donde:

PIB_{PC} = Producto Interno Bruto per cápita

PIB = Producto Interno Bruto

\bar{P} = Población estimada a mitad del año

2.1.2.5.2. Emisiones de CO₂ per cápita

Las emisiones de dióxido de carbono son las que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y de la quema de gas (**Laboratorio Nacional de Oak Ridge, 2017**).

Según **Chang (2009)**, los gases de efecto de invernadero son varios (N₂O¹⁹, CH₄²⁰, CFC²¹), pero el que tiene más presencia en el avance del calentamiento global con un porcentaje mayor al 50% es el CO₂, por esa razón es importante generar eficiencia energética, disminuyendo las emisiones de dióxido de carbono a través de fuentes de energía alternativas como células solares, otras alternativas son recuperar los gases que se producen en la producción de ganado, en los depósitos sanitarios y reducir fugas de gas natural, también se contempla que es valioso conservar selvas y bosques tropicales del mundo, como gran ejemplo la selva Amazónica, a razón de que estos ayudan a la disminución de gases de efecto invernadero.

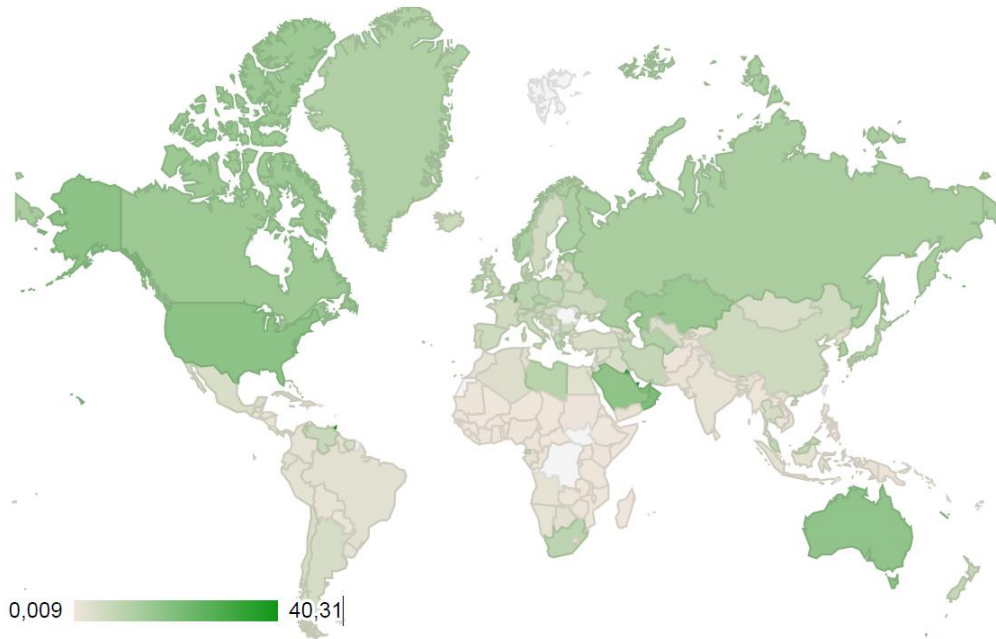
A continuación se muestra un mapa que mide las emisiones de CO₂, medido como toneladas métricas per cápita, mientras el color es más oscuro, las emisiones son más altas y viceversa.

¹⁹ Óxido Nitroso

²⁰ Metano

²¹ Clorofluorocarbonos

Ilustración 4: Mapa Mundial de Emisiones de CO₂ al año 2017



Fuente: Centro de Análisis de Información sobre CO₂, División de Ciencias Ambientales del Laboratorio Nacional de Oak Ridge

Elaborado por: (Laboratorio Nacional de Oak Ridge, 2017).

En la Ilustración N°4 se muestra que mayormente los países que están en el norte son los que más emisiones de CO₂ per cápita producen, por su parte en los países del hemisferio sur, la situación es notablemente diferente, pocos son los países que tienen altos índices; según el **Laboratorio Nacional de Oak Ridge (2017)**, el país con las emisiones per cápita más elevadas es Qatar, con un valor de 40,31, por el contrario el país que menos emisiones tiene es Lesoto con 0,01. Por su parte los países andinos tomados en cuenta en este estudio, tienen niveles bajos de emisiones de CO₂ per cápita, en comparación con países desarrollados del norte; Ecuador mantiene un nivel de 2,176, Colombia un nivel de 1,629 y Perú un 1,968.

2.1.2.5.3. *Precios del barril de petróleo*

El petróleo hoy por hoy es la fuente de energía más cotizada en el mundo, es una materia prima muy importante para todos los países, la medida que se usa para la comercialización de este preciado bien es el barril; esta es una medida estandarizada para la compra y venta del hidrocarburo, el barril de por sí contiene 158,988 (dm³)²² o

²² Decímetro cúbico

42 galones americanos, además de siete a ocho barriles equivalen a una tonelada de petróleo; la comercialización se la hace por número de barriles ya que son la medida estándar para el comercio del crudo entre los diferentes países del globo, no por litros o toneladas (**López, Iñesta, & García, 2002**).

Para **Lanteri (2014)**, el precio se refiere a la cantidad de dinero que se paga por adquirir un barril de petróleo crudo, estos precios están determinados mayormente por la oferta y demanda del mercado; no obstante existen otros factores que inciden en la constante variabilidad de los precios como son las políticas monetarias de los países desarrollados que actúan a través de su demanda agregada e inflación y los cambios en el tipo de cambio de monedas poderosas como el dólar.

2.1.2.5.4. *Consumo de Energías Renovables*

El consumo de energías renovables se refiere a la acción de usar, servirse de energía limpia, llamada limpia ya que esta es cualquier forma de energía de origen solar, geofísico o biológico que se renueva mediante procesos naturales a un ritmo igual o superior a su tasa de utilización. Se obtiene de los flujos continuos o repetitivos de energía que se producen en el entorno natural y comprende tecnologías de baja emisión de carbono, como la energía solar, la hidroeléctrica, la eólica, la mareomotriz y del oleaje, y la energía térmica oceánica, así como combustibles renovables tales como la biomasa (**Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2014**).

2.1.2.6. *Proyectos emblemáticos de energías renovables*

2.1.2.6.1. *Ecuador*

En Ecuador, los proyectos emblemáticos son desarrollados y desplegados por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, en el país existe potencial hidroeléctrico, solar, eólico y geotérmico mayormente, siendo de este tipo de energías los proyectos emblemáticos que se han creado o están en proceso de creación.

Las políticas de cambio de la matriz eléctrica han dado resultados implementado proyectos de energías renovables, el mix eléctrico al año 2006 era de 53% de energía termoeléctrica, 46% energía hidroeléctrica y el 1% restante de energías renovables no convencionales; pero para el año 2016 el mix energético cambió, siendo la energía

hidroeléctrica la que mayor porcentaje tiene en este mix, un 90%, la energía termoeléctrica paso a tener una reducción en su participación al 8% y las energías renovables no convencionales aumentaron al 2%; de manera general, se nota que el total de producción energética es de energía renovable convencional hidroeléctrica, pero se debe aumentar el porcentaje de energías renovables no convencionales ya que son las energías más limpias y que se regeneran sin presentar niveles bajos en su recuperación (**Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2015**).

Los proyectos hidroeléctricos emblemáticos hoy por hoy aportan parcialmente a la producción nacional, ya que aún no llegan a su nivel de máxima producción o aún están en fases de implementación y construcción, el más nombrado y más grande es el proyecto de Coca Codo Sinclair que tiene una capacidad de producción de 1.500 MWh²³; existen otros 7 proyectos hidroeléctricos de gran envergadura como se puede observar en la Tabla N° 4, que en su mayoría se encuentran en promedio de avance de más del 50%.

Tabla 4: Proyectos Hidroeléctricos Emblemáticos de Ecuador al año 2015

Nombre de la Central Hidroeléctrica	Potencia	Avance
Coca Codo Sinclair	1.500 MWh	83,1%
Delsitanisagua	180 MWh	40,1%
Minas San Francisco	275 MWh	55%
Manduriacu	60 MWh	En operación
Mazar Dudas	21 MWh	82,5%
Sopladora	487 MWh	81,1%
Toachi Pilatón	254,4 MWh	63,6%
Quijos	50 MWh	44,1%

Fuente: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable de Ecuador.

Los Proyectos Hidroeléctricos abarcan el espectro de inversión en el cambio del mix eléctrico, a razón de que Ecuador tiene un gran potencial hídrico, además el nivel de tecnificación que se necesita para poner en marcha centrales hidroeléctricas no es tan demandante como las energías renovables no convencionales, y es por eso que la

²³ Megavatios (medida de potencia que equivale a un millón de vatios por hora)

implementación de hidroeléctricas en el país es fácil y de menor costo con mayores beneficios por tener esta ventaja comparativa. Los ocho proyectos de centrales hidroeléctricas enlistados en la Tabla N°4 son los ocho más emblemáticos, Coca Codo Sinclair por su parte es el proyecto más grande, seguido de la central hidroeléctrica Minas San Francisco con 275 MWh, todas estas hidroeléctricas se encuentran aún en procesos de construcción y muy pocas son las que están en operación o generan ya parcialmente energía para la red nacional, lo que sí se destaca es que a partir de esta mejora en la productividad de la red eléctrica a partir de estos proyectos, el Ecuador pasa de ser importador de energía a ser exportador, lo que es un gran avance en el resultado de sus políticas energéticas y el aseguramiento de la seguridad energética de la nación. Además, la inversión para los proyectos de energía renovable también abarca campañas de medición de recurso eólico, solar y geotermia.

2.1.2.6.2. Colombia

Colombia al igual que Ecuador posee bastas riquezas naturales, y en similares condiciones los dos países poseen un gran potencial hídrico, Colombia debido a esto tiene como principal fuente de generación la energía hidráulica, para el año 2014 este tipo de energía alcanzaba la suma de 44.734,11 GWh²⁴, el resto del mix energético lo compone la energía termodinámica, esta llegó a alcanzar una producción de 19.043,64 GWh, el resto del porcentaje del mix energético lo comprenden otros tipos de energías con generadores menores, alcanzado una producción de 549,8 GWh; la dependencia de la energía hidráulica es evidente, el problema con este tipo de energía es que es inherente a los cambios de las corrientes de agua y cambios en el clima como las sequías provocadas por el fenómeno del Niño, es por eso que la diversificación de la matriz energética colombiana es necesaria, los proyectos para acometer esto son proyectos emblemáticos, para mencionar algunos son: la hidroeléctrica Ituango, en Antioquía que produciría al concluir su construcción unos 2.400 MWh, otro proyecto es el instalado en la Guajira, el Parque Eólico de Jepirachi con un capacidad de producción de 19,5 MWh de la misma manera con la energía solar se encuentra el proyecto de construcción de la granja solar Yumbo en el Valle del Cauca, que estaría produciendo unos 16 GWh al año (Cortés & Londoño, 2017).

²⁴ Gigavatios (medida de potencia que equivale a mil millones de vatios por hora)

2.1.2.6.3. Perú

En Perú se evidencia mayor diversificación de sus recursos naturales, además de sus cuencas hídricas, también posee vastas zonas consideradas potenciales para generar energías renovables no convencionales, como gran potencial para la energía eólica y la solar-fotovoltaica; ya que su territorio es más extenso que el de Ecuador y Colombia y además posee desiertos, una gran parte de costa del pacífico, también una gran porción de la Amazonía y goza de ser uno de los países atravesados por la Cordillera de los Andes.

Por lo tanto Perú es un país con potencial para las energías renovables ya sean convencionales o no convencionales, es por eso que estos RER²⁵, están contemplados en las políticas energética a largo plazo del país, haciendo así de su matriz energética una de las más diversificadas de América Latina; es de hecho el organismo ya citado anteriormente Osinergmin, el encargado de controlar y ejecutar las subastas que se realizan para la puesta en marcha de los proyectos de RER en Perú, estos proyectos son desarrollados en conjunto con el ente público y los organismos privados interesados, este es el llamado esquema APP²⁶; y es Osinergmin quien concede la licitación para la posterior ejecución del proyecto, para 2016 este organismo adjudicó 4 subastas de las cuales se resaltan 2.651 GWh netamente para la generación de energías renovables no convencionales y 3.380 GWh de proyectos hidroeléctricos; además, en la Tabla N°5 se puede observar a los proyectos de RER en ejecución y que ya son parte de la producción nacional (**Ministerio de Energía y Minas, 2016**).

²⁵ Recursos Energéticos Renovables

²⁶ Asociación Público Privada

Tabla 5: Participación de los RER en la Producción Nacional de Electricidad a corte del año 2016

Fuentes de Generación	Energía en GWh	Porcentaje de Participación
Hidroeléctrica	1.077,2	2,08
Eólica	1.063,8	2,06
Solar	241	0,47
Biomasa	203,6	0,39
Total RER	2.585,6	5
Total Nacional	51.700	100

Fuente: Ministerio de Energía y Minas de Perú.

En la Tabla N°5 se evidencia que Perú tiene un gran potencial en lo que es fuentes de generación hidroeléctrica y eólica, ya que es un país que posee recurso hídrico y eólico de primera mano, aunque no representen un gran porcentaje en la producción nacional, en total las energías renovables han ido tomando terreno y se siguen prolongando su participación cada año.

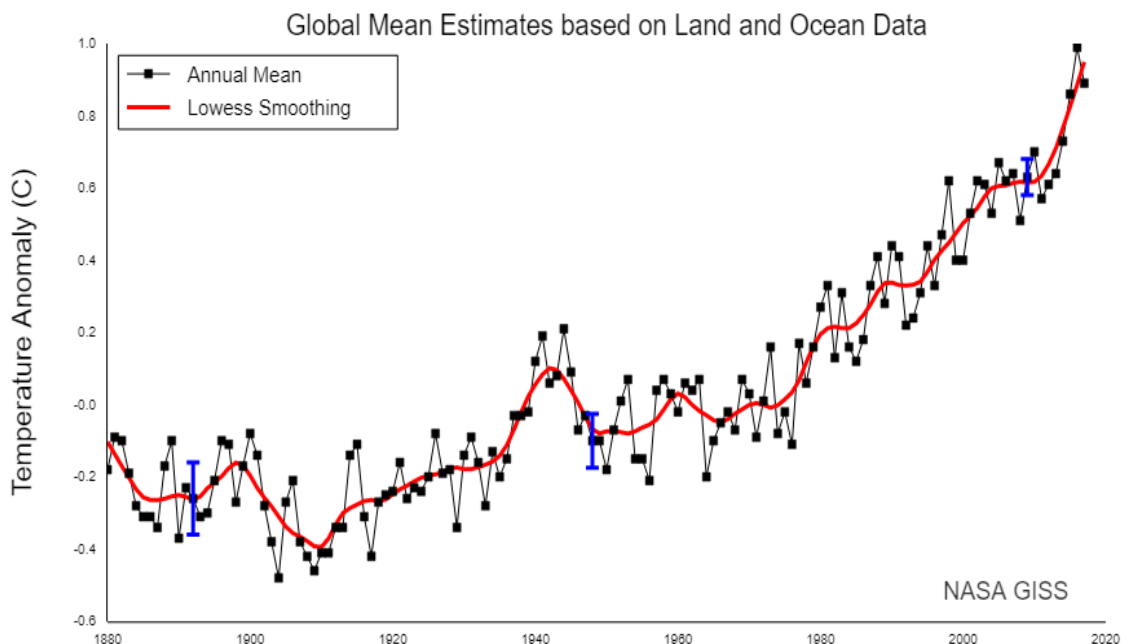
En tanto que los proyectos emblemáticos en Perú son por mencionar algunos, las centrales hidroeléctricas del Cerro del Águila y la de Challga, que en conjunto aportan a la red nacional 2.331,6 MWh; por otra parte los proyectos de energía eólica que estarían en construcción a posteriores años y serían grandes proyectos emblemáticos son los ubicados en la región de Piura, con un potencial de 7.098 MWh, en Lambayeque se espera 7.7017 MWh y en Ica 2.280 MWh (**Ministerio de Energía y Minas, 2016**).

2.1.2.7. Incrementos en Niveles de Contaminación

La Contaminación se extiende en varios campos, ya sea la contaminación hídrica, la contaminación del aire, contaminación del suelo o subsuelo, contaminación lumínica, acústica, etc., todas ellas causan algún daño o efecto negativo al medio ambiente y a los organismos que en él viven; puntualmente en este apartado se habla sobre la contaminación por gases de efecto invernadero como el CO₂, lo cual aparte de contaminar al aire tiene efecto sobre la atmosfera que se lo llama efecto invernadero y que causan otras consecuencias negativas en el ambiente.

Las emisiones de gases de efecto invernadero han ido en constante incremento desde el comienzo de la era industrial; **Power (2009)**, argumenta que en las últimas décadas este incremento ha sido exponencial en comparación a otras décadas en el pasado, esto se lo puede contrastar en la Ilustración N°5 ; adicionalmente se considera que las emisiones de CO₂ por año son de ocho mil millones de toneladas, y esta cifra pretende duplicarse en el transcurso de 50 años, estas emisiones provienen principalmente de la quema de petróleo, carbón o gas, de la industria cementera y por último de la refinación del petróleo que producen gases excedentes para producir ciertos derivados.

Ilustración 5: Estimaciones Medias Mundiales basadas en Datos Terrestres y Oceánicos



Fuente: National Aeronautics and Space Administration (NASA) - Goddard Institute for Space Studies.

Elaborado por: (GISS NASA, 2017).

En la ilustración N° 5 se muestra el índice de temperatura tierra-océano, datos expresados en anomalías de la temperatura en grados centígrados desde 1880 hasta 2017, la línea negra continua es la media anual global, de manera que la línea roja continua es la suavización de los datos en cinco años, en tanto que las líneas azules son líneas de incertidumbre, es decir son los límites de confianza a un nivel de 95%, para los errores de estimación; los datos muestran que a partir de 1880 las temperaturas

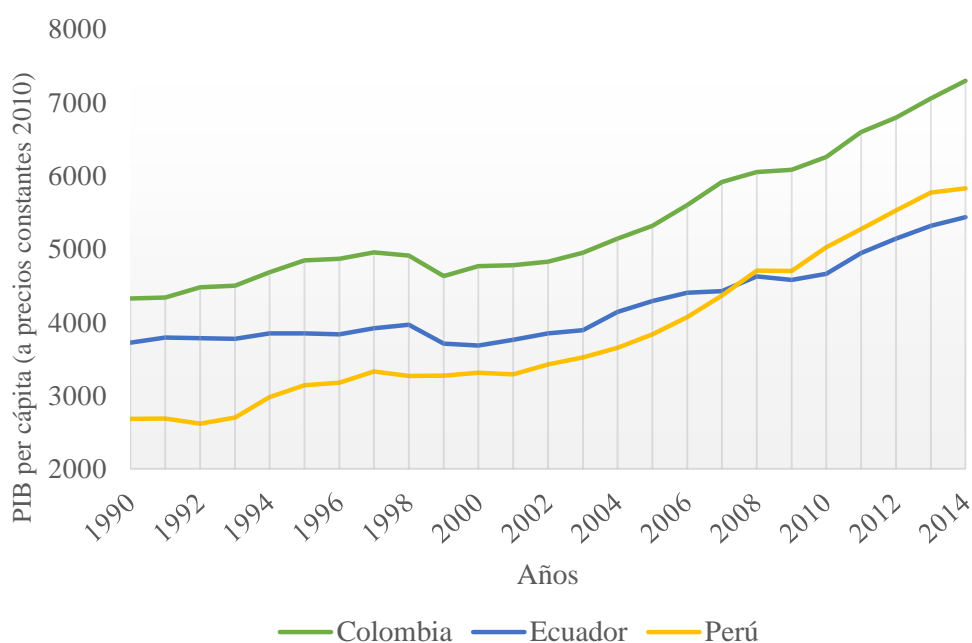
se mostraron más o menos estables hasta el año 1940, en donde se registra un incremento considerable de la temperatura y a partir de ese año hasta el presente se ve una tendencia generalizada al alza en anomalías de la temperatura mayormente siendo estas de incremento lo que ratifica la teoría del avance del calentamiento global.

2.1.2.8. *Evolución del PIB per cápita de los tres países andinos*

El PIB es una variable macroeconómica importante para medir la evolución de una economía, puesto que refleja su crecimiento en términos de producción final, y cuando es medido en unidades per cápita, este refleja la producción que se da por persona, algo así como una medida del bienestar de la población, ya que a mayores ingresos por persona, mejores serán los indicadores sociales, como salud, acceso a la educación, sanidad, etc.

Según **Samuelson & Nordhaus (2010)**, un incremento en el ingreso per cápita ayudará a la mejora de la calidad ambiental y esta dejará de deteriorarse, ya que según estudios la relación entre la contaminación, población y el ingreso han probado que pueden aumentar la demanda de calidad ambiental junto con el aumento del ingreso per cápita.

Ilustración 6: Evolución del PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)



Fuente: Banco Mundial

Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En la Ilustración N° 6 se puede observar la evolución del PIB per cápita de los 3 países andinos, mostrando una clara diferencia en la economía de Colombia, que de manera sistemática y prolongada se ha mantenido sobre las economías de Perú y Ecuador, siendo que para el año 2014 tenga un PIB per cápita de más de \$7.200; por su parte Ecuador, se ha mantenido en una franja de PIB per cápita de \$3.800 hasta el año 2008, en donde se registra un alza de la producción que para el 2014 se posicionaba en más de \$5.400; por otra parte Perú es el país que ha avanzado constantemente sobrepasando a Ecuador en el año 2008, y posicionándose más arriba de este país para el año 2014, con un PIB per cápita de \$5.800.

Es importante señalar que ninguna de las tres economías ha tenido un declive importante, más bien como se demuestra en el gráfico todas han evolucionado a buenos pasos, con mención especial a Colombia ya que es el que más ha crecido de los tres países, Ecuador por su parte en el año 2000 presenta una baja en su renta per cápita, esto a razón de la crisis del feriado bancario y posterior adopción del dólar, se ve que la tendencia es más bien estática, hasta que empieza a incrementarse levemente a partir de 2008; Perú es un país que ha progresado, partiendo de tener la renta per cápita más baja que Ecuador al año 2000, para el final del periodo de estudio de la gráfica se muestra que ha dado pasos grandes y ha superado a Ecuador y sigue con una tendencia alcista.

2.1.2.9. *Líderes en energías renovables*

Actualmente las energías renovables van en aumento, su incremento es obviamente necesario puesto que estas energías limpias, palean parcialmente al uso de energías fósiles, pues estas contaminan al ambiente y contribuyen al cambio climático, cuestión nada favorable para el bienestar de las sociedades, varios han sido los esfuerzos que se han hecho por implementar dichas energías, especialmente en los países en donde más se nota el detrimento de la salud de los ciudadanos a razón de la contaminación, es por eso que algunos de estos países ahora apuestan por un cambio en su mix energético, invirtiendo en este tipo de energías con ayuda de desarrollos tecnológicos, que por lo general estos desarrollos tecnológicos los poseen los países desarrollados con un gran manejo de sus economías.

El bloque de la UE²⁷ es un ejemplo concreto, a lo largo de las últimas dos décadas se ha posicionado como un ejemplo a seguir en materia de energías renovables, la UE fija objetivos para la adopción de energías limpias, siendo la bioenergía el recurso que más se usa, después están las energías hidráulica, eólica, geotérmica, solar y energías marinas; por su parte este bloque para el año 2010 ha logrado completar en un 85% la meta de insertar en su mix energético un 12% de energías renovables del total del consumo de energía final (**André, Castro, & Cerdá, 2012**).

En los últimos años muchos han sido los esfuerzos de los países con más problemas de contaminación, como es el caso de China, Estados Unidos e India que son los países más contaminados del mundo; y con la misma razón de que son unas de las economías que más emergen hoy por hoy; a mayor crecimiento económico, mayor es el consumo de energía para cubrir la actividades que desarrollan que hacen que sean potencias mundiales.

Así mismo, China, Estados Unidos y la Unión Europea son potencias en generación de energía renovable, se encuentran en el top 5 de los países líderes en generación de este tipo de energía como se puede observar en la Tabla N°4; según la **Secretaría de REN21 (2018)**, estos países representaron al menos el 75% de toda la inversión mundial en energía renovable con corte al año 2017; pero así también se encontraron varios países con economías en vías de desarrollo que han demostrado un gran aumento en la inversión de energías limpias, cuando son medidas como inversiones per cápita, estos países según el reporte son las Islas Marshall, Guinea-Bissau, Ruanda, Islas Salomón y muchos otros más.

De manera semejante, en la región de América Latina y el Caribe existen avances en materia energética, esta región es rica en recursos naturales, y de ser aprovechados harían crecer a las economías de estos países a mayores pasos, pero la satanización de que la puesta en marcha de energías limpias es costoso y necesita de mayor tecnificación hacen que los Gobiernos no inviertan demasiado y solo hagan lo necesario y sus políticas a la final no fomentan la diversificación del mix energético.

²⁷ Unión Europea

Mayoritariamente, en América Latina y el Caribe el avance que se ha hecho ha sido en energía hidráulica; en sí, según **Arroyo (2014)**, entre el periodo de 2006 a 2013 la energía renovable en la región ha crecido en un 270%, un aumento considerable y que también se lo atribuye a países que han tomado políticas en pro de energía sostenible; los países que se destacan como líderes son Costa Rica, Uruguay, Brasil, Chile, México, y Perú está próximo a convertirse en uno de ellos ya que se proyecta a generar energía limpia a través de energía solar.

Costa Rica por su lado es un ejemplo brillante, este país aunque es limitado en su territorio, está próximo a convertirse en el primer país de la región en utilizar en un 100% energías renovables en su consumo total; el país es rico en recursos naturales, y los explota de la mejor manera, como es en la hidroelectricidad, en la energía geotérmica y además por su geografía es excelente para aprovechar la energía eólica; además las políticas que se han adoptado han mejorado considerablemente la adopción de energías limpias, dos políticas son rescatables, la primera es la de desarrollar un sistema de subastas para contratación de energía y la segunda es ayudarse de la población, es decir con generación local de energía, que posteriormente si existe un exceso se puede vender a la red de electricidad, (**Arroyo, 2014**).

Tabla 6: Top 5 Mundial - Capacidad o Generación Total al final de 2017

<i>Posición del País</i>	1	2	3	4	5
Electricidad					
<i>Capacidad de electricidad renovable (incl. hidráulica)</i>	China	EE.UU.	Brasil	Alemania	India
<i>Capacidad de electricidad renovable (hidráulica no incl.)</i>	China	EE.UU.	Alemania	India	Japón
<i>Capacidad de electricidad renovable per cápita (sin incl. Hidráulica)</i>	Islandia	Dinamarca	Alemania	Suecia	Finlandia
<i>Generación de Bioenergía</i>	China	EE.UU.	Brasil	Alemania	Japón
<i>Capacidad de Bioenergía</i>	EE.UU.	Brasil	China	India	Alemania
<i>Capacidad de energía geotérmica</i>	EE.UU.	Filipinas	Indonesia	Turquía	N. Zelanda
<i>Capacidad de energía hidráulica</i>	China	Brasil	Canadá	EE.UU.	Rusia
<i>Generación de energía hidráulica</i>	China	Brasil	Canadá	EE.UU.	Rusia
<i>Capacidad solar FV²⁸</i>	China	EE.UU.	Japón	Alemania	Italia
<i>Capacidad solar FV per cápita</i>	Alemania	Japón	Bélgica	Italia	Australia
<i>Energía solar térmica de concentración</i>	España	EE.UU.	Suráfrica	India	Marruecos
<i>Capacidad de energía eólica</i>	China	EE.UU.	Alemania	India	España
<i>Capacidad de energía eólica per cápita</i>	Dinamarca	Irlanda	Suecia	Alemania	Portugal
Calor					
<i>Capacidad del captador solar de agua</i>	China	EE.UU.	Turquía	Alemania	Brasil
<i>Capacidad del captador solar de agua per cápita</i>	Barbados	Austria	Chipre	Israel	Grecia
<i>Capacidad de calor geotérmico</i>	China	Turquía	Islandia	Japón	Hungría

Fuente: Energías Renovables Reporte de la Situación Mundial de la Revista REN21

Elaborado por: (REN21 Secretariat, 2018).

²⁸ Fotovoltaica

De la Tabla N°6 se puede resaltar que de los países que están a la vanguardia en materia de energía sostenible, estos son mayormente países que poseen infraestructura y tecnología avanzada para desarrollar métodos de generación de energía renovable eficaz y de bajo costo, en la tabla se destaca China siendo líder mundial en 9 de las 16 categorías que se presentan; pero existe un patrón que puede describir el por qué China no es líder en todas las categorías, este patrón se muestra cuando la capacidad de generación está medida a valores per cápita, y esto se explica a razón de que China es el país más poblado de la Tierra, su elevada densidad demográfica hace que cuando el indicador se divide para el número de habitantes este siempre tienda a ser bajo; es por eso que China no posee liderazgo en las categorías con medidas per cápita.

Otra acepción es que en la tabla se puede observar indicadores similares como son la capacidad y la generación de energía hidroeléctrica, es importante mencionar que la diferencia de estas dos categorías viene siendo que para algunos países existe una dependencia con la energía hidroeléctrica para suministros de carga básica, y otros lo usan para igualar picos de demanda (**REN21 Secretariat, 2018**).

2.2 Hipótesis y/o preguntas de investigación

- Primera

Ho = El PIB real per cápita y los precios del barril de petróleo conducen al consumo de energías renovables en Ecuador.

- Segunda

Ho = El PIB real per cápita, emisiones CO₂ per cápita y los precios del barril de petróleo conducen al consumo de energías renovables en Colombia.

- Tercera

Ho = Las emisiones CO₂ per cápita y los precios del barril de petróleo conducen al consumo de energías renovables en Perú.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Recolección de la información

Para este estudio las fuentes de obtención de información se han localizado en las bases de datos pertenecientes a las páginas web oficiales del Banco Mundial y Fondo Monetario Internacional. La población en este caso son los datos existentes de las variables PIB real per cápita, precios del petróleo, emisiones de CO₂ per cápita y energías renovables. Y se considera como muestra los datos de estas variables comprendidas en los años 1990 a 2014.

Además, en la presente investigación se ha utilizado fuentes secundarias ya que la información se encuentra en bases de datos confiables las cuales son verificadas e internacionalmente utilizadas en varios propósitos de investigación, para el caso del BM²⁹, para los países que lo conforman, aparte de obtener financiamiento en la mitigación de temas sociales, el banco ofrece conocimiento, pues en sus bases de datos el BM recaba un sin número de variables macroeconómicas que son el resultado de la colaboración de los países miembros con los cuales trabaja, en el BM es donde se localizaron los datos del PIB real per cápita expresado en dólares a precios constantes de 2010, emisiones de CO₂ por toneladas métricas per cápita y el porcentaje de consumo de energías renovables correspondiente al total de consumo final de energía.

Por otra parte, la segunda fuente utilizada en esta investigación fue el FMI³⁰, al igual que el BM es un ente internacional que recaba sus datos a través de fuentes confiables como los bancos centrales de cada país, además estos datos son utilizados para formular varias políticas en diferentes países, en el FMI se extrajo los datos correspondientes al precio del petróleo como un promedio simple entre tres tasas: Dated Brent, West Texas Intermediate y Dubai Fateh.

²⁹ Banco Mundial

³⁰ Fondo Monetario Internacional

El instrumento o método utilizado para recolectar la información fueron fichas de observación, las cuales sirven para registrar datos con fines específicos, como el análisis de los mismos o generar modelos econométricos; adicionalmente, las fichas de observación delimitan las bases de datos originales, a razón de que estas disponen de información no solo de los tres países considerados para este estudio sino de todos los países anexados al BM y FMI. Además se delimita el período de estudio, ya que las bases de datos originales comprenden períodos históricos desde 1960 hasta datos del presente.

La confiabilidad de este instrumento de recolección de datos es válida ya que a nivel general es utilizado para diferentes tipos de investigaciones continuamente, en amplios campos de las ciencias, de manera que para esta ciencia social que es la economía, específicamente para realizar modelización econométrica se lo utiliza muy a menudo, es así que **Sadorsky (2009)**, **Apergis & Payne (2014)**, **Squalli (2007)**, **Zaman et al. (2016)**, **Correa et al. (2005)**, y **Campo & Sanabria (2013)**, por citar algunos autores, utilizan fichas de observación para recabar datos de diferentes fuentes como bases de datos electrónicas en el caso de esta investigación.

Por su parte, la validez de constructo de este instrumento será mediante procedimientos de análisis estadístico multivariable como son las regresiones de mínimos cuadrados ordinarios y correlaciones; además, de manera general el instrumento muestra que los resultados de esta investigación y los resultados en otras investigaciones similares han sido cercanas, lo cual valida al instrumento.

3.2. Tratamiento de la información

El presente trabajo al ser una investigación cuantitativa, ya que se usarán datos numéricos para alcanzar los objetivos propuestos de la investigación, contendrá estudios descriptivos, correlacionales y explicativos puesto que utilizan variables numéricas no lineales, las cuales describirán la relación existente entre estas mismas variables explicativas con la variable explicada, es decir se propone un modelo econométrico para determinar dicha relación.

Para los estudios descriptivos se ha de utilizar para la caracterización de cada variable promedios, medianas, desviaciones estándar y gráficos estadísticos. En cambio para los estudios correlacionales se determinará la asociación de las variables numéricas a través de los estadísticos t-student, además en cuanto a las variables categóricas nominales se utilizará estadísticos como chi-cuadrado o F de Fisher.

La operacionalización de los estudios explicativos se la realizará a través de variables numéricas y se efectuará una regresión lineal; esto se desarrollará a través del software econométrico libre GRET, el primer paso es reducir relaciones espurias y suavizar las series de tiempo para evitar la estacionalidad en las mismas, y que se asemejen a una serie ruido blanco, de manera que se utilizará logaritmos para este propósito.

Una vez realizado este paso se procede a comprobar los 10 supuestos básicos de econometría del teorema de Gauss-Markóv, y si es el caso corregir dichos supuestos; de manera que se tomará en cuenta si el modelo está correctamente especificado, que sea lineal en los parámetros, que la media condicional sea cero, que exista homocedasticidad, que no exista correlación entre las perturbaciones, que la covarianza entre u_i y x_i sea cero, que el número de observaciones sea mayor que el número de parámetros, que exista variabilidad entre los x , que no haya multicolinealidad perfecta, y por último que las x no sean estocásticas, es decir, fijas en muestras repetidas.

Generalmente, al tener ya un modelo bien planteado se procede a correr el modelo e interpretar todos los estadísticos que el software arroje para cada país. Además se analizará gráficas de tendencias que el mismo software libre GRET proporciona.

De manera que, se procede con el desarrollo de un análisis estadístico descriptivo extenso de las variables de estudio, para ello se procede con la herramienta de software Excel para calcular los principales estadísticos de las series de tiempo, la finalidad de este apartado es, en palabras de **Martínez (2002)**, describir el comportamiento de un conjunto de observaciones, mediante el análisis e interpretación de cuadros, gráfica y/o la aplicación de medidas de posición o dispersión para así determinar si ciertos valores son normales o atípicos.

Análisis Estadístico Descriptivo

Una vez realizada las tablas de los principales estadísticos de las series de las variables de los tres países se considera prudente analizar la media aritmética, y la moda en cuanto a medidas de posición, ya que estas dos medidas son consideradas las mejores en medición de tendencia central, por su lado la media aritmética es la medida más utilizada y conocida por su facilidad de aplicación, pero esta medida es muy sensible a los cambios que tengan sus valores; por otro lado, la moda toma en cuenta la mayor frecuencia, es decir indica el punto de mayor concentración, convirtiéndola en la mejor medida de tendencia central pero no la más práctica y utilizada puesto que no es sensible a cambios de los valores en la series y no es recomendable en variables continuas con amplitud en los intervalos diferentes; las fórmulas para el cálculo de estas dos medidas son las siguientes:

$$\text{Media Aritmética: } \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\text{Moda para amplitud constante: } M_d = Y'_{j-1} + c \frac{n_{j+1}}{n_{j-1} - n_{j+1}}$$

Fuente: (Martínez, 2002).

El análisis estadístico descriptivo también comprende estadígrafos de dispersión, los cuales ayudan a determinar cómo se agrupan o dispersan los datos alrededor de una media o promedio; los estadísticos tomados en cuentas son: la varianza y la desviación estándar; la varianza en cuanto a medidas de dispersión es la más importante, la más usada y conocida, según **Martínez (2002)**, esta medida se define como la media aritmética de las desviaciones respecto de su media; en tanto que la desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza, la diferencia entre las dos es que la varianza expresa los valores en sus cuadrados, y la desviación estándar en valores originales, es por eso una de las razones por las cuales se utiliza la desviación estándar ya que se expresa en las mismas unidades de la variable; las fórmulas que se utilizan para calcular estas dos medidas de dispersión son las siguientes:

$$\text{Varianza muestral: } \delta^2 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})}{n-1}$$

$$\text{Desviación Estándar: } \delta = \sqrt{\delta^2}$$

Fuente: (Martínez, 2002).

Adicionalmente, entre los estadísticos principales de este estudio se encuentra el recorrido u oscilación, también es una medida de dispersión, este permite hacer una idea del esparcimiento que tienen los datos, si el rango es grande significa que los datos están más dispersos, pero no es preciso ya que no toma en cuenta los valores extremos (Martínez, 2002). Para efectos de homologación en este estudio se lo llama rango, como es conocido comúnmente y la fórmula para su cálculo es:

$$\text{Rango} = X_{max} - X_{min}$$

Fuente: (C. Martínez, 2002).

Además de estas medidas, se analiza la curtosis y la asimetría que son características de la distribución de los datos, por su parte la curtosis mide si la distribución normal es alta o baja, se la clasificará en tres, leptocúrtica, mesocúrtica, o platicúrtica, su valor debería ser tres en términos econométricos; la asimetría es una medida de la simetría de los datos, esta siempre debería ser cero, esta podrá observarse si es asimétrica a la izquierda, asimétrica a la derecha o simétrica; en las distribuciones de probabilidad se aprecia que estas medidas son consideradas medidas resumen complementarias a la media, varianza y covarianza (Gujarati & Porter, 2010).

Es así que las medidas de asimetría se definen como:

$$S = \frac{E(X - \mu)^3}{\delta^3}$$

$$S = \frac{\text{tercer momento alrededor de la media}}{\text{desviación estándar elevada al cubo}}$$

Fuente: (Gujarati & Porter, 2010).

Y una medida común de la curtosis es:

$$K = \frac{E(X - \mu)^4}{[E(X - \mu)^2]^2}$$

$$K = \frac{\text{cuarto momento alrededor de la media}}{\text{segundo momento elevado al cuadrado}}$$

Fuente: (Gujarati & Porter, 2010).

Adicionalmente es importante recalcar que para el análisis estadístico descriptivo de la curtosis se toma en cuenta el valor de 0,263; puesto que este valor corresponde al valor de una curva normal, es decir una curva mesocúrtica, perfecta para el análisis de datos (Cárdenas, 2013).

A continuación en la Tabla N° 7 se exponen los criterios para dar análisis a los datos y tipificar a cada dato:

Tabla 7: Criterios utilizados para tipificar datos de asimetría y curtosis

<i>Medidas</i>	<i>Tipos</i>	<i>Criterio</i>
<i>Asimetría</i>	Simétrica	$x = 0$
	Asimetría Positiva	$x > 0$
	Asimetría Negativa	$x < 0$
<i>Curtosis</i>	Mesocúrtica	$x = 0,263$
	Leptocúrtica	$x > 0,263$
	Platicúrtica	$x < 0,263$

Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En adición se utiliza el método gráfico de Kernel Gaussiano que muestra la densidad estimada de la serie; según **Rodríguez (2019)**, los gráficos kernel son mejores que los histogramas puesto que afinan los típicos rectángulos que muestran los histogramas haciendo que la representación muestre datos adicionales que dicho histograma no podría revelar, estos gráficos son funciones que relacionan a cada dato, sus sumas ponderadas son estimadores para hacer un acercamiento a la función de densidad, en este caso este gráfico sirve para interpretar con mayor facilidad la curtosis y la asimetría, ya que estas dos medidas son medidas de forma de los datos, y es necesario

mostrar una ilustración gaussiana, que vendrá representada por los kernels que se harán a través de una función ofrecida en el software econométrico libre GRET; los datos con los que se graficará no serán anuales, ya que no son suficientes para generar este tipo de gráfico, es por eso que se realizará el gráfico con los datos trimestralizados de las series de tiempo; es importante aclarar que para este tipo de gráficos lo que se requiere en una muestra grande y un ancho de banda pequeño para que su desarrollo sea válido.

Después, se procede a generar gráficas de las tendencias de cada variable de estudio para los tres países, presentadas las cuatro tendencias de las variables de cada país en un solo gráfico, esto realizado a través del software libre GRET, los tres gráficos serán presentados en una sola ilustración para así analizar la tendencia que tienen las series de tiempo con los datos reales; es decir sin ningún tratamiento previo de la información.

Continuando con el desarrollo de la investigación se realiza modelos econométricos multivariantes para cada país, multivariantes a razón de que la teoría económica es compleja y es menester recalcar que no solo una variable puede estar afectando a la regresada, pueden ser muchas, por eso se usan los modelos multivariantes; para acometer este objetivo se procede a trimestralizar los datos anuales existentes en las bases de datos a través de interpolar ³¹ los valores en el software libre GRET; se utiliza el modelo base de **Sadorsky (2009)**, en el caso del modelo de Ecuador se encuentra que la variable de emisiones CO₂ per cápita no es significativa y contiene datos espurios para el modelo, esto se comprueba con gráficos de series temporales y posteriormente la variable es omitida y se usa una variante del modelo, se realiza un modelo Log-Log con corrección de heteroscedasticidad, que son modelos no lineales en las variables pero sí lineales en sus parámetros, por lo que se procede a utilizar la teoría de Gauss-Markóv, es decir comprobar el cumplimiento de los 10 supuestos de econometría y si es necesario corregirlos para los 3 modelos. Para el caso de Colombia se contempla el modelo base, de doble Log-Log con corrección de heteroscedasticidad, con los logaritmos insertados las series son suavizadas y se hace más fácil el tratamiento de los datos; por último para el caso de Perú se propone una variante del

³¹ Proceso matemático en donde se obtiene nuevos datos a través del conocimiento de un conjunto de puntos concreto.

modelo base, ya que se encuentra que la variable PIB real per cápita no es significativa para el modelo ya que ocasiona problemas de multicolinealidad y de no normalidad de las perturbaciones, por ello se considera la variante del modelo base eliminando al PIB real per cápita, utilizando solo datos reales, es decir no se utilizan logaritmos y el modelo se corre con corrección de heteroscedasticidad.

Es importante recalcar en este apartado, que en cuanto a los supuestos del teorema de Gauss-Markov no es necesario cumplir todos los diez supuestos, pues esto queda a criterio del investigador que debe estar informado sobre el tema de la econometría, estos supuestos deben adaptarse a la realidad que presentan los datos para así beneficiarse de la información recabada (**Gujarati & Porter, 2010**).

Además es menester mostrar el modelo base a continuación:

Modelo econométrico a utilizarse

Se expone el modelo de Sadorsky (2009), el cual relaciona el producto interno bruto real per cápita, las emisiones de CO₂ per cápita y los precios del barril del petróleo incidiendo en el consumo de energías renovables.

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X_1 + \beta_3 X_2 + \beta_4 X_3 + u$$

Donde:

Y = Logaritmo de Consumo de Energías Renovables (% del total del consumo final de energía)

β_1 = Constante

$\beta_2, \beta_3, \beta_4$ = Coeficientes

X_1 = Logaritmo de PIB real per cápita

X_2 = Logaritmo de Emisiones de CO₂ per cápita (toneladas métricas)

X_3 = Logaritmo de Precios del barril del petróleo (promedio simple, Brent, WTI y Fateh)

u = Error (perturbaciones estocásticas)

Una vez comprendido el modelo que se utilizará para las tres regresiones múltiples se procede a revisar los 10 supuestos de econometría que se podrán utilizar a elección del investigador:

El supuesto que se tomará en cuenta en primer lugar es el supuesto siete, ya que se refiere a la naturaleza de las variables; según **Gujarati & Porter (2010)**, las series de tiempo pueden contener valores considerados atípicos, estos datos no deben comprenderse en estas series ya que pueden interferir en la regresión de manera negativa, así que la variabilidad es de vital importancia en las variables Y y X .

Se continúa con el primer supuesto, el cual se refiere a que el modelo debe ser lineal en los parámetros (es decir que tengan potencia uno), para ello se procedió a correr el modelo y posteriormente a comprobar dicha linealidad a través del contraste de *RESET* de Ramsey, programado en el software libre GRETL, una vez hecho este contraste habrá que fijarse en el valor p que arroja, si este es menor a 0,05 se acepta la hipótesis nula de que el modelo está bien especificado, si por el contrario este valor es mayor a 0,05 el modelo está mal especificado, por consiguiente se procederá a corregir las series introduciendo logaritmos a las variables y volviendo a hacer la prueba de *RESET* de Ramsey, corrigiendo así este supuesto.

Continuando con el tratamiento de la información para cumplir con el segundo supuesto el cual se refiere a que los valores de X deben ser independientes del término de error (u_i^{32}), en otras palabras se considera lo siguiente:

$$cov(X_i, u_i) = 0$$

Fuente: (Gujarati & Porter, 2010).

La covarianza debe ser cero; es decir que la variable X y las perturbaciones no estén correlacionadas, ya que si este supuesto no se cumpliera, no se podría hacer deducciones sobre la variable endógena a partir de los cambios que registren las variables regresoras. Con este preámbulo, una vez corrido el modelo en el software, el modo de saber que las X no están correlacionadas con las

³² Perturbaciones o términos de error

perturbaciones es guardar los residuos como una variable más, y después correr el modelo con los residuos como variable dependiente, si el R-cuadrado es cero esto comprueba que la covarianza es cero y por lo tanto se cumple el supuesto dos.

El tercer supuesto a ser tratado refiere que el valor medio de las perturbaciones (u_i) es igual a cero; en palabras de **Gujarati & Porter (2010)**, este supuesto implica que no existe error de especificación en el modelo de regresión, pero análogamente el supuesto cuatro que trata sobre la varianza constante u_i (homoscedasticidad) expone que las poblaciones de Y que pertenecen a los valores de X tienen la varianza igual, entonces esto se traduce a que una vez corregida la heteroscedasticidad (en el caso de que exista), el supuesto tres queda paleado con el cumplimiento del supuesto cuatro; en tal sentido, se procede a verificar el supuesto cuatro en el software, se utilizará el contraste de White, el cual es una prueba general de especificación, a razón de que la hipótesis nula dice que las perturbaciones son homoscedasticas y además independientes de sus regresoras, este contraste usa la prueba estadística de chi-cuadrado, la cual diferencia frecuencias observadas sobre esperadas; una vez corrido el modelo, se escoge el contraste de White, al trabajar con un 0,05% de nivel de significancia, si el p valor es mayor a 0,05 se acepta la hipótesis nula de existencia de homoscedasticidad, por el contrario si el p valor es menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la alternativa, es decir existe heteroscedasticidad, en el caso de que exista heteroscedasticidad se procede a generar un nuevo modelo, esta vez con correcciones de heteroscedasticidad programado en el software econométrico libre GRET, una vez corrido ese modelo las pestañas de heteroscedasticidad del software estarán bloqueadas, prueba de que el modelo es homoscedástico.

El siguiente supuesto es el quinto, el cual refiere que no debe existir autocorrelación en las perturbaciones (u_i), esto quiere decir que las perturbaciones no deben seguir patrones sistemáticos como por ejemplo si a una u positiva le sigue otra u positiva o a una u negativa le sigue una u negativa, estas u están correlacionadas positivamente, también existe correlaciones negativas, en las que a una u positiva le sigue una u negativa o puede ser que a una u negativa le siga una u positiva, esto significa en términos llanos que existen patrones en las

perturbaciones, y lo que se espera es que no existan estos patrones ya que se pierde la propiedad de varianza mínima (**Gujarati & Porter, 2010**).

Una vez entendida esta tecnicidad y corrido el modelo, se procede a verificar si entre los resultados de los estadísticos del modelo está el estadístico de Durbin-Watson, esta es la prueba más conocida para identificar la correlación serial o autocorrelación, y trabaja con reglas de decisión, esta prueba puede tomar valores de entre cero a cuatro, en donde cero equivale a una autocorrelación positiva, en términos matemáticos equivale a una pendiente (*rho* en el software econométrico) con valor uno, cuando el estadístico toma valor cuatro existe una autocorrelación negativa, o pendiente con valor menos uno, pero si el estadístico toma valor de dos, esto quiere decir que no existe autocorrelación o pendiente con valor cero. Entonces, si el resultado de Durbin-Watson se aleja del valor dos, ya sea mayor o menor quiere decir que existe autocorrelación, la solución para ello es introducir en las variables diferencias de logaritmos, opción que viene predeterminada en el software econométrico, las nuevas variables acercarán el valor de Durbin-Watson a dos corrigiendo así la autocorrelación de las perturbaciones.

El supuesto seis se lo puede comprobar sin ningún estadístico, tan solo observando los datos, ya que este se refiere a que el número de observaciones n debe ser mayor que el número de parámetros por estimar, en el caso de esta investigación este supuesto se cumple, a razón de que el número de observaciones es 100 y el número de parámetros a estimar sin incluir la constante es tres, entonces 100 es mayor a tres, por lo que este supuesto queda corregido desde la visualización de los datos.

En tanto que el supuesto ocho, pide que no haya multicolinealidad exacta entre las variables X , la multicolinealidad se refiere a que dos o más variables regresoras están muy correlacionadas entre ellas, y esta acarrea a que la varianza de los coeficientes de regresión se aumente, lo que los hace inestables y difíciles de interpretar, para comprobar este supuesto, una vez corrido el modelo en el software econométrico se usará el contraste de colinealidad, el cual usa el factor de inflación de varianza para comprobar la colinealidad de las variables, en otras palabras miden en qué grado la varianza de los coeficientes de regresión estimados

han sido inflados, si los valores FIV^{33} son mayores a diez, esto indicará un problema de colinealidad, para corregir el supuesto se puede proceder a eliminar variables del modelo ya que estas están muy relacionadas, así la multicolinealidad desaparecerá.

El penúltimo supuesto (nueve) trata sobre si el modelo está correctamente especificado, por lo que esto indicaría que no existe un sesgo de especificación, los errores de especificación que se pueden presentar según **Gujarati & Porter (2010)**, serían la omisión de una variable relevante, o de lo contrario la inclusión de una variable superflua, también la adopción de la forma funcional del modelo de una manera incorrecta, errores de medición, especificación incorrecta de las perturbaciones, y por último la suposición de que las perturbaciones están normalmente distribuidas. A partir de lo anterior se asevera que estos errores de especificación pueden ser detectados a través del tratamiento de los otros supuestos, es así que este supuesto se puede palear tratando a los demás supuestos.

Por último, el supuesto diez pide que el término estocástico o las perturbaciones (u_i) deben estar normalmente distribuidas, para comprobar el cumplimiento del supuesto se usará la prueba de Jarque-Bera, la cual se basa en la asimetría y la curtosis, la prueba se fija en que se acerquen a los valores esperados de asimetría y curtosis, que son de cero y tres respectivamente, si los residuos se alejan de estos valores la prueba da a entender que no existe una distribución normal, en el software econométrico libre GRETl, una vez corrido el modelo se procede a comprobar el supuesto utilizando el contraste de normalidad de los residuos, en donde se despliega un histograma y una ventana de valores críticos, si el valor p es menor al nivel de significancia de 0,05 se rechaza la hipótesis nula, es decir existe no normalidad; además se comprueba a través de gráficos Q-Q, si los puntos se acercan a la línea de bisectriz quiere decir que existe normalidad, por el contrario si estos se alejan de la línea en el gráfico existe no normalidad; adicionalmente, otra manera de comprobar la normalidad de los residuos es procediendo a guardar los residuos como variable y utilizando en esa variable el contraste de normalidad y verificando la hipótesis de Jarque-Bera, si en el caso de que exista no normalidad se procede a insertar logaritmos en las variables para

³³ Factores de inflación de varianza

corregir este supuesto, se procede a verificar de cualquier manera expuesta anteriormente, y se nota que con el uso de logaritmos la no normalidad desaparece; en algunos casos como en el modelo realizado de Perú la no normalidad es parcial, y se acepta trabajar con el modelo para su posterior interpretación porque posee buena especificación.

Adicionalmente y de manera general se comprueba también los estadísticos R-cuadrado y F de Fisher, estadísticos que describen y ayudan a demostrar la significancia del modelo en su conjunto. Tomando las palabras de Gujarati & Porter (2010), El coeficiente de determinación múltiple (R^2) es una prueba de bondad de ajuste, refleja que tan bien se ajusta la línea de regresión muestral a los datos, en otras palabras es la medida que indica que tanto explica las variaciones de las regresoras a las variaciones de la regresada, los valores que puede tomar R-cuadrado varían de entre cero a uno, su cálculo es igual a la suma de cuadrados explicados dividido para la suma de cuadrados total; es decir su fórmula es la siguiente:

$$R^2 = \frac{SCE}{SCT}$$
$$R^2 = \frac{\hat{\beta}_2 \sum y_i x_{2i} + \hat{\beta}_3 \sum y_i x_{3i}}{\sum y_i^2}$$

Fuente: (Gujarati & Porter, 2010).

En tanto que la prueba F de Fisher, es una prueba de significancia conjunta y compara las varianzas de las variables independientes, en otras palabras arroja el nivel de significancia conjunta del modelo, para comprobar que el valor de este estadístico sea significativo se toma los valores críticos de las tablas estadísticas que el software econométrico posee en herramientas y se compara con el p valor de F arrojado en la regresión, por lo tanto si el p valor de F es menor al valor crítico se acepta la hipótesis nula de igualdad de varianzas (**Esteban et al., 2017**).

Por último para dar interpretación a los datos reflejados por el software econométrico libre GRET, se toma en cuenta los coeficientes resultantes de las regresiones de cada modelo para su respectivo análisis; dichos coeficientes explican en que porcentaje se incrementan o disminuyen la regresada a través de aumentar en una unidad las variables regresoras.

Siguiendo con la consecución de la investigación, se procede a generar un gráfico comparando la variable de consumo de energías renovables para los tres países en donde se exponen las tres tendencias verificando avances o declives en las mismas; además, se hace la comparación con la teoría anteriormente descrita en los capítulos anteriores; y también se presenta un último gráfico que despliega la tendencia mundial del consumo de energía renovable, el mismo que será desarrollado a través de datos que proporciona el Banco Mundial, así se compara el avance de la región andina con respecto a la tendencia global.

3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 8: Matriz de Operacionalización de las variables

Variables	Concepto	Dimensiones o Categoría	Indicadores	Ítems	Instrumentos
Consumo de energías renovables (% del total del consumo final de energía)	Se refiere al uso de energías que provengan netamente de fuentes naturales que no se deterioren constantemente y que se renueven por sus ciclos naturales, este porcentaje refleja la utilización de un país de este tipo de energía del total del mix energético que poseen.	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo: $\leq 10\%$ • Medio: $11\% < X < 29\%$ • Alto: $\geq 30\%$ 	$\% CER = \left(\frac{CER}{CTE} \right) * 100$	El porcentaje de consumo de energías renovables es el resultado de la electricidad producida de fuentes de energías renovables (incluye electricidad de fuentes hidroeléctricas, geotérmicas, solares, eólicas, de mareas, biocombustibles, etc.) dividido para el total de la producción de electricidad por cien.	Anexo 1, 2 y 3

<p>PIB real per cápita USD a precios constantes de 2010</p>	<p>Es la relación entre la producción final total de bienes y servicios de un país y su población, refleja el valor en dólares de cuanto le correspondería a una persona con respecto a la producción total.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo: ≤ 1005 • Mediano Bajo: $1006 < X < 3955$ • Mediano Alto: $3956 < X < 12235$ • Alto: ≥ 12236 	$PIB_{pc} = \frac{PIB}{P}$	<p>El PIB real dividido para el número de habitantes a mitad de año</p>	<p>Anexo 1, 2 y 3</p>
<p>Emisiones CO₂ per cápita</p>	<p>Se refiere a la relación entre las dispersiones de dióxido de carbono</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo: $\leq 0,9$ 		<p>Las emisiones CO₂ per cápita son el resultado de la división del total de cantidad total utilizada</p>	<p>Anexo 1, 2 y 3</p>

(toneladas métricas)	al ambiente expresadas en número de toneladas métricas, lo que es 1000 kilogramos y la población de un país, refleja a cuantas toneladas métricas corresponden a una persona del total de emisiones de CO ₂ en el país.	<ul style="list-style-type: none"> • Mediano Bajo: $1 < X < 1,9$ • Mediano Alto: $2 < X < 2,9$ • Alto: ≥ 3 	$CO_{2PC} = \frac{(CTUO * FE)}{\bar{P}}$	según ocupación por el factor de emisión que esta ocupación ocasione, todo esto dividido para el número de habitantes a mitad de año.	
Precios del barril del petróleo (promedio simple, Brent,	Es el dinero que se paga o recibe por cada barril de petróleo que se vende o compra, este índice refleja el promedio de precios	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo: $\leq \\$35$ • Medio: $\\$36 < X < \\75 	$PB_{P\text{ anual}} = \frac{\left(\frac{WTI + Brent + Fateh}{n}\right)_1 + \dots + \left(\frac{WTI + Brent + Fateh}{n}\right)_3}{3}$	El precio del barril de petróleo trimestral, es la suma del promedio simple de cada trimestre de los tres tipos de petróleo con mayor comercialización, WTI, Brent y Fateh, todo	Anexo 1, 2 y 3

WTI, Fateh)	de los tres tipos de petróleo, los más comercializados en el mercado.	<ul style="list-style-type: none"> • Alto: \geq \$76 		esto dividido para los tres meses de cada trimestre.	
--------------------	---	--	--	--	--

Elaborado por: Nubia Vinuesa B.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Resultados y discusión

Para el análisis estadístico se procedió a analizar las variables de cada país, utilizando estadística descriptiva; en efecto se tomó en cuenta la media, moda, desviación estándar, etc., de la misma manera se utiliza gráficas de tendencia que comprueban la asociación y relación de las mismas.

De manera individual se presentan los estadísticos de las variables de cada país que se usaron en el análisis descriptivo en tablas y las gráficas de tendencia y kernel gaussianos se presentarán en Ilustraciones.

Tabla 9: Estadísticos Principales para variables de Ecuador

<i>Estadísticos Principales para variables de Ecuador</i>	<i>PIB real per cápita USD a precios constantes de 2010</i>	<i>Emisiones de CO2 per cápita (toneladas métricas)</i>	<i>Precios del barril del petróleo (promedio simple, Brent, WTI, Fateh)</i>	<i>Consumo de energías renovables (% del total del consumo final de energía)</i>
Media	4211,26542	2,06402948	87,314528	17,0925081
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación estándar	540,555577	0,38089667	63,2776755	3,93222999
Varianza muestral	292200,332	0,14508227	4004,06421	15,4624327
Curtosis	-0,2882457	0,42250430	-0,87387684	-1,21458336
Coef. de asimetría	0,9707074	-0,52241587	0,80568750	0,19425706
Rango	1749,81171	1,54236876	173,4547	12,0919097
Mínimo	3678,90232	1,21933342	24,4928	12,1066394
Máximo	5428,71403	2,76170218	197,9475	24,1985491

Elaborado por: Nubia Vinuesa B.

A través de la Tabla N° 8 donde se observa los estadísticos principales para las variables de Ecuador se obtienen como resultados que la variable PIB real per cápita, en cuanto a sus estadígrafos como la media, promedio o media aritmética presenta un valor de \$4.211,27; lo cual se lo posiciona en un rango mediano alto, es decir este valor es el valor típico de la serie de años de investigación, por otra parte la moda no es aplicable para la serie de datos ya que esta medida es el valor que más veces se repite en la sucesión de datos, a razón de que toda la información comprende datos con valores continuos, más no discretos y por lo tanto para la investigación esta medida es descartada aun siendo una de las mejores medidas de tendencia central, el dato con mayor concentración no existe, en otras palabras las frecuencias en la serie no constan, por lo que para las demás variables el resultado es el mismo y no se ahonda más en su estudio, pero queda aclarado en esta sección; por otra parte la variable emisiones de CO₂ per cápita resulta en una media aritmética de 2,06 toneladas métricas, este valor típico se sitúa en un rango mediano alto con respecto a la tendencia mundial de emisiones de dióxido de carbono; en tanto que la variable precios del barril del petróleo resulta en una media de \$87,31; este valor se encuentra en un rango alto, es decir los precios del barril del petróleo en la serie de años comprendida de 1990 a 2014 han presentado valores cumbres en promedio; en efecto, considerando valores atípicos muy bajos o muy altos ya que la media aritmética tiene la desventaja de ser sensible a estos valores, además se recalca que el análisis de la variable precios del barril del petróleo es válido para todos los países de estudio ya que la variable es un promedio simple de los tres tipos de petróleo más comercializados a nivel mundial, es por eso que para los cuadros siguientes no se ahondará en explicaciones de esta variable para no hacer repetitivo el estudio; por último esta el consumo de energías renovables como porcentaje total del mix energético del país, el promedio para Ecuador es de 17,09%, este valor típico no es ni bajo ni alto, se encuentra en una categoría media, a pesar de que el país ha implementado en la última década varios proyectos emblemáticos de energías renovables, la demanda de energía continúa creciendo a la par con el crecimiento económico representado por el PIB, esto quiere decir que el porcentaje de consumo de energías se reducirá si la demanda y por ende el consumo de energía total sigue creciendo mientras la generación de energías renovables se mantiene en los mismos niveles inversión, eso en cuanto a medidas de tendencia central.

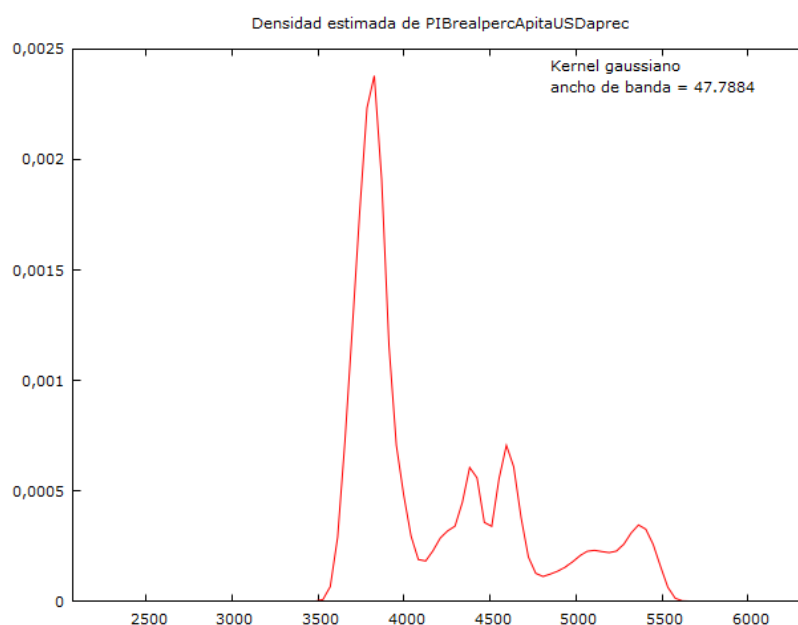
En medidas de dispersión se consideró la varianza, para la variable PIB real per cápita el resultado es una varianza muestral de 292.200,3; valor que es superfluo e ambiguo para el análisis descriptivo, pero no así para un análisis inferencial como el cálculo de la covarianza en estudios econométricos; este no es el caso, por esto se recurre al estudio de otra medida de dispersión que es la desviación estándar, puesto que es una medida que se reajusta a los valores reales de los datos, ya que la varianza está expresada en sus cuadrados, desde ese preámbulo se considerará en este análisis descriptivo para los demás casos tan solo a la desviación estándar, el PIB real per cápita presenta una desviación de \$540,55; este valor indica en cuanto los valores de la serie se dispersan de la media, este valor le da a la serie una consideración de la no existencia de tanta dispersión; para la variable emisiones de CO₂ per cápita el nivel de dispersión de los datos con respecto a su media es de 0,38 toneladas métricas; en cuanto a la variable precios del barril del petróleo se tiene como resultado una desviación estándar de \$63,27; lo cual es una desviación alta considerando el valor de su media aritmética, es decir existe una dispersión considerable en la serie de datos; para la variable consumo de energías renovables se registró una dispersión de datos respecto a su media de 3,93%, lo cual es una dispersión considerablemente baja tomando en cuenta su media, es decir los datos se dispersan en 3,93 puntos porcentuales respecto de su media, sea hacia arriba o hacia abajo dicha dispersión de sus residuos.

El siguiente análisis trata sobre el rango que poseen los datos, esta medida también es considerada una medida de dispersión, para eso se usan los valores mínimos y máximos, para la variable PIB real per cápita se tiene con resultado un recorrido de \$1749,81; es decir la distribución de los datos de esta serie están contenidos en este número, este número es alto pero relativo, ya que el PIB real per cápita se expresa en valores altos, por ende este valor que se considera alto, hablando relativamente para el análisis es bajo; en el caso de la variable emisiones de CO₂ per cápita se obtiene un rango de 1,54 toneladas métricas, lo cual nos dice que los datos de esta serie se extienden o se distribuyen en 1,54; el rango no es alto; para la variable precios del barril del petróleo el resultado es un recorrido de \$173,45; esto indica considerando sus valores de cálculo (máximo y mínimo) que es un rango alto, es decir su distribución es grande; por último la variable de porcentaje de consumo de energías renovables presenta un rango de 12,09%, lo cual es un rango bastante corto, esto se traduce a que su distribución de datos es limitada y no se encuentra mucha dispersión; los resultados

del rango o recorrido son similares a los obtenidos en el análisis de la desviación, puesto que las dos medidas son indicadores de la dispersión de los datos.

Los estadígrafos restantes para el análisis son la curtosis y asimetría, para la variable PIB real per cápita los resultados fueron una curtosis de $-0,29$, lo que indica que la distribución mayormente tiende a tener una forma platicúrtica en su totalidad. En cuanto al coeficiente de asimetría el resultado es de $0,97$; valor que indica una asimetría positiva.

Ilustración 7: Kernel Gaussiano de PIB real per cápita de Ecuador

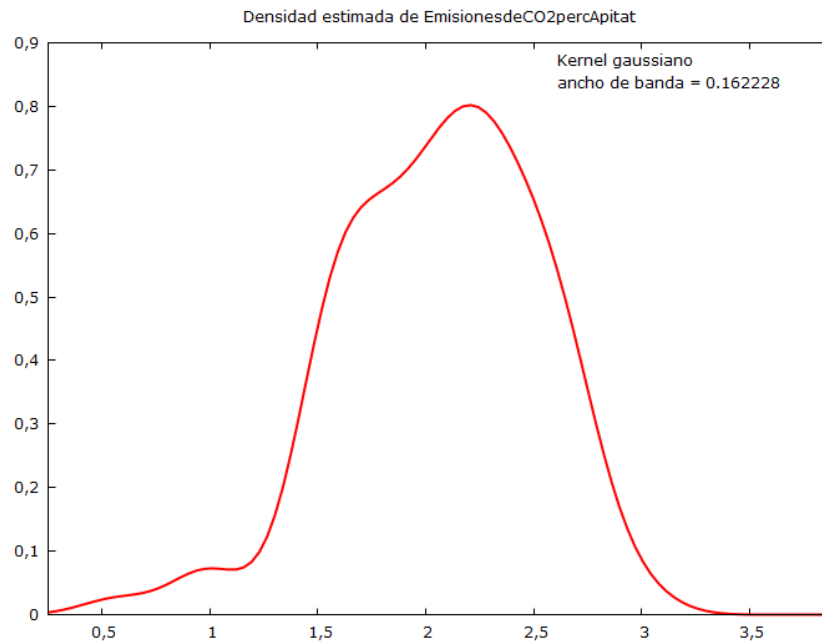


Elaborado por: Nubia Vinueza B.

La ilustración N° 7 muestra la distribución de los datos de la variable PIB real per cápita para Ecuador de modo que se nota que la moda en esta campana se encuentra por los valores de \$3.900; esta gráfica demuestra además la forma de la distribución que toman los datos a través de una representación estimada de una función gaussiana o mejor conocida como distribución normal, el gráfico tiene un factor de ajuste de ancho de banda de $0,25$; a razón de que si el kernel toma la unidad para su desarrollo la curva tiende a suavizarse demasiado, además el ancho de banda registra una expansión no deseada, por lo que no se aprecia el detalle de la forma correcta de la curtosis que tiende a ser platicúrtica en su mayoría, por eso se usa un factor de ancho de banda menor al de la unidad; aparte de esto, al tener una curva platicúrtica nos da

como resultado una concentración de datos lejos de la media, es decir se distribuyen a sus colas. Además el gráfico corrobora el resultado del coeficiente de asimetría, puesto que se nota una asimetría hacia la derecha, es decir existen más valores diferentes a la derecha de la media.

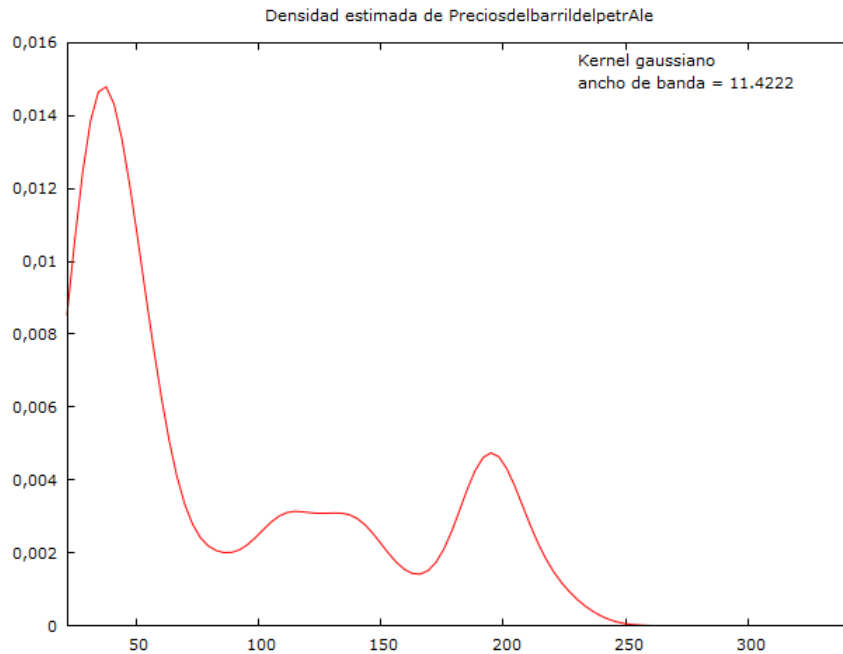
Ilustración 8: Kernel Gaussiano de Emisiones de CO₂ per cápita de Ecuador



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En la Ilustración N° 8 se puede apreciar la asimetría y curtosis de la variable emisiones de dióxido de carbono per cápita de Ecuador, los resultados de la Tabla N° 9 indican que hay una curtosis de 0,423; valor que demuestra que existe una curva leptocúrtica, lo cual lo corrobora el kernel gaussiano de esta variable, ya que se nota una concentración de datos cerca a la media de la variable; por su parte el coeficiente de asimetría resultante es de -0,522; valor que muestra una asimetría negativa, es decir los datos que son diferentes se encuentran a la izquierda de la moda, pero este valor no es considerablemente alto es decir es una asimetría cercana a cero y los datos no se desvían demasiado y se considera una curva normal; es menester aclarar que para la creación del kernel se utilizó un factor de ancho de banda de uno, a razón de que los datos no se dispersan lo suficiente y no es necesario amenorar el factor ya que la curva se muestra normal.

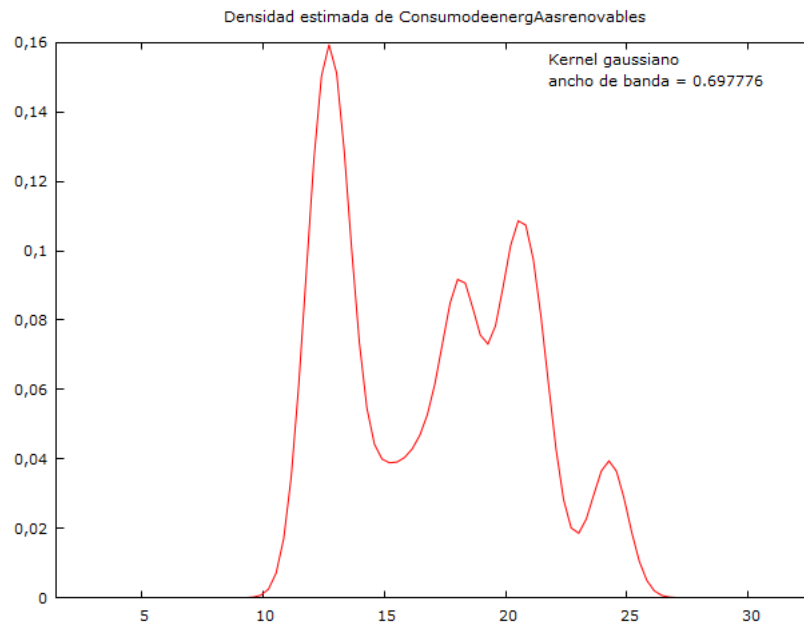
Ilustración 9: Kernel Gaussiano de Precios del Barril del Petróleo para los tres Países Andinos



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En la Ilustración N° 9 podemos observar el kernel gaussiano construido para la variable precios del barril del petróleo para los tres países andinos (Ecuador, Colombia y Perú), ya que no se hace distinción en los precios, puesto que estos son valores internacionales utilizados para la comercialización del crudo a nivel mundial, el resultado de la Tabla N° 9 nos da como dato una curtosis de $-0,874$, es decir la forma de la curva se la debe denominar platicúrtica, ya que los datos se dispersan lejos de su media, en dirección a sus colas, ya sea izquierda o derecha, poca es la concentración de datos en las regiones cercanas a la media; por el lado del estudio de la simetría se obtiene un coeficiente de asimetría de $0,806$, es decir existe una asimetría positiva, ya que los valores distintos con mayores frecuencias se encuentran a la derecha de la media, el gráfico kernel corrobora el dato, mostrando la forma de una curva asimétrica a la derecha; se recalca que para el gráfico kernel se utilizó un factor de ancho de banda de $0,50$ ya que con este valor se visualiza mejor la asimetría y curtosis y hace que el ancho de banda se menor, lo cual es lo esperado.

Ilustración 10: Kernel Gaussiano de Consumo de Energías Renovables de Ecuador



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En la Ilustración N° 10 se despliega el kernel gaussiano del consumo de energías renovables como porcentaje del total de energía consumida de Ecuador, para el contraste se considera los resultados de la Tabla N° 9, el resultado de curtosis para esta variable es de -1,215; valor que indica que la concentración de datos se encuentran lejos de la media, es decir los datos están extendidos hacia las colas de la distribución, esta curva es considerada platicúrtica, en el gráfico se puede observar este hecho a través de la visualización de la escala, puesto que son valores pequeños; por otra parte, para el estudio de la simetría se considera el coeficiente de asimetría que es de 0,19; valor bastante cercano a cero, lo cual demuestra que es una curva casi simétrica, pero de la interpretación de los datos se desprende que existe una asimetría positiva, es decir existen más valores diferentes a la derecha de la media, como se muestra en el gráfico kernel se notan más picos en la cola derecha, pero dichos picos no están lejos de equipararse al de la izquierda, es por eso que la asimetría de esta variable es pequeña y cercana a cero.

Tabla 10: Estadísticos Principales para Variables de Colombia

<i>Estadísticos Principales para Variables de Colombia</i>	<i>PIB real per cápita USD a precios constantes de 2010</i>	<i>Emisiones de CO₂ per cápita (toneladas métricas)</i>	<i>Precios del barril del petróleo (promedio simple, Brent, WTI, Fateh)</i>	<i>Consumo de energías renovables (% del total del consumo final de energía)</i>
Media	5354,68703	1,57803668	87,314528	29,7619523
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación estándar	890,849486	0,16860683	63,2776755	3,65499327
Varianza muestral	793612,808	0,02842826	4004,06421	13,3589758
Curtosis	-0,57603446	-1,07202261	0,80568750	0,65621598
Coef. de asimetría	0,82058249	-0,02040827	0,75411178	0,71426588
Rango	2971,76142	0,60411346	173,4547	13,8093876
Mínimo	4319,93045	1,2889897	24,4928	24,4418091
Máximo	7291,69187	1,89310316	197,9475	38,2511967

Elaborado por: Nubia Vinuesa B.

En la Tabla N° 10 se puede observar los estadísticos principales para las variables de Colombia, empezando con el estudio de estas variables, se considera la medida de dispersión media aritmética; para la variable PIB real per cápita el resultado es un promedio de \$5.354,69, este valor se lo posiciona en un rango mediano alto, este es el valor típico de la serie de datos del PIB real per cápita colombiano, es importante recalcar que el PIB real per cápita de Colombia es el más alto considerando a los dos países restantes de la investigación, por lo que se puede aseverar que Colombia ha mantenido su economía en un mejor crecimiento; pues su media demuestra que a nivel de la región andina es un país competitivo. De su lado, las emisiones de CO₂ per cápita resulta en una media aritmética de 1,57 toneladas métricas, este dato representa el centro de la distribución de los datos de esta serie de tiempo; además, este valor se considera en un rango mediano bajo; es decir no supera las dos toneladas métricas que significaría un rango mediano alto, por lo que se nota que Colombia es un país en el que sus emisiones de dióxido de carbono no son tan altas como en el resto del mundo. Para la siguiente variable que es el consumo de energías renovables como porcentaje del total del mix energético en el país se obtiene un promedio de 29,76%; lo cual indica que es un porcentaje que se encuentra en un rango medio, pero tan solo le hacen faltan

0,24 puntos porcentuales para considerarlo un porcentaje alto, esto supone que Colombia es un país que invierte en energías renovables; pero haciendo referencia a la literatura consultada, este país depende mucho de las fuentes de energías renovables hidráulicas, ya que tiene un gran potencial hídrico porque posee muchas cuencas hídricas de gran caudal, pero se enfrenta siempre al problema de las sequías, por lo que su diversificación de su mix energético renovable es necesario, en fin su porcentaje de energías renovables refiriéndose holísticamente es muy bueno, el inconveniente es que esto puede verse comprometido por los factores anteriormente comentados.

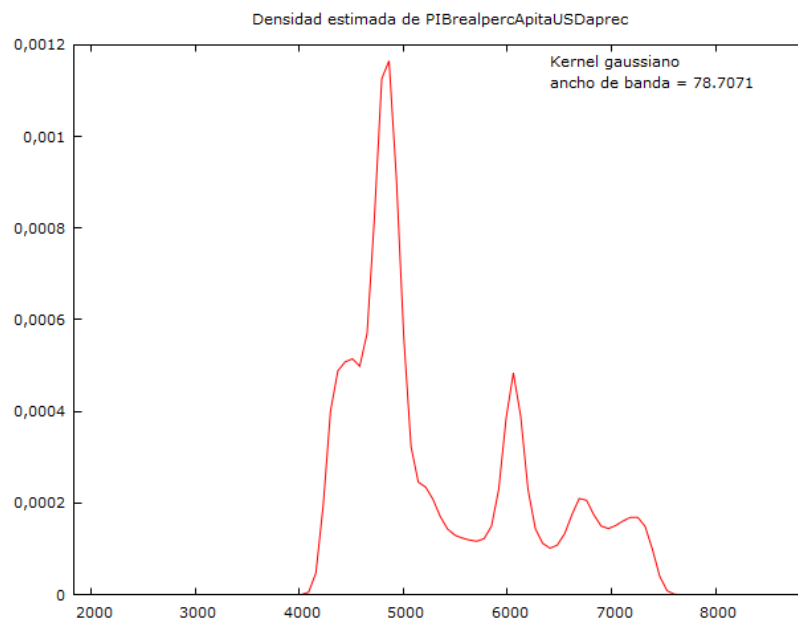
En cuanto a medidas de dispersión se consideró la desviación estándar, para la variable PIB real per cápita se obtuvo una dispersión de \$890,84; dato que indica cuanto se pueden dispersar los valores con respecto a su media; es decir este valor puede dispersarse hacia arriba o debajo de la media; se considera que esta dispersión es media, en comparación a las dispersiones de los otros países de este estudio; por otra parte, para la variable de emisiones de CO₂ per cápita se obtuvo una desviación estándar de 0,16 toneladas métricas, este valor se considera como una dispersión baja, es decir los valores de la serie de tiempo no se alejan demasiado de su media aritmética, lo que es bueno para un correcto estudio de los datos; por último, se registró una desviación estándar de 3,65% para la variable consumo de energías renovables de Colombia, este valor es considerablemente bajo en contraste con la media aritmética, es decir los datos no se dispersan, o no se alejan demasiado de su promedio, los residuos no son tan altos ni tan bajos en la serie de tiempo.

Otra medida de dispersión que se consideró es la del recorrido o rango, para la variable PIB real per cápita de Colombia se obtuvo un rango de \$2.971,76; considerando que su máximo es \$7.291,69 y su mínimo \$4.319,93, esta medida nos indica que todos los datos de la muestra considerada están comprendidos en este valor, es decir varían entre su mínimo y su máximo, este valor se lo considera alto en términos reales, en otras palabras existe un recorrido grande entre la serie de datos, pero otra explicación de este valor puede resultar del contraste que se le da cuando se lo compara con la desviación estándar, por lo que se puede decir que si el valor que resulta teniendo en cuenta la desviación estándar en el recorrido se acerca o es un valor a la misma desviación estándar es un rango aceptable, pero de lo contrario si este no amenora mucho en su valor, se llega a la aseveración de que el problema estaría en que existen

valores atípicos en los extremos de la serie, es decir o demasiado altos o demasiado bajos, y este el caso en esta variable, existen valores alejados a los extremos, por eso solo se debe tomar en cuenta a la desviación estándar como medida de dispersión valedera y corregir estos valores para un estudio inferencial. Siguiendo en el mismo hilo de estudio del recorrido de las variables se obtiene un rango de 0,60 toneladas métricas para la variable emisiones de CO₂ per cápita de Colombia; este recorrido se lo considera significativo puesto que no es un recorrido que se extienda mucho o tenga valores atípicos en sus extremos, además la desviación estándar que posee esta variable le da credibilidad a esta medida de dispersión; por su parte la variable de consumo de energías renovables como porcentaje del consumo total de energía en el mix energético obtuvo como resultado un rango de 13,80 puntos porcentuales, este valor quiere decir que los datos de la serie de tiempo están contenidos en este valor, lo cual no es tan grande considerando a sus demás estadísticos, por lo que se considera que la variable es buena para su posterior tratamiento y consecución del estudio.

Por último se considera las medidas de forma de la distribución de datos, que son la asimetría y curtosis, para ello se presentan los kernels gaussianos de cada variable de estudio de Colombia, a continuación se presentan las ilustraciones con su respectivo análisis:

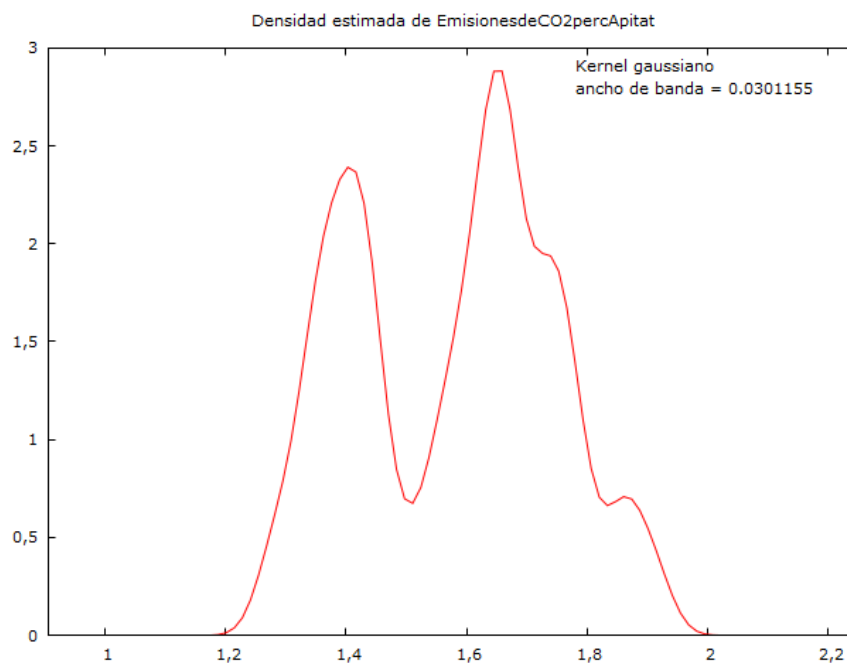
Ilustración 11: Kernel Gaussiano de PIB real per cápita de Colombia



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

A partir del gráfico de kernel gaussiano de la variable PIB real per cápita de Colombia (con factor $h^{34} = 0,25$) se puede comparar los resultados de la Tabla N° 10, en donde para la curtosis se registra un valor de $-0,576$; este valor indica que la forma de la distribución es platicúrtica y que la concentración de los datos están lejanos a su media, es decir dispersos hacia las colas de la distribución, sea cola izquierda o derecha, en el gráfico se puede apreciar esta interpretación de datos numéricos, puesto que al poner una línea imaginaria tipo Campana de Gauss se nota una forma de distribución achatada y asimétrica a la derecha; hablando de simetría, el coeficiente resultante es de $0,821$; lo cual corrobora lo anteriormente dicho, ya que este valor indica una asimetría positiva, es decir que los valores distintos se encuentran a la derecha de la media de la distribución de datos.

Ilustración 12: Kernel Gaussiano de Emisiones de CO₂ per cápita de Colombia



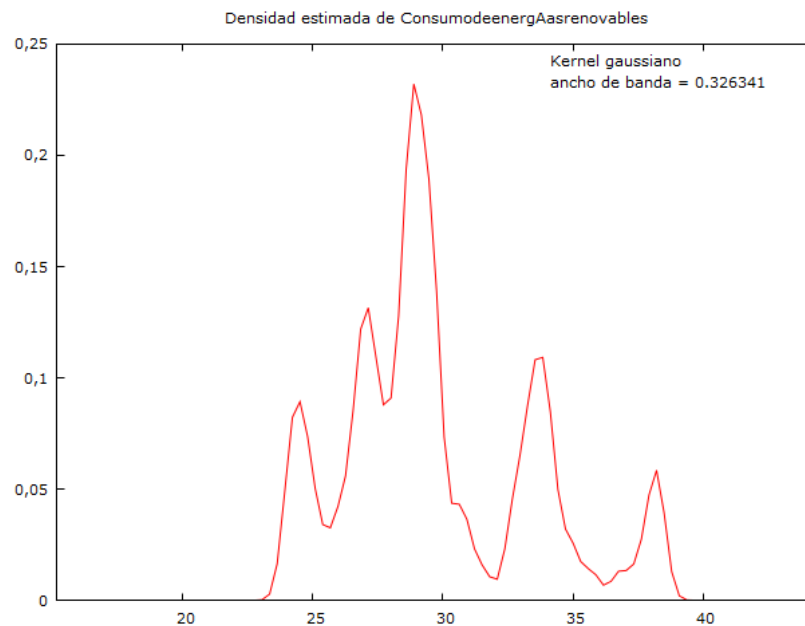
Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En la Ilustración N° 13 se aprecia el kernel de emisiones de dióxido de carbono de Colombia (con factor $h = 0,50$), en este se puede observar que gráficamente la curva de la distribución tiene una asimetría negativa casi imperceptible; es decir, se la considera cuasi simétrica y una forma platicúrtica por la observación de la escala de

³⁴ Ancho de Banda

los datos; esto se corrobora con los resultado de la Tabla N° 10, en donde el resultado del coeficiente de asimetría es de $-0,020$; valor que indica que esta curva es cuasi simétrica, ya que el valor se acerca demasiado a cero pero no por completo, la interpretación de esto es que no existen muchos datos diferentes que se alejen de la media, casi todos los datos se encuentran cercanos a la media, moda o mediana de la distribución; corroborando también la curtosis, en la tabla de estadísticos se obtiene un valor de $-1,072$; este valor muestra que la agrupación de los datos es achatada, es decir los datos se alejan un poco de su media pero como la curva es cuasi simétrica este alejamiento no es considerable.

Ilustración 13: Kernel Gaussiano de Consumo de Energías Renovables de Colombia



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En la Ilustración N°14 se observa el kernel del consumo de energías renovables de Colombia (con factor $h = 0,25$), en este se puede interpretar que la curva de la distribución es platicúrtica y posee una leve asimetría a la derecha; corroborando lo interpretado a través del método gráfico se dispone a revisar los valores de la Tablas N° 10, en donde el resultado de la curtosis es $-0,154$; valor que indica que los datos están concentrados lejos de su media aritmética, es decir un tanto dispersos hacia las colas de la distribución; por su parte el coeficiente de asimetría resultante es de $0,656$; e indica que existe claramente una asimetría dispuesta a la derecha, es decir una

asimetría positiva, ya que hay más valores distintos a la derecha de la media aritmética o promedio de la distribución; de lo contrario y no ser así observaríamos el pico más alto de la gráfica a la derecha de la gráfica, y eso se lo llamaría asimetría negativa, pero este no es el caso.

Tabla 11: Estadísticos Principales para Variables de Perú

<i>Estadísticos Principales para Variables de Perú</i>	<i>PIB real per cápita USD a precios constantes de 2010</i>	<i>Emisiones de CO2 per cápita (toneladas métricas)</i>	<i>Precios del barril del petróleo (promedio simple, Brent, WTI, Fateh)</i>	<i>Consumo de energías renovables (% del total del consumo final de energía)</i>
Media	3843,68605	1,285888	87,314528	32,4678666
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación estándar	1014,47033	0,36077221	63,2776755	3,87184651
Varianza muestral	1029150,05	0,13015659	4004,06421	14,9911954
Curtosis	-0,78772833	-0,77708788	-0,87387684	-0,4421391
Coef. De asimetría	0,69596836	0,83013830	0,80568750	-0,0291370
Rango	3209,68961	1,09516428	173,4547	14,1959537
Mínimo	2615,50889	0,89832166	24,4928	25,71716
Máximo	5825,19849	1,99348595	197,9475	39,9131137

Elaborado por: Nubia Vinuesa B.

En la Tabla N° 11 se presentan los principales estadísticos de las variables de estudio de Perú, en cuanto a medidas de tendencia central se considera a la media aritmética para el estudio descriptivo de las variables, es así que para el PIB real per cápita de Perú se obtiene un promedio de \$3.843,69; este dato es el valor típico de la serie, en otras palabras es el dato central de la distribución, además este valor se posiciona en un rango mediano bajo, lo cual en referencia a los demás países de estudio indica que Perú es el de menor PIB per cápita en la serie comprendida de años; en tanto que para la variable emisiones de CO₂ per cápita la media aritmética observada es de 1,28 toneladas métricas; este valor se considera en un rango mediano bajo, es decir que es un país que no posee emisiones considerables de dióxido de carbono; de hecho, los países de la región andina de este estudio no presentan emisiones de carbono considerablemente altas en contraste con la tendencia mundial; por otra parte, para la variable porcentaje de consumo de energías renovables como porcentaje del consumo

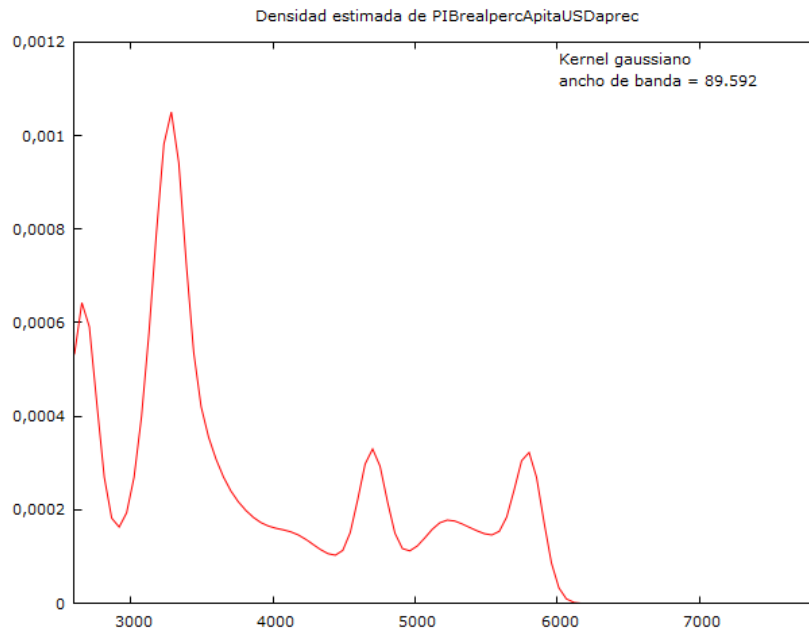
total de energías de Perú, se obtuvo una media aritmética de 32,46%; valor que se posiciona en un rango alto, en efecto es el porcentaje más alto de este estudio en cuando al promedio de los datos, haciendo referencia a la literatura consultada, Perú demuestra ser un país bastante estructurado en cuanto a sus instituciones gubernamentales, y pesa mucho las alianzas público-privadas que desarrollan puesto que obtienen mayor financiamiento para cualquier proyecto generador de energía y de paso mejoran su eficiencia en este ámbito, no sorprende este porcentaje alto de participación de energías renovables en el total de energía consumida, ya que Perú es un país de muchos contrastes y por eso considerado de gran riqueza natural.

Continuando con el análisis descriptivo de las variables se considera a la desviación estándar como medida de dispersión, es así que para la variable PIB real per cápita se obtuvo una dispersión de \$1.014,47; esta dispersión es alta considerando a su media aritmética, y considerando también la dispersión de los demás países de estudio, la desviación estándar muestra que los datos se alejan de la media, sea arriba o hacia abajo en este valor estandarizadamente, en el caso de la variable de emisiones de CO₂ per cápita se obtuvo una desviación de los datos de 0,36 toneladas métricas, esta dispersión no están alta ni tan baja, es aceptable para el estudio inferencial posterior; en tanto que para la variable consumo de energías renovables resulta en una desviación estándar de 3,87%, es decir los datos se dispersan en este valor de la media, sea hacia arriba o hacia debajo de esta, este dato además no es alto considerando la media aritmética de la variable y sus demás estadísticos.

Siguiendo con el estudio estadístico descriptivo se considera también al rango o recorrido como medida de dispersión, por lo que para la variable PIB real per cápita se obtuvo un rango de \$3.209,69; es decir los datos fluctúan en este recorrido, es un rango bastante abierto, y esto lo corrobora su desviación estándar puesto que es alta también; en tanto que para la variable emisiones de dióxido de carbono per cápita se obtuvo un rango de 1,09 toneladas métricas, este rango muestra que los datos de esta serie se distribuyen en 1,09; el recorrido por lo tanto no es un valor alto; para la variable consumo de energías renovables se obtiene un rango de 14,19%; el cual es un recorrido corto, este valor se lo considera limitado, en otras palabras la distribución no es tan extensa y por ende no presenta mucha desviación estándar.

Por último se considera también al estudio de la forma de la distribución de los datos, para ello se trabaja en los estadísticos de curtosis y asimetría, a continuación se muestran los kernels gaussianos utilizados para explicar dichas medidas y además hacer un aporte gráfico:

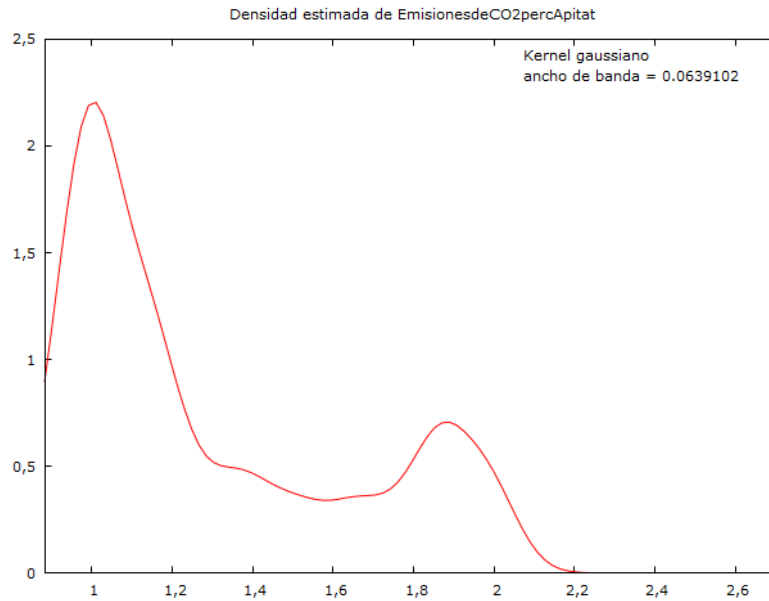
Ilustración 14: Kernel Gaussiano de PIB real per cápita de Perú



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

A partir de la Ilustración N° 16 que muestra al kernel gaussiano del PIB real per cápita de Perú (con factor $h = 0,25$), se puede interpretar por el método gráfico las medidas de forma de la distribución, es así que se puede observar una curtosis achatada, es decir de forma platicúrtica mayormente y con una asimetría hacia la derecha; esto se lo corrobora con los resultados de la Tabla N° 11, en la cual se tiene como resultado una curtosis de $-0,788$; valor que indica que efectivamente la curva es bastante platicúrtica, los valores de la distribución se concentran lejos de la media aritmética, sea a su cola izquierda o derecha; en tanto que el coeficiente de asimetría resulta en un valor de $0,696$; este valor también corrobora el resultado del método gráfico, ya que indica que se tiene una asimetría positiva, es decir existen más valores diferentes a la derecha de la media que a su izquierda, por eso se nota que el pico más alto del kernel se encuentra en la región izquierda del gráfico, es decir los valores similares se concentran a la izquierda de la media.

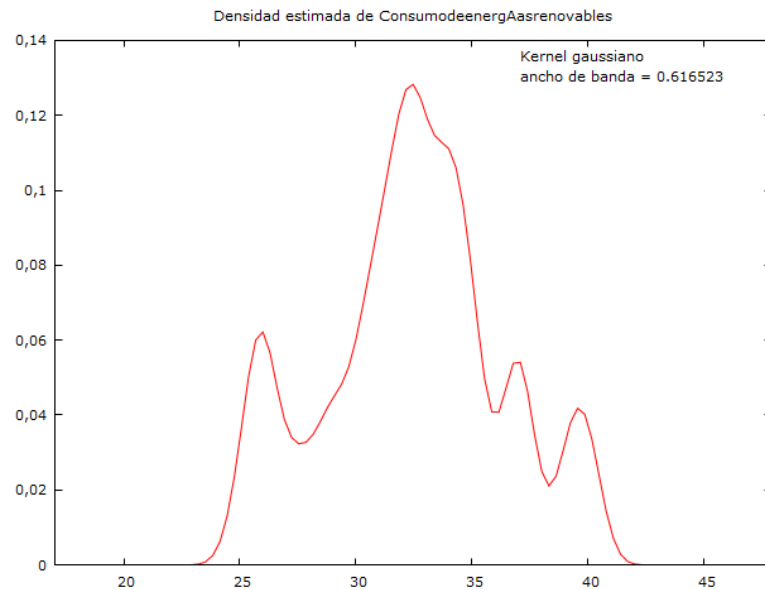
Ilustración 15: Kernel Gaussiano de Emisiones de CO₂ per cápita de Perú



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

La Ilustración N° 17 despliega el kernel gaussiano de las emisiones de dióxido de carbono de Perú (con factor $h = 0,50$), en donde se observa que la curva tiene una forma platicúrtica y se nota una asimetría hacia la derecha; para corroborar estas aseveraciones resultantes del método gráfico se recurre a los estadísticos calculados en la Tabla N° 11, en la cual se obtiene un valor de curtosis de $-0,777$; este valor ratifica lo anteriormente dicho, puesto que indica que se tiene una curva platicúrtica o achatada, se entiende por achatada que la concentración de los valores de la distribución es alejada de la media aritmética, esto se traduce a que los valores se extienden a las dos colas de la distribución; por otra parte el valor del coeficiente de asimetría resultante es de $0,806$; este valor reafirma lo dicho en el resultado del método gráfico, ya que la asimetría dada para este valor es una asimetría positiva; es decir, la mayoría de los valores diferentes están a la derecha de la media aritmética, como se observa en el gráfico el pico más grande de valores similares contenidos en este están a la izquierda de la media, por eso se dice que la asimetría se encuentra a la derecha porque los valores que son diferentes a los de la mayoría se encuentran en otra región de la distribución y por ende se crea asimetría.

Ilustración 16: Kernel Gaussiano del Consumo de Energías Renovables de Perú

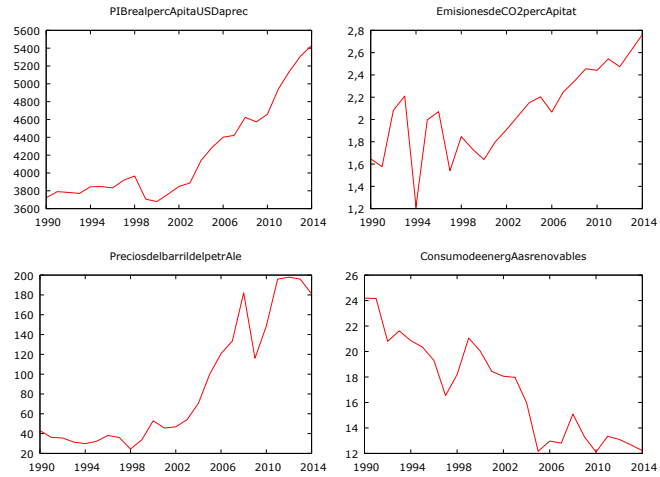


Elaborado por: Nubia Vinueza B.

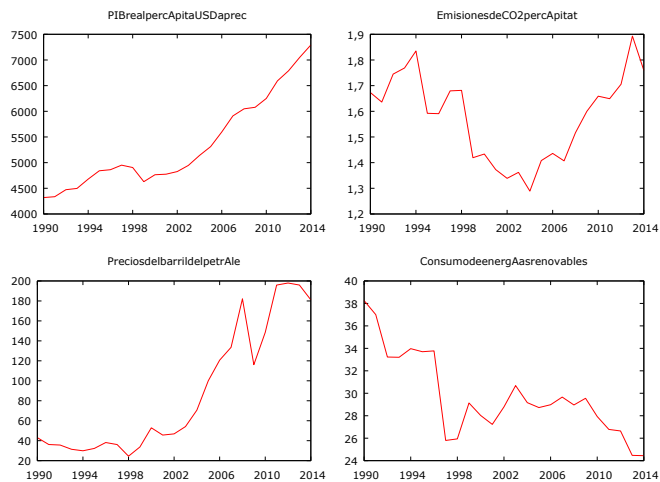
En la Ilustración N° 18 se observa el kernel gaussiano de la variable consumo de energías renovables de Perú (con factor $h = 0,50$), a través del método gráfico se puede inferir que la distribución es simétrica y que la curtosis se asemeja a una curva mesocúrtica; para contrastar estos resultados del método gráfico de kernel se utilizan los estadísticos resultantes de la Tabla N° 11, el resultado de la curtosis es un valor de $-0,44$; valor que demuestra que la curva no es mesocúrtica como se creía en el método gráfico, más bien la curva es platicúrtica y se puede justificar esto ya que la escala de valores es corta y se hace una interpretación errónea al no expandir la escala para observar la verdadera forma de la distribución; además, el valor de la curtosis nos demuestra que la curva es achatada, es decir los valores están concentrados en las colas de la distribución, más no cercanos a la media aritmética; por otra parte el valor del coeficiente de asimetría es de $-0,029$; es decir este valor ratifica la interpretación del método gráfico de que la curva es simétrica, en términos estadísticos exactos se puede decir que la curva es cuasi simétrica, esto a razón de que la curva no es un cero exacto, sino tiene un signo negativo, entonces la distribución es asimétrica a la izquierda, esto se traduce a una asimetría negativa; el análisis de esto sería que infinitésimamente los valores diferentes se desplazan al lado izquierdo de la media aritmética. Terminando con el análisis estadístico descriptivo se analizan las tendencias de las variables de estudio en las gráficas de series de tiempo en la Ilustración N° 17 a continuación:

Ilustración 17: Gráficos de Series Temporales de las Variables de Estudio de los tres países Andinos

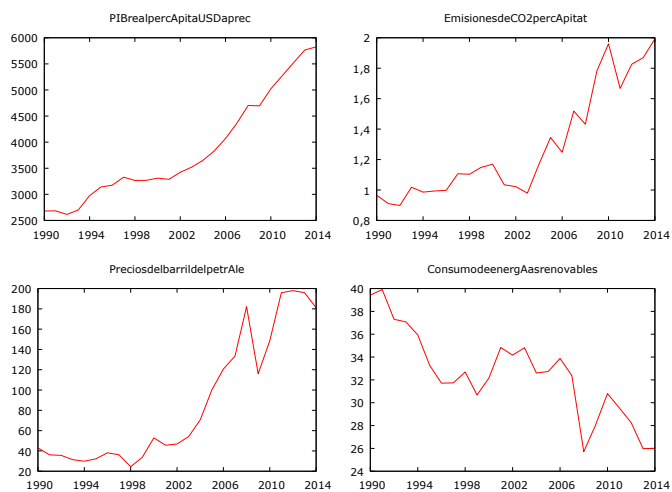
Ecuador



Colombia



Perú



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

El método gráfico es de gran ayuda en un análisis descriptivo, es de hecho indispensable para dar interpretación a las tendencias de series de tiempo de la investigación; en la Ilustración N° 17 se despliegan los gráficos de las series temporales de las variables de tratamiento de Ecuador, Colombia y Perú; de ello se puede analizar que todas las variables tienen tendencias alcistas, con pequeños declives en determinados años a excepción de la variable consumo de energías renovables, la cual tiene una tendencia a la baja; de todo esto se puede analizar que mientras el PIB real per cápita, las emisiones de CO₂ per cápita y los precios del barril del petróleo tienden a crecer la variable de consumo de ER³⁵ tiende a decrecer, existe obviamente una relación indirecta entre las variables. De manera individual, el PIB real per cápita crece cuando el porcentaje de consumo de energías renovables decrece, esto es algo que a la razón de la investigadora no se esperaría, tomando en cuenta la teoría de la Curva Ambiental de Kuznets, que en palabras de **Correa et al., (2005)**, cuando el ingreso representado por el PIB real per cápita crece, la contaminación ambiental tiende a decrecer pues las economías que poseen un desarrollo económico mayor por ser ricas desarrollan mejor tecnología para reducir la contaminación que crearon en sus fases de expansión industrial, y así mejorar su calidad de vida y salud, a través de implementar nuevos métodos de generación de energía renovable, traduciéndose así a un mayor consumo de energías renovables; pero el caso de los tres países andinos no es ese, como ya se vio la relación es contraria porque el consumo de energía renovable en lugar de tener un crecimiento registra una tendencia a la baja; entonces en términos llanos esta teoría de Kuznets no se cumple para estos países, o aún se encuentra en una fase muy temprana de la u invertida de esta curva; pero esto también se puede explicar de manera paralela con lo que afirma **Patiño (2016)**, pues asevera que hay razones por las que el fomento y utilización de las energías renovables no se dan, habla de tres razones en concreto, tecnológicas a saber que existen demoras en la inversión e implementación de ER; institucionales, a razón de que el gobierno no fomenta políticas encaminadas a la seguridad energética y por último y en consideración para la investigadora la más importante es la razón psicológica, puesto que contempla los hábitos, costumbres, modos de vida de la población, un ejemplo muy concreto es la educación que existe en los países de Europa con respecto al reciclaje, estas personas

³⁵ Energías Renovables

inherentemente saben que el reciclaje es de vital importancia y el gobierno también lo sabe, es por eso que conocen cómo reciclar y cuidan su comportamiento respecto a este tema; por lo contrario, en los países de América Latina poca es la importancia que se le da al reciclaje ya que no se ha creado una educación oportuna en términos de cuidado del ambiente y no generación de contaminación; también se explica de una manera más simple, que el consumo de energías renovables decrezca a razón de que el PIB esté conducido por un mayor consumo de energías no renovables, como los combustibles fósiles, los cuales son más baratos de extraer, que generar energías renovables, por lo que esta relación tendría sentido.

Por otra parte, y de manera individual, cuando las emisiones de dióxido de carbono crecen, el porcentaje de consumo de energías renovables decrece; estas relaciones son inversas en cada país y son lógicas, puesto que si las ER no se están consumiendo, o tienden a decrecer, el consumo que reemplaza a estas energías es obviamente energías no renovables, es decir la utilización y quema de combustibles fósiles, los cuales generan CO₂ y otros gases contaminantes; por lo que se asume que si el dióxido de carbono tiene fluctuaciones, las energías renovables se verán afectadas de una u otra manera.

Entendiendo la última relación, cuando los precios del barril del petróleo crecen, el porcentaje de consumo de energías renovables decrece, esto se explica entendiendo primero si el país del que se habla es exportador o importador de petróleo; en estos casos en concreto, Ecuador y Colombia son considerados exportadores netos de petróleo por lo que si los precios del petróleo crecen, la producción nacional naturalmente crecerá y los productos derivados del petróleo como los combustibles tenderán a disminuir sus precios, y por ende al tener precios bajos estos combustibles serán más consumidos, haciendo que sea beneficioso para la economía del país, entonces las energías renovables quedarán hechas a un lado ya que su implementación es más costosa, así se explica que los precios del petróleo cuando crecen las energías renovables decrecen; en tanto que para el caso de Perú al ser considerado un país importador, pero que posee un pequeño porcentaje de producción petrolera para consumo nacional la explicación debería ser contraria a la de los países exportadores; esto se denotará de mejor manera con un análisis inferencial; es pues, en los modelos

econométricos que se presentan a continuación donde se verán a los resultados mejor reflejados cuantitativamente.

Una vez detallado el análisis estadístico descriptivo se presenta los modelos econométricos de regresión múltiple realizados para cada país con sus respectivas tablas e ilustraciones y posteriores análisis e interpretaciones.

Ecuador

A continuación en la Tabla N° 12 se presenta el primer modelo para Ecuador, con corrección de heteroscedasticidad y utilizando logaritmos para suavizar las series de tiempo tanto en la variable dependiente como en las variables independientes; es decir un modelo Log-Log, no lineal en las variables pero sí lineal en sus parámetro; se toma como variable dependiente el consumo de energías renovables como porcentaje del total del consumo de energía final.

Tabla 12: Modelo 1 de Ecuador

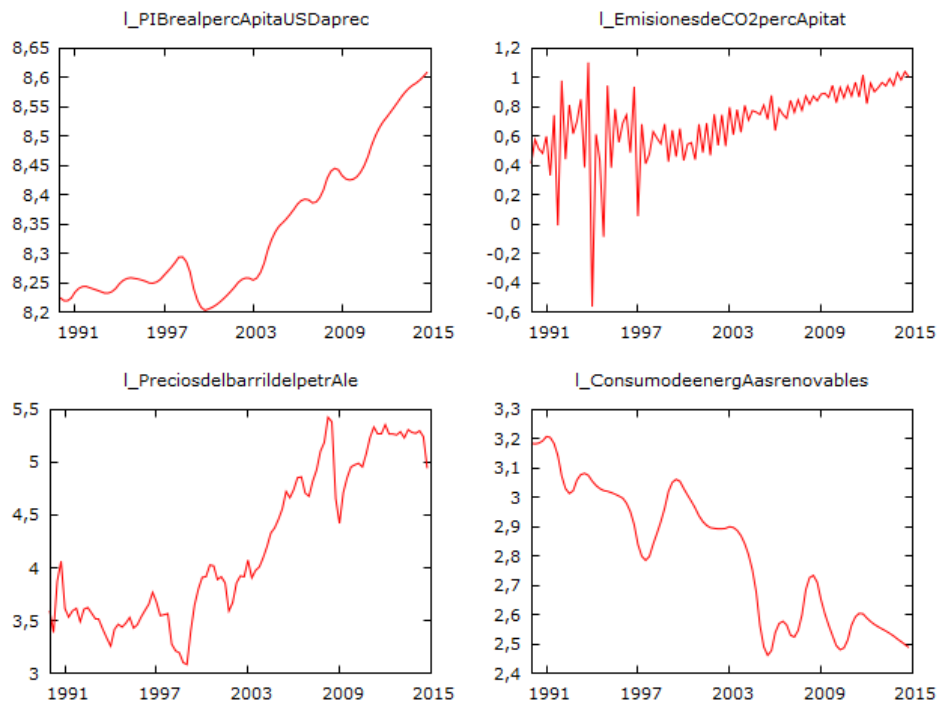
<i>Variables Independientes</i>	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	<i>Significancia</i>
<i>Constante</i>	10,7209	1,31301	8,165	1,27E-12	***
<i>Log PIB real per cápita</i>	-0,866436	0,17138	-5,056	2,05E-06	***
<i>Log Emisiones CO₂ per cápita</i>	-0,008189	0,02519	-0,3251	0,7458	
<i>Log Precios Barril de petróleo</i>	-0,158626	0,03394	-4,674	9,65E-06	***
<i>Estadísticos basados en los datos ponderados</i>					
<i>R-cuadrado</i>	0,8107		Valore p (de F)		1,42E-34
<i>F (3,96)</i>	137,0742		Durbin Watson		0,138731
<i>rho</i>	0,919686				

Elaborado por: Nubia Vinueza B.

Utilizando como base al modelo propuesto por **Sadorsky (2009)**, se obtiene los resultados de la Tabla N°12 que no son consistentes para el análisis econométrico posterior, puesto que la variable Logaritmo de Emisiones de CO₂ per cápita es no significativa para el modelo, su valor p es mayor al nivel de significancia de 0,05 por lo que el software econométrico libre GRETl arroja cero asteriscos indicando que no hay significancia, pero no siendo así el modelo en su conjunto puesto que los valores

F de Fisher y R-cuadrado son aceptables, de manera general el modelo no es aceptado a razón de que presenta un problema de especificación, esto es analizado con la ayuda del método gráfico en la Ilustración N° 18, posteriormente se procede a considerar una variable de la base del modelo de Sadorsky, quitando la variable que posee datos espurios para la investigación.

Ilustración 18: Gráficos de series temporales de las variables de Ecuador utilizando observaciones trimestrales



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En la Ilustración N° 18 se pueden ver las tendencias de las series temporales trimestralizadas de las variables utilizadas para el estudio de Ecuador, se observa que la variable emisiones de dióxido de carbono tiene una tendencia distinta a la de las demás variables, es decir la naturaleza de sus datos es distinta a las otras propensiones e interfieren de manera negativa en la regresión; por lo tanto, se elimina la variable emisiones de CO₂ per cápita por las razones anteriormente descritas, con corrección de heteroscedasticidad y utilizando logaritmos tanto en las variables independientes como en la variable dependiente; tomando la variable consumo de energía renovable como regresada, es así que se presenta una variante del modelo uno de Ecuador, en la Tabla N° 13:

Tabla 13: Modelo 2 de Ecuador - Variante

<i>Variables Independientes</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	<i>Significancia</i>
<i>Constante</i>	11,5962	1,37268	8,448	2,97E-01	***
<i>Log PIB real per cápita</i>	-0,984157	0,17986	-5,472	3,48E-07	***
<i>Log Precios Barril de petróleo</i>	-0,134104	0,03506	-3,825	0,0002	***
Estadísticos basados en los datos ponderados					
<i>R-cuadrado</i>	0,784014	Valore p (de F)		5,24E-33	
<i>F (2,97)</i>	176,0514	Durbin Watson		0,123928	
<i>rho</i>	0,927073				
Análisis de Colinealidad					
<i>Variables</i>	Factor de Inflación de Varianza (FIV)				
<i>Log PIB real per cápita</i>	5,348				
<i>Log Precios Barril de petróleo</i>	5,348				

Elaborado por: Nubia Vinueza B.

El modelo dos de Ecuador es una variante del modelo de Sadorsky, a través de la Tabla N° 13 se presentan los resultados del modelo de regresión lineal con corrección de heteroscedasticidad corrido en el software econométrico libre GRETL, el supuesto número uno de linealidad en los parámetros, está ya corregido por el software y no es necesario mayor tratamiento de los datos; en tanto al supuesto dos se refiere a que la covarianza entre las X y las perturbaciones debe ser cero, de manera paralela se procede a guardar los residuos de la regresión y se genera una regresión con los residuos como variable dependiente, el R-cuadrado que se obtiene es cero, por lo que se comprueba que la covarianza es también cero, se puede revisar el Anexo 6 en donde consta esta regresión paralela; el supuesto dos queda comprobado; para cumplir con los supuestos tres y cuatro; el valor medio de las perturbaciones es igual a cero y existencia de varianza constante (homoscedasticidad) respectivamente se opta por usar la función del software econométrico libre GRETL de modelos lineales con corrección de heteroscedasticidad, así quedan comprobados los supuestos tres y cuatro; en cuanto al quinto que refiere que no debe existir autocorrelación en las perturbaciones se

asimila que está corregido ya que el software por defecto no arroja una opción de corrección, aunque en los estadísticos arrojados del modelo se obtiene un DW ³⁶ de 0,12; que supondría una autocorrelación positiva de acuerdo a la regla de decisión con la que trabaja el estadístico y esto se corrobora con el estadístico rho, puesto que muestra la pendiente de la regresión, en este caso es de 0,93, es decir una pendiente positiva, pero ya que el software econométrico no considera la autocorrelación como corregible se trabaja con los datos que arroja el modelo; siguiendo con la interpretación de los supuestos se asume el supuesto seis como comprobado, como ya se explicó en la metodología el número de las observaciones (100) es mayor al número de parámetros a estimar (2); asimismo el supuesto siete queda explicado en el capítulo de metodología y no se ahonda en los resultados puesto que trata de la naturaleza de las variables; para comprobar el supuesto ocho se recurre al análisis de los factores de inflación de varianza (FIV), en el análisis de colinealidad del software econométrico el resultado es que no existe multicolinealidad entre las variables, puesto que los valores de los FIV de las variables regresoras son menores a diez como se puede observar en la Tabla N° 13; continuando con la interpretación de los datos arrojados por la regresión, para acometer el supuesto nueve se toma en cuenta la significancia individual de las variables y los estadísticos de significancia en conjunto; la significancia individual de las variables es consistente a razón de que todas poseen tres asteriscos de significancia, en cuanto al R-cuadrado, este resulta en un 78,4%; este dato es un valor alto de R-cuadrado; y quiere decir que las variables regresoras explican las variaciones de la regresada en un 78,4%; en general el supuesto nueve queda comprobado con estas pruebas de significancia; por último el supuesto diez que trata sobre que las perturbaciones deben estar distribuidas normalmente se comprueba a través del único contraste que el software econométrico libre GRETL deja para comprobación, el resultado del contraste de normalidad de los residuos da como resultado:

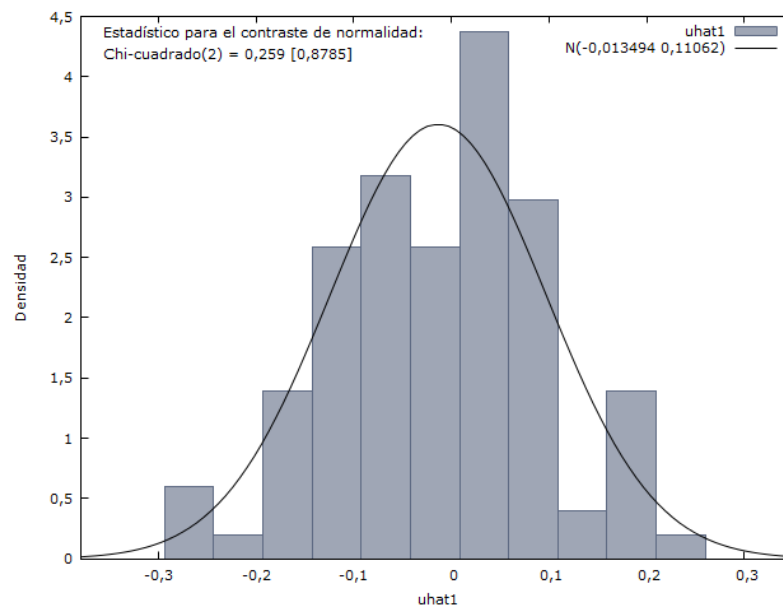
Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente.

Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 0,259057 / con valor p = 0,87851.

³⁶ Durbin Watson

La interpretación de estos estadísticos devienen a que se acepta la hipótesis nula de que el error se distribuye normalmente, a razón de que el valor p es mayor al nivel de significancia: $0,878 > 0,05$. A continuación en la Ilustración N° 19 se presenta un histograma con su respectiva línea de distribución normal:

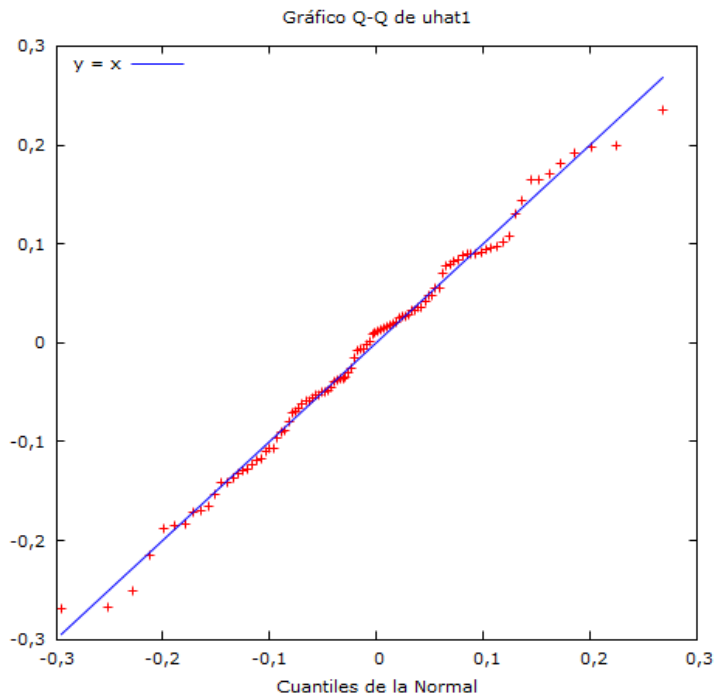
Ilustración 19: Gráfica del Contraste de Normalidad de Residuos para el Modelo 2 con variante de Ecuador



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En la Ilustración N° 19 se observa que los errores se distribuyen normalmente en su mayoría, tan solo un intervalo del histograma se sale demasiado de la campana de Gauss, los demás intervalos están contenidos en la campana; es decir los datos de los residuos son consistentes para comprobar que existe normalidad en las perturbaciones; a parte de este gráfico que pondera a los residuos se considera también un gráfico Q-Q como método gráfico complementario al contraste de normalidad presentado anteriormente, este gráfico es una función más que el software econométrico ofrece.

Ilustración 20: Gráfico Q-Q de los residuos del Modelo 2 con variante de Ecuador



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

La Ilustración N° 20 muestra un gráfico Q-Q que expone una línea bisectriz, los puntos rojos son las perturbaciones de la regresión y la interpretación de este gráfico es que mientras más cerca los puntos estén de la línea bisectriz, hay más indicio de que existe normalidad en los residuos, para el caso del modelo 2 de Ecuador; como se observa, los puntos están cercanos a la línea azul, por lo cual se da a entender que los residuos están normalmente distribuidos, es así que con esto se corrobora la Ilustración N° 19 del histograma del contraste de normalidad que también muestra que las perturbaciones están distribuidas normalmente a razón de que la mayor parte de los intervalos del histograma están contenidos en la campana de Gauss.

Tomando en cuenta a todos los supuestos anteriormente revisados, se acepta el modelo dos de Ecuador, ya que sus supuestos econométricos están corregidos y comprobados, y se procede a hacer el análisis de los coeficientes de cada variable puesto que el modelo es adecuado para su estudio; para ello se presenta el modelo matemático a continuación:

$$CER = 11,6 - 0,98 \text{ PIB real per cap.} - 0,13 \text{ Precios Barril Petróleo} + u$$

Para finalizar el análisis del modelo dos de Ecuador se hace la interpretación de los coeficientes de la regresión; es así que, se obtiene que el consumo de energías renovables tomaría un valor de 11,6 puntos porcentuales si las demás variables explicativas se mantienen constantes, es decir toman el valor de cero.

En tanto que si el PIB real per cápita aumentase en una unidad, manteniéndose el precio del barril del petróleo constante, entonces el consumo de energías renovables disminuiría en 0,98 puntos porcentuales.

Por último si los precios del barril de petróleo aumentaran en una unidad, manteniéndose el PIB real per cápita constante, entonces el consumo de energías renovables disminuiría en 0,13 puntos porcentuales.

Colombia

Tabla 14: Modelo Colombia

<i>Variables Independientes</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	<i>Significancia</i>
<i>Constante</i>	7,45699	0,37776	19,74	1,45E-03	***
<i>Doble Log PIB real per cápita</i>	-2,99760	0,18651	-16,07	5,71E-02	***
<i>Doble Log Emisiones CO₂ per cápita</i>	0,039783	0,00670	5,932	4,71E-0	***
<i>Doble Log Precios Barril de petróleo</i>	0,165834	0,01995	8,308	6,29E-01	***

Estadísticos basados en los datos ponderados

<i>R-cuadrado</i>	0,842925	Valore p (de F)	1,88E-38
<i>F (3,96)</i>	171,7249	Durbin Watson	0,169840
<i>rho</i>	0,916005		

Análisis de Colinealidad

<i>Variables</i>	Factor de Inflación de Varianza (FIV)
<i>Doble Log PIB real per cápita</i>	6,525
<i>Doble Log Emisiones de CO₂ per cápita</i>	1,291
<i>Doble Log Precios Barril de petróleo</i>	6,253

Elaborado por: Nubia Vinueza B.

El modelo de Colombia toma por base el modelo de Sadorsky, en la tabla N° 14 se despliegan los resultados de la regresión lineal múltiple con corrección de heteroscedasticidad y utilizando doble logaritmo para suavizar las series de tiempo. Al igual que en el modelo dos de Ecuador el supuesto uno está corregido por el software econométrico libre GRET, y no se necesita mayor tratamiento de los datos; para el segundo supuesto, como se puede observar en el Anexo 7, la covarianza entre las variables explicativas y las perturbaciones es igual a cero, puesto que se obtiene un R-cuadrado de cero en el modelo de comprobación de covarianza; para cumplir con los supuesto tres y cuatro se apela a las funciones del software econométrico que los corrigen solamente a través de modelos lineales con correcciones de heteroscedasticidad, el modelo se convierte en homoscedástico utilizando esta

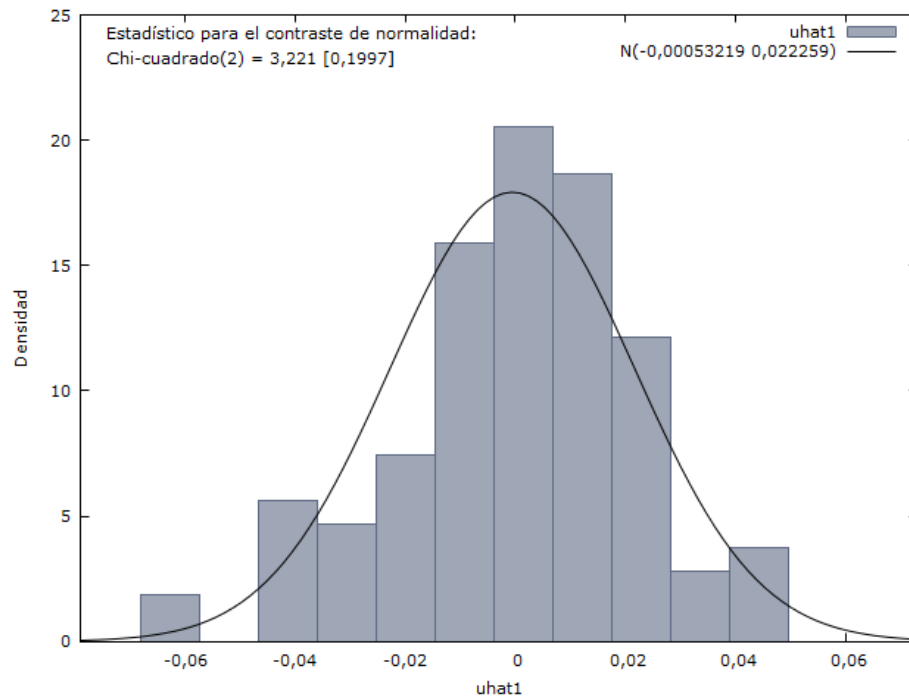
herramienta y además para el supuesto tres el valor medio de las perturbaciones por defecto se hace cero; para el supuesto cinco de igual manera el software econométrico arroja que no existe autocorrelación en los residuos, por eso se asimila que este supuesto está corregido, pero como se puede observar en la Tabla N° 14, en los estadísticos basados en los datos ponderados se obtiene un DW de 0,17; mostrando que existe una autocorrelación positiva, análogamente el estadístico rho también corrobora al estadístico DW, pues rho posee un valor de 0,92; acercándose a la unidad, lo que quiere decir que tiene una pendiente positiva, pero de manera similar al modelo dos de Ecuador, esto no se toma en cuenta a razón de que el software econométrico no considera a la autocorrelación un problema para el análisis de datos posterior; los resultados para los supuestos seis y siete están ya comprobados y se los puede revisar en el tratamiento de la información en el capítulo de metodología puesto que son supuestos netamente de llana observación; continuando con el análisis del cumplimiento de los supuestos del Teorema de Gauss-Markov, para la comprobación del supuesto ocho que postula que no debe haber multicolinealidad en las variables se recurre a los análisis de los FIV, en la Tabla N° 14 se observa los resultados de cada variable, y los datos son consistentes, puesto que cada valor es menor a diez, se comprueba que no existe multicolinealidad entre las variables; para el supuesto nueve se toma en cuenta los estadísticos de significancia tanto individual como conjunta, en la Tabla N° 14 se observa que la significancia individual de las variables es de tres asteriscos; es decir, el modelo es significativo puesto que sus valores p son menores al nivel de significancia de 0,05; por otra parte el R-cuadrado resulta en un dato de 84,29%; un valor alto que demuestra que las variables explicativas del modelo explican en un 84,29% a la variable de consumo de energías renovables, el supuesto nueve queda comprobado; para el supuesto diez que plantea que las perturbaciones deben estar normalmente distribuidas, para eso se aplica el contraste de normalidad que ofrece el software econométrico y el resultado es el siguiente:

Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente.

Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 3,221 con valor p 0,19975.

La interpretación de estos estadísticos devienen a que se acepta la hipótesis nula de que el error se distribuye normalmente, a razón de que el valor p es mayor al nivel de significancia: $0,199 > 0,05$. A continuación se presenta en la Ilustración N° 21 un método gráfico para apoyar el análisis de normalidad en los residuos:

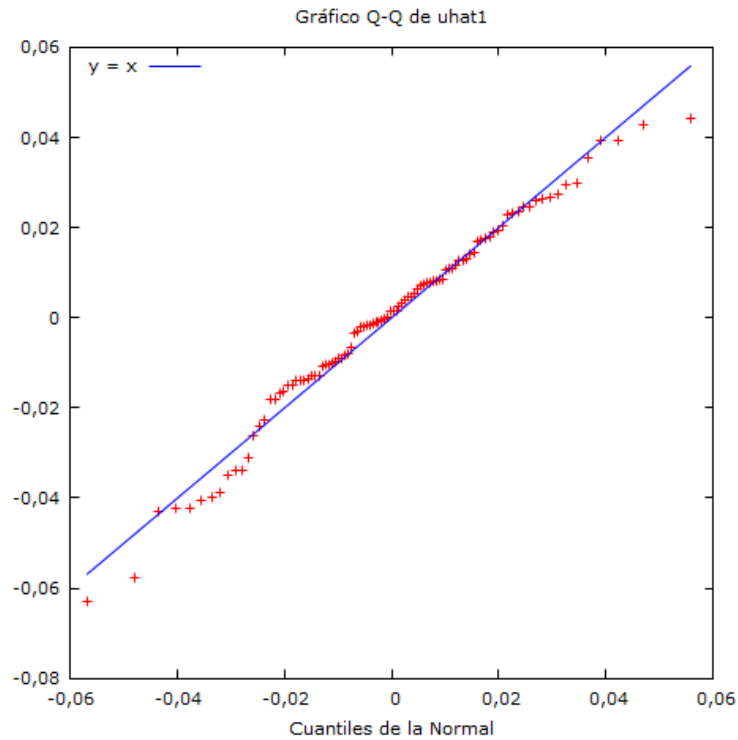
Ilustración 21: Gráfica del Contraste de Normalidad de Residuos para el Modelo de Colombia



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En la Ilustración N° 21 se observa el histograma del contraste de normalidad de residuos para el modelo de Colombia, se puede observar que los residuos se distribuyen normalmente ya que la mayoría de los rectángulos del histograma están contenidos dentro de la línea de la campana de Gauss, muy pocos son los rectángulos que sobresalen de la campana, y los pocos que sobresalen no lo hacen en su totalidad, más bien en una mínima parte; además de esta ilustración se presenta un gráfico Q-Q de residuos:

Ilustración 22: Gráfico Q-Q de los residuos del Modelo de Colombia



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En la Ilustración N° 22 se observa que los puntos rojos que vienen a ser los residuos, se acercan a la línea de bisectriz, esto da a entender que los residuos se distribuyen normalmente, la mayoría de las perturbaciones están muy cerca de la bisectriz, muy pocos son los puntos que se alejan de la línea azul; también se muestra que estamos ante una función lineal por la forma que adopta la distribución de puntos rojos con respecto a la bisectriz, lo cual comprueba también el supuesto uno de linealidad en los parámetros, ya que si estos parámetros no fueran lineales los puntos rojos se parecieran más a una línea exponencial.

A través de la comprobación de todos los supuestos, se asume que el modelo de Colombia es consistente para realizar el análisis de los coeficientes, para ello se presenta la notación del modelo matemático para Colombia:

$$CER = 7,46 - 2,99 \text{ PIB real per cap.} + 0,04 \text{ E CO}_2 \text{ per cap.} + 0,17 \text{ Precios Barril Petróleo} + u$$

El primer coeficiente es la constante, y este valor nos indica que el consumo de energías renovables tomaría un valor de 7,46 puntos porcentuales si las demás variables explicativas se mantienen constantes o en otras palabras que tomaran un valor de cero.

El siguiente coeficiente nos indica que si el PIB real per cápita aumentase en una unidad, manteniéndose constantes a las emisiones de dióxido de carbono per cápita y precios del barril del petróleo, el consumo de energías renovables disminuiría en 2,99 puntos porcentuales.

Para el siguiente coeficiente, la interpretación sería que si las emisiones de CO₂ per cápita aumentaran en una unidad, manteniéndose constante a las demás variables explicativas, el consumo de energía renovable aumentaría en 0,04 puntos porcentuales.

Por último, si el precio del barril del petróleo aumentara en una unidad, manteniéndose constantes a las demás variables explicativas, el consumo de energías renovables aumentaría en 0,17 puntos porcentuales.

Perú

Tabla 15: Modelo 1 de Perú

<i>Variables Independientes</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	<i>Significancia</i>
<i>Constante</i>	49,3001	0,87010	56,66	1,37E-07	***
<i>PIB real per cápita</i>	-0,006505	0,00080	-8,049	2,23E-01	***
<i>Emisiones CO₂ per cápita</i>	4,64637	1,96008	2,371	0,0198	**
<i>Precios Barril de petróleo</i>	0,029845	0,00694	4,297	4,15eE-0	***
<i>Estadísticos basados en los datos ponderados</i>					
<i>R-cuadrado</i>	0,910600		Valore p (de F)		3,47E-50
<i>F (3,96)</i>	325,9437		Durbin Watson		0,148627
<i>rho</i>	0,924568				
<i>Análisis de Colinealidad</i>					
<i>Variables</i>	Factor de Inflación de Varianza (FIV)				
<i>PIB real per cápita</i>	20,017				
<i>Emisiones de CO₂ per cápita</i>	10,812				
<i>Precios Barril de petróleo</i>	7,931				

Elaborado por: Nubia Vinueza B.

A simple vista el modelo uno de Perú que se presenta en la Tabla N° 15 tiene buenos estadísticos y se acabaría por aceptar el modelo para su posterior análisis de coeficientes, pero se debe fijar en el análisis de colinealidad que arrojan los valor FIV, los valor FIV de este modelo son altos, es decir al ser mayores de diez muestran que existe colinealidad entre las variables por lo que se debe eliminar la variable del PIB real per cápita a razón de que su factor de inflación de varianza es 20 y es un valor alto e interfiere con el cumplimiento del supuesto de normalidad de los residuos como se puede comprobar a continuación en el contraste de normalidad de estas perturbaciones:

Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente

Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 7,259 con valor p 0,02654.

La interpretación de estos estadísticos devienen a que se rechaza la hipótesis nula de que el error se distribuye normalmente, a razón de que el valor p es menor al nivel de significancia: $0,026 > 0,05$; en palabras llanas existe no normalidad en los residuos y el modelo no se considera para un posterior análisis de coeficientes.

Es por eso que se presenta una variante del modelo de Sadorsky, eliminando la variable PIB real per cápita, corriendo el modelo con corrección de heteroscedasticidad y con datos reales sin usar logaritmos el resultado es el siguiente:

Tabla 16: Modelo 2 de Perú

<i>Variables Independientes</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	<i>Significancia</i>
<i>Constante</i>	42,7582	1,09972	38,88	5,82E-06	***
<i>Emisiones CO₂ per cápita</i>	-6,20286	1,28566	-4,825	5,21e-06	***
<i>Precios Barril de petróleo</i>	-0,0192332	0,00770	-2,496	0,0143	**

Estadísticos basados en los datos ponderados

<i>R-cuadrado</i>	0,668896	Valore p (de F)	5,23E-24
<i>F (2,97)</i>	97,97981	Durbin Watson	0,089757
<i>rho</i>	0,948013		

Análisis de Colinealidad

<i>Variables</i>	Factor de Inflación de Varianza (FIV)
<i>Emisiones de CO₂ per cápita</i>	4,199
<i>Precios Barril de petróleo</i>	4,199

Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En la Tabla N° 16 se presenta el modelo dos de Perú, el cual es el indicado para el posterior análisis de los coeficientes porque la comprobación de los supuestos es consistente, el cuanto al supuesto uno, al igual que en el modelo de Ecuador y Colombia está corregido por el software econométrico libre GRET, y no se necesita mayor tratamiento de los datos; para el segundo supuesto, se presenta en el apartado

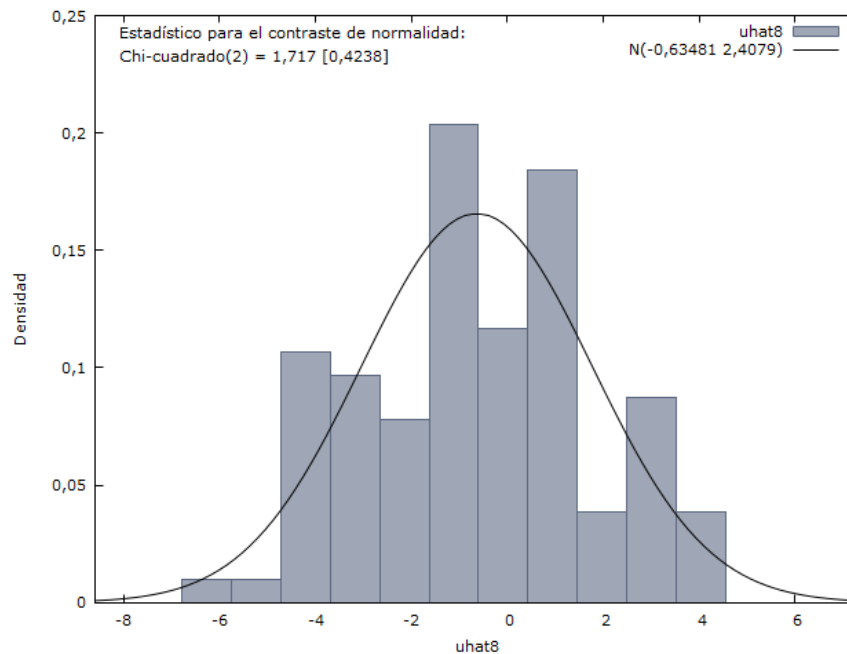
Anexo 8 el modelo de comprobación, en este se puede observar que el R-cuadrado es igual a cero por lo que queda justificado que la covarianza entre las variables explicativas y las perturbaciones es igual a cero; continuando con el supuesto tres y cuatro estos quedan paleados ya que se usa un modelo lineal de corrección de heteroscedasticidad que el software econométrico tiene como función; en otras palabras, el valor medio de las perturbaciones igual a cero y la varianza constante quedan corregidos a través de esta función del software; para el supuesto cinco el software arroja que no existe autocorrelación para corregir pero en los estadísticos de los datos ponderados aparecen estadígrafos como el DW (0,08) y rho (0,95) que dan a entender que existe una autocorrelación positiva; pero ya que anteriormente se considera que la autocorrelación no es considerada un problema para la regresión se trabaja con estos datos; continuando, para el supuesto seis y siete se debe considerar lo expuesto en el capítulo de metodología puesto que son supuestos fáciles de comprobar sin ningún estudio estadístico adicional, por eso estos dos supuestos se consideran probados en este apartado de resultados; en tanto que el supuesto ocho se analiza los valores FIV de la Tabla N° 16, en esta se puede ver que los factores de inflación de varianza de las variables explicativas son menores a diez, lo cual expresa que las variables no presentan multicolinealidad y eso es lo que se busca para el posterior análisis de los coeficientes; el supuesto nueve trata sobre la correcta especificación del modelo, esto se puede acometer a través de medir los niveles de significancia del modelo, por eso se toma en cuenta la significancia individual, la cual resulta en tres y dos asteriscos de significancia lo cual es un buen indicador de que el modelo es consistente, además el R-cuadrado es de 66,89%, este dato arroja que las variables regresoras explican en un 66,89% al consumo de energías renovables, este valor se considera mediano alto a razón de que este es un modelo multivariable; el supuesto diez trata sobre la normalidad de las perturbaciones y para ello se usa el contraste de normalidad que el software econométrico libre GRETL proporciona:

Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente

Estadístico de contraste: Chi-cuadrado (2) = 1,71677 con valor p = 0,423846

La interpretación de estos estadísticos devienen a que se acepta la hipótesis nula de que el error se distribuye normalmente, a razón de que el valor p es mayor al nivel de significancia: $0,4238 > 0,05$; en otras palabras las perturbaciones sí se distribuyen normalmente. En la Ilustración N° 25 se presenta un histograma como metodo gráfico de apoyo del contraste de normalidad de los residuos:

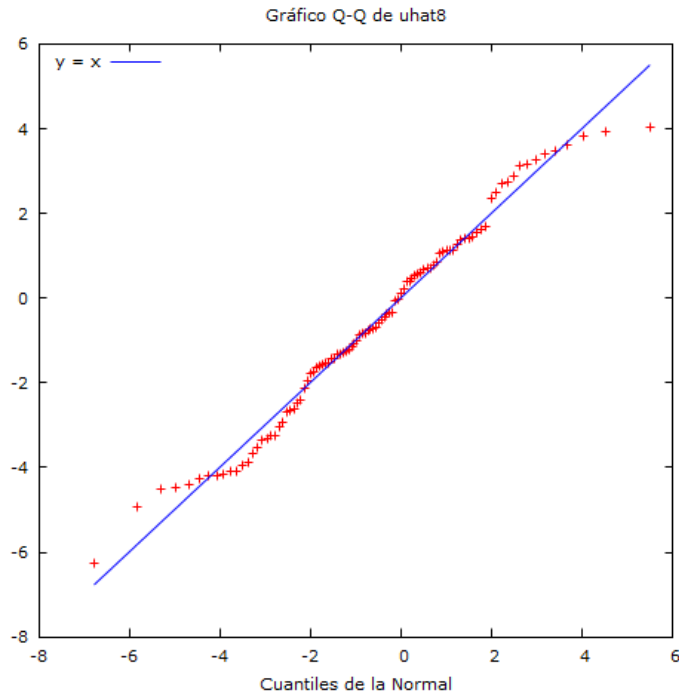
Ilustración 23: Gráfica del Contraste de Normalidad de Residuos para el Modelo 2 con variante de Perú



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En la Ilustración N°23 se presenta un histograma con distintos intervalos de los residuos, se puede observar que la mayoría de los rectángulos del histograma están contenidos en la campana de Gauss, lo cual indica que los residuos se distribuyen normalmente, muy pocos son los picos o puntas de los rectangulos que sobresalen de la campana y si estos sobresalen muy poco es el porcentaje en el que lo hacen. A parte de este gráfico también se presenta un gráfico Q-Q de residuos para corroborar las pruebas anteriormente detalladas.

Ilustración 24: Gráfico Q-Q de los residuos del Modelo 2 con variante de Perú



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En la Ilustración N° 24 se muestra el gráfico Q-Q de residuos para el modelo dos de Perú, como se puede observar los puntos rojos representan los residuos y ya que estos puntos se acercan a la línea azul bisectriz se determina y se comprueba que efectivamente los residuos se distribuyen normalmente como ya se corroboró en el contraste de normalidad de residuos que utiliza el estadístico chi-cuadrado y también en el histograma que se contiene en la línea de distribución normal campana de Gauss en la Ilustración N° 23.

Se han revisado todos los supuestos, y se acepta el modelo dos de Perú puesto que es consistente con las comprobaciones y correcciones de los supuestos y se puede empezar con el análisis de coeficientes de la regresión, para ello se despliega la notación del modelo matemático a continuación:

$$CER = 42,76 - 6,20 E CO_2 \text{ per cap.} - 0,019 \text{ Precios Barril Petr6leo} + u$$

El primer coeficiente para el an6lisis es la constante, este dato da a conocer que el consumo de energías renovables tomaría una participación de 42,76% en el consumo total de energía de Perú si las demás variables explicativas se mantienen constantes o toman el valor de cero.

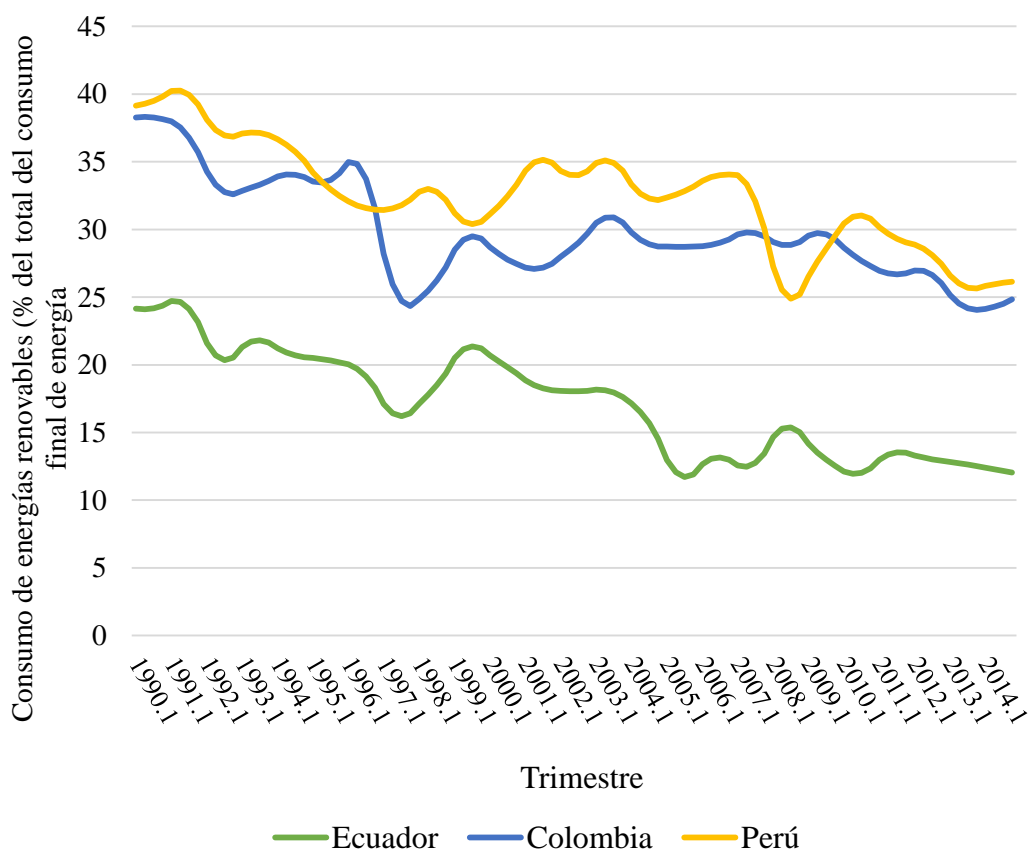
El siguiente coeficiente, indica que si el PIB real per cápita aumentara en una unidad, manteniéndose constante la variable de precios del barril de petr6leo, el consumo de energías renovables disminuiría en un 6,20%.

El último coeficiente indica que si los precios del barril de petr6leo aumentaran en una unidad, manteniéndose constante la variable de emisiones de di6xido de carbono, el consumo de energías renovables disminuiría en un 0,02%.

Comparación del Consumo de Energías Renovables

En la Ilustración N° 25 se presenta el consumo de energía renovable para los tres países de la investigación, con esto se puede observar a través del método gráfico qué país se posiciona con mejores miras a la inversión de energías renovables; además se compara con la tendencia de consumo de ER mundial a razón de que existen diferencias sustanciales en las propensiones de dicho consumo.

Ilustración 25: Consumo de Energías Renovables para los Tres Países Andinos

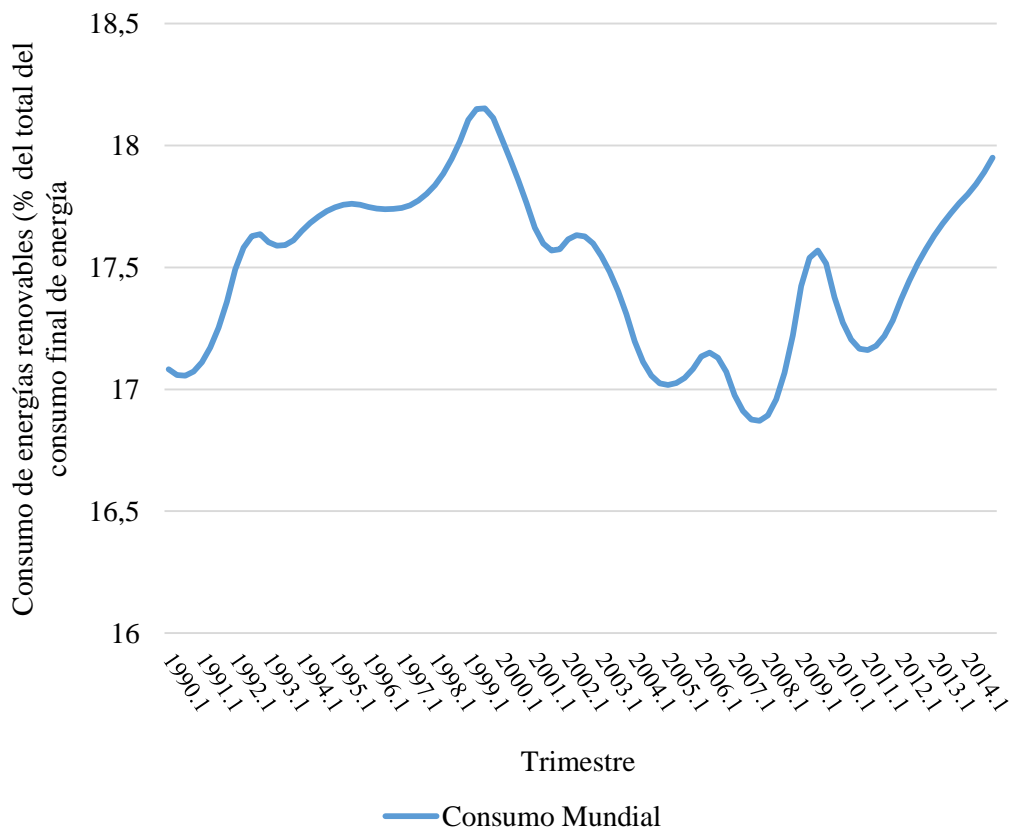


Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En La Ilustración N° 25 se muestra la tendencia de consumo de energías renovables como porcentaje del total del consumo final de energía de Ecuador, Colombia y Perú, series comprendidas desde 1990 hasta 2014 en datos trimestralizados; empezando con el análisis de Ecuador, se observa a simple vista que su consumo con respecto a los otros dos países es considerablemente más bajo, eso da a entender que Ecuador no ha estado a la par en la inversión para generar energía renovable en la región, puesto que se ha mantenido en un rango de variación del 10% hasta el 25%, y los dos países

restante de este estudio se han mantenido en una variación de entre 25% hasta 40%; por su parte Colombia y Perú se han mantenido a la par, con sus caídas y subidas, pero siendo Perú claramente superior a Colombia; en el primer trimestre del año 1997 se registra una caída abrupta para Colombia y de manera paralela para Ecuador pero en menor medida, ambos países se recuperan para la llegada del año 1999, por su parte Ecuador a partir de este pico empieza a decaer constantemente en su consumo de energía renovable, por otra parte Colombia se mantuvo en niveles constantes; Perú registra una gran caída a principios del año 2008, pero no se estanca y para 2010 se encuentra recuperado. A pesar de esas recuperaciones cada tendencia presenta una tendencia a la baja, constantemente el consumo de energía renovable ha ido decayendo en el periodo de estudio comprendido, cuestión que es refutable a razón de que la tendencia mundial es diferente a la de la región Andina como se puede observar a continuación:

Ilustración 26: Consumo de Energías Renovables/ Tendencia Mundial



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En la Ilustración N° 26 se muestra la tendencia mundial del consumo de energías renovables, es menester comparar esta tendencia puesto que la región andina tiene una tendencia muy diferente a esta; el promedio mundial se ha mantenido mayormente en crecimiento, el pico más alto fue registrado en el año 1991, desde allí la tendencia tiende a decrecer hasta que llega a su punto mínimo en el año 2008, a partir de esta fecha el crecimiento del consumo de energía renovable a nivel mundial ha presentado una tendencia alcista, es importante recalcar que las franjas en las que varían los porcentajes son de entre el 17% y el 18%; Latinoamérica en contraste con otros territorios del mundo es una región con mucha riqueza natural y esto se ve plasmado en los porcentajes que ostentan por ejemplo los países de la región andina, que han alcanzado porcentajes de hasta más de 40%, pero mientras la tendencia de la región andina continua decreciendo, la tendencia mundial por lo contrario continua creciendo.

4.2 Verificación de la hipótesis

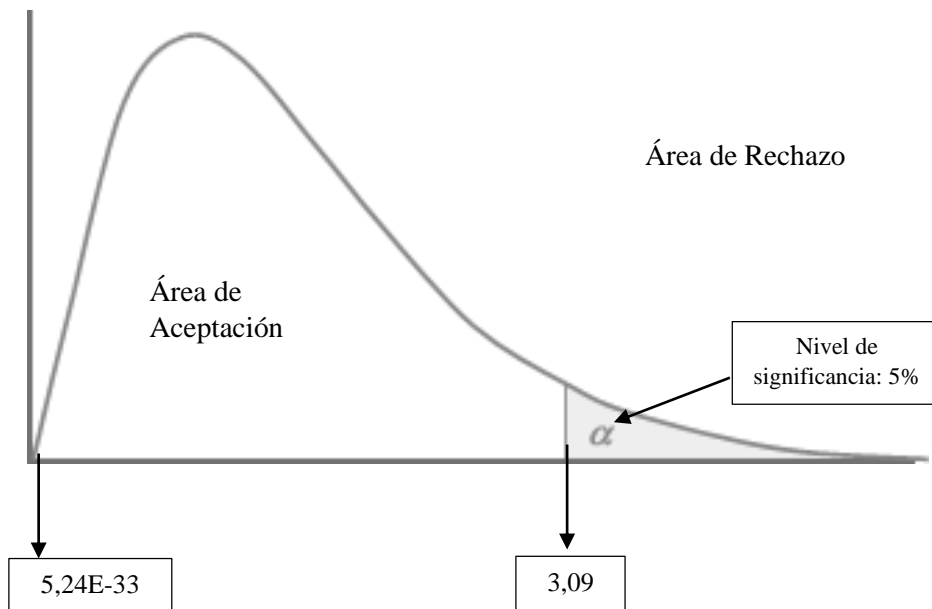
Para la verificación de la hipótesis se usa la prueba de significancia estadística F de Fisher para cada modelo con su respectiva hipótesis:

- Primera hipótesis

H_0 = El PIB real per cápita y los precios del barril de petróleo conducen al consumo de energías renovables en Ecuador.

H_a = El PIB real per cápita y los precios del barril de petróleo no conducen al consumo de energías renovables en Ecuador.

Ilustración 27: Comprobación gráfica de la Hipótesis 1



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

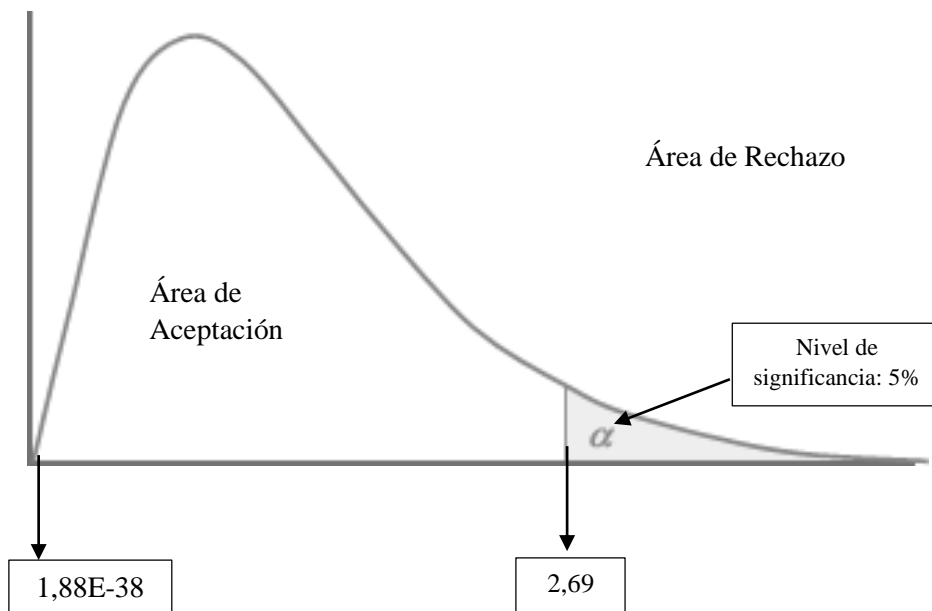
En la Ilustración N° 27 se puede constatar de manera gráfica que se acepta la hipótesis nula de que el PIB real per cápita y los precios del barril de petróleo conducen al consumo de energías renovables en Ecuador, puesto que la prueba F resulta en un p valor de 5,24E-33; el valor crítico es de 3,09019; este último dato sale de las tablas estadísticas de F que posee el software econométrico en sus herramientas, entonces ya que el valor p es menor al valor crítico se acepta la hipótesis nula de igualdad de varianzas con un nivel de significancia en cola derecha de 0,05.

- Segunda hipótesis

H_0 = El PIB real per cápita, emisiones CO₂ per cápita y los precios del barril de petróleo conducen al consumo de energías renovables en Colombia.

H_a = El PIB real per cápita, emisiones CO₂ per cápita y los precios del barril de petróleo no conducen al consumo de energías renovables en Colombia.

Ilustración 28: Comprobación Gráfica de la Hipótesis 2



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

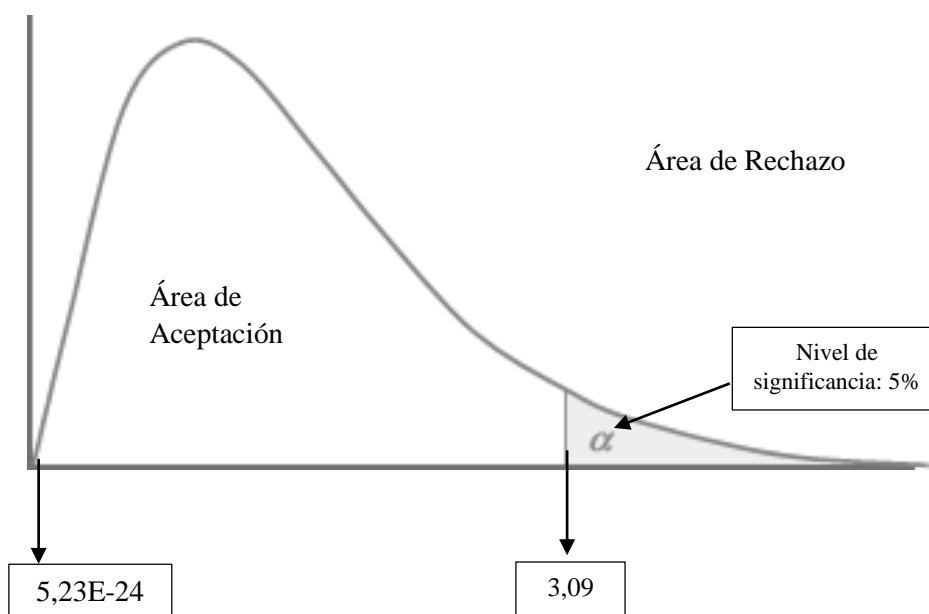
En la Ilustración N° 28 se muestra gráficamente que se acepta la hipótesis nula de que el PIB real per cápita, emisiones CO₂ per cápita y los precios del barril de petróleo conducen al consumo de energías renovables en Colombia; ya que la prueba F de Fisher resulta en un valor p de $1,88E-38$; y el valor crítico de las tablas estadísticas es de $2,69939$; entonces como el valor p es menor al valor crítico se acepta la hipótesis nula de igualdad de varianzas a un nivel de significancia de 5%.

- Tercera hipótesis

H_0 = Las emisiones CO₂ per cápita y los precios del barril de petróleo conducen al consumo de energías renovables en Perú.

H_a = Las emisiones CO₂ per cápita y los precios del barril de petróleo no conducen al consumo de energías renovables en Perú.

Ilustración 29: Comprobación Gráfica de la Hipótesis 3



Elaborado por: Nubia Vinueza B.

En la Ilustración N° 29 se puede observar a manera gráfica que se acepta la hipótesis nula de que las emisiones CO₂ per cápita y los precios del barril de petróleo conducen al consumo de energías renovables en Perú; la prueba de significancia conjunta F de Fisher resulta en un p valor de 5,23E-24 y un valor crítico de 3,09019; estos valores indican que el modelo en su conjunto es significativo, a razón de que el p valor es menor que el valor crítico por lo que se acepta la hipótesis nula de igualdad de varianzas a un nivel de significancia del 5%.

4.3 Limitaciones del estudio

La única limitación del estudio que se encontró fue que algunas series de tiempo contenían relaciones espurias o que presentaban multicolinealidad entre las variables, por lo que se apeló a utilizar variantes del modelo base que mejoran los modelos de la presente investigación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- A través del análisis estadístico se llega a la conclusión que las variables presentadas para el estudio en su mayoría tienen validez para un análisis econométrico, solo se encontró que la variable emisiones de CO₂ per cápita de Ecuador poseía datos espurios y el PIB real per cápita de Perú presentaba colinealidad; razones por las cuales se las suprime del modelo original, llamando a estos nuevos modelos variantes del modelo base. Adicionalmente, a través del análisis estadístico descriptivo se puede concluir que los países del estudio con respecto al consumo de energías renovables tienen una tendencia a la baja, ya sea porque no se invierte en la generación de energías alternativas o porque el entramado de producción energética aumenta con el desarrollo económico de cada país; mientras las energías renovables se mantienen constantes y se opacan al incrementar la demanda de energía, supliendo dicha demanda energética con oferta de fuentes más baratas que necesitan menor tecnificación como son los combustibles fósiles; esta tendencia a la baja se atribuye a que estos países considerados subdesarrollados aún se encuentran en fases de industrialización que demandan uso de energía a bajo costo.
- Se concluye que para Ecuador, la variable que más interviene en el consumo de energía renovable es el PIB real per cápita con 0,98 puntos porcentuales y en un menor porcentaje (0,13) los precios del barril del petróleo; siendo el producto marginal de estas variables negativo o que genera disminución en el consumo de energías limpias. En tanto que para Colombia la variable que más tiene peso en las variaciones del consumo de energía renovable es el PIB real per cápita con 2,99 puntos porcentuales, siendo esta afectación negativa; por su parte los precios del barril del petróleo (0,17) y las emisiones de dióxido de carbono (0,04) tienen una menor intervención, siendo esta positiva, hay que

recalcar que para Colombia es poco lo que afectan las emisiones de CO₂ al consumo de energías alternativas. Perú por su parte, la variable que más interviene es el PIB real per cápita, pues cuando este aumenta en una unidad, el consumo de energías renovables disminuye en un 6,20%; los precios del barril del petróleo afectan negativamente en un 0,02%, porcentaje bastante bajo, lo cual tiene sentido ya que Perú se considera un país importador de petróleo y al tener esta característica tener precios de petróleo altos no favorece a que los combustibles se abaraten, por lo que la implementación de energías renovables se vuelve atractiva.

- Dentro de lo analizado, se puede concluir que en materia de políticas energéticas el país que mejor se ha desarrollado en el ámbito de las energías renovables y su implementación es Perú, en contraste con sus vecinos andinos Ecuador y Colombia, una de las razones puede ser la implementación de alianzas público-privadas para la generación de proyectos emblemáticos de energías limpias. Colombia y Ecuador por su parte están lejos de llegar a tener seguridad energética, aun presentan dependencia de recursos no renovables para suplir sus necesidades energéticas por su constante crecimiento y desarrollo económico que presentan en los años analizados.
- Por último se comprueba que existe una relación entre el PIB real per cápita, precios del barril del petróleo y el consumo de energías renovables en un porcentaje de 78,4% en Ecuador. Para Colombia la relación entre el PIB real per cápita, emisiones de CO₂ per cápita, precios del barril de petróleo y el consumo de energías renovables es de 84,29%. La relación para Perú entre las variables Emisiones de CO₂ per cápita y precios del barril de petróleo es de 66,89%.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda tener en cuenta la naturaleza de las variables con las que se va a realizar la investigación, ya sea esta estadística o econométrica porque se pueden encontrar variables que no sean significativas para el modelo y se puede incurrir en problemas de especificación del mismo.
- Se exhorta a los países que aun dependen en un gran porcentaje de los recursos naturales, diversificar su matriz energética y productiva; invertir más en desarrollo de tecnologías que permitan a las naciones aprovechar el recurso renovable de una manera más barata y con mayor eficiencia.
- A los países de la región andina se sugiere que tomen el modelo de Perú de alianzas público-privadas como ejemplo; ya que a este país le ha resultado fructífero este tipo de colaboración, una buena estructuración acompañada de políticas encaminadas a la seguridad energética más una buena cimentación de infraestructura permitirá a los países llevar a su macroeconomía a flote.
- Por último, se debe prestar atención a las relaciones que se conjugan con el consumo de energía renovable puesto que no todas son ideales para cada país, ya que cada uno posee una situación distinta, tanto social, económica o política; aun siendo estos países de la misma región, mucho difieren en cómo se desarrollan sus economías aunque de por sí, se compartan varios distintivos de la cultura latinoamericana.

Bibliografía

- Aguas, R. (2016). El Petróleo: Efecto social y económico en el Ecuador. *Revista Ciencia e Investigación*, 1(3), 29–32. Retrieved from <http://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/index>
- Aguilar, A., Ávila, S., & Pérez, R. (2010). *Introducción a las economías de la naturaleza Titulo Aguilar* (1ra ed., Vol. 5). Ciudad de México: UNAM Universidad Nacional Autónoma de México IIEc. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- André, F., Castro, L., & Cerdá, E. (2012). Las energías renovables en el ámbito internacional. *Cuadernos Económicos de ICE*, 100(83), 11–36. <https://doi.org/10.1007/s11920-013-0397-9>
- Anticona, J. (2017). *La Filosofía en los Incas*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Retrieved from http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6023/Anticona_cj.pdf;jsessionid=4AAB3E6D9E3D3C9E48872F0C313FE203?sequence=1
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2014). Renewable energy, output, CO2emissions, and fossil fuel prices in Central America: Evidence from a nonlinear panel smooth transition vector error correction model. *Energy Economics*, 42, 226–232. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.01.003>
- Arroyo, T. (2014). *Líderes en energía limpia. Países Top en Energía Renovable en Latinoamérica* (Vol. WWF REPORT). Gland, Suiza. Retrieved from http://awsassets.wwf.es/downloads/tabare___lideres_en_energias_limpias_baja_r.pdf
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador 2008. Asamblea Constituyente*. Quito: Asamblea Constituyente. <https://doi.org/10.1515/9783110298703.37>
- Ávila, R. (2018). ‘Aún hay mucho petróleo por descubrir.’ *El Tiempo*, pp. 1–5. Retrieved from <https://www.eltiempo.com/economia/empresas/colombia-tiene-potencial-en-materia-petrolera-297540>

- Burgos, A. (2006). Petróleo e indígenas en Colombia. Una mirada desde la seguridad humana. *Desafíos*, 15(0), 388–418.
<https://doi.org/10.12804/REVISTAS.UROSARIO.EDU.CO/DESAFIOS/A.766>
- Campo, J., & Olivares, W. (2013). Relación entre las emisiones de CO₂, el consumo de energía y el PIB: El caso de los CIVETS. *Semestre Económico*, 16(33), 45–65. Retrieved from
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=165028418002%0ACómo>
- Campo, J., & Sanabria, A. (2013). Recursos Naturales y Crecimiento Económico en Colombia : ¿ Maldición de los Recursos ? *Perfil de Coyuntura Económica*, (21), 17–37. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/861/86129819002.pdf>
- Caraballo, M., & García, J. (2017). Energías renovables y desarrollo económico. Un análisis para España y las grandes economías europeas* Renewable Energy and Economic Development. An Analysis for Spain and the Biggest European Economies, *LXXXIV*(3), 39. Retrieved from
<http://www.scielo.org.mx/pdf/ete/v84n335/2448-718X-ete-84-335-00571.pdf>
- Cárdenas, A. (2013). Instrumentos de recolección de datos a través de los estadígrafos de deformación y apuntamiento. *Horizonte de La Ciencia*, 3(4), 79–88. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5420513.pdf>
- Chang, R. (2009). *Química II*. (L. Solano, Ed.) (9na ed.). Bogotá: McGrawHill Interamericana.
- Chen, S. T., Kuo, H. I., & Chen, C. C. (2007). The relationship between GDP and electricity consumption in 10 Asian countries. *Energy Policy*, 35(4), 2611–2621. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.10.001>
- Collaguazo, M. (2013). *Análisis de la participación del Ecuador en la organización de países exportadores de petróleo OPEP y sus incidencia en el crecimiento económico nacional periodo 2005-2010*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Retrieved from
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4115/1/UPS-QT03512.pdf>
- Corcuera, P., & Ponce de León, L. (2004). Tendencias de los movimientos conservacionistas y el surgimiento de la Eco-Ética. *Sociológica*, 19(56), 199–

211. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/3050/305026636008.pdf>
- Correa, F., Vasco, A., & Perez, C. (2005). La curva medioambiental de Kuznets: evidencia empirica para Colombia. *Semestre Economico*, 8, 12–30. Retrieved from <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1104/1075>
- Correa, P., González, D., & Pacheco, J. (2016). Energías renovables y medio ambiente. Su regulación jurídica en Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 8, 179–183. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n3/rus24316.pdf>
- Cortés, S., & Londoño, A. (2017). Energías renovables en Colombia : una aproximación desde la economía. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(38), 375–390. <https://doi.org/rces.v25n38.a7>
- Dalmazzo, E., Valenzuela, B., & Espinoza, L. (2017). Producción de energía renovable no tradicional en América Latina: economía y políticas públicas 1. *Apuntes*, 44(81), 67–87. <https://doi.org/10.21678/apuntes.81.806>
- Díaz, O., Cano, M., & Murphy, F. (2016). Desarrollo de energías renovables. Contexto latinoamericano y el caso argentino. *KPMG*, 1, 1–16. Retrieved from <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/ar/pdf/kpmg-energias-renovables-en-latam-y-argentina.pdf>
- Esteban, V., Moral, P., Orbe, S., Regúlez, M., Zarraga, A., & Zubia, M. (2017). *Análisis de Regresión con Gretl* (1ra ed.). País Vasco, España: Departamento de Economía Aplicada III, Econometría y Estadística - Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales -- Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea. Retrieved from <https://ocw.ehu.eus/file.php/132/gretl/gretl/contenidos/version-completa-para-imprimir.pdf>
- Estrada, C. (2013). Transición energética, energías renovables y energía solar de potencia. *Revista Mexicana de Física*, 59(2), 75–84. <https://doi.org/ISSN: 0035-001X>
- Fontaine, G. (2002). Sobre bonanzas y dependencias. Petróleo y enfermedad holandesa en el Ecuador. *Iconos. Revista de Ciencias Sociales*, (13), 102–110. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5090131>

- Fontaine, G. (2003). Más allá del caso Texaco ¿Se puede rescatar al Nororiente ecuatoriano? *Iconos. Revista de Ciencias Sociales*, 16, 129–137. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/509/50901616.pdf>
- Fontaine, G. (2010). *Petropolítica Una teoría de la gobernanza energética* (1ra ed.). Quito: FLACSO, Sede Ecuador. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/258048047_Petropolitica_Una_teor%C3%ADa_de_la_gobernanza_energetica
- GISS NASA. (2017). Global Mean Estimates based on Land and Ocean Data. Retrieved February 4, 2019, from <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/>
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (5ta ed.). México, D.F.: McGrawHill.
- Heres, D. (2015). *El cambio climático y la energía en América Latina. CEPAL, Naciones Unidas*. Santiago de Chile. Retrieved from https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39751/1/S1501198_es.pdf
- Hernández, L. (2008). América Latina : petróleo y conflicto Pasado y presente. *Ciencia Política*, 3(5), 114–142. Retrieved from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cienciapol/article/view/17035/17899>
- Hidalgo-Capitán, A., Guillén, A., & Deleg, N. (2014). *Antología del Pensamiento Indigenista Ecuatoriano sobre Sumak Kawsay* (1ra ed.). Huelva y Cuenca: FIUCUHU. Retrieved from <https://cpalsocial.org/documentos/25.pdf>
- Hotelling, H. (1931). The Economics of Exhaustible Resources. *Journal of Political Economy*, 39(2), 137–175. <https://doi.org/10.1007/BF02464433>
- IEA. (2006). World Energy Outlook 2006. *Outlook*, 600pp. <https://doi.org/10.1787/weo-2006-en>
- Iglesias, L., Ruperti, J., Macías, L., & Moreira, C. (2017). El cambio de la matriz energética en el Ecuador y su incidencia en el desarrollo social y económico de la población. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria.*, 3(2), 25–36. Retrieved from <http://186.46.158.26/ojs/index.php/mikarimin/article/view/695>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2014). *Uso y Acceso a las Energías Renovables en Territorios Rurales. Guía Metodológica*. San José,

C.R. Retrieved from <http://repiica.iica.int/B3661e/B3661e.pdf>

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2009). *Panorama Educativo de México. Indicadores del Sistema Educativo Nacional* (1ra ed.). México D.F.: Impresora y Encuadernadora Progreso, S.A. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/311734309_Panorama_Educativo_de_Mexico_2009_Indicadores_del_Sistema_Educativo_Nacional_Educacion_basica

IRENA. (2016). *Análisis del Mercado de energías Renovables: América Latina*.

IRENA. Abu Dabi. Retrieved from

http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Market_Analysis_Latin_America_summary_ES_2016.pdf

Jaimés, N., & Miguel, A. (2012). Petróleo: historia y perspectivas geopolíticas. *Aldea Mundo*, 17(34), 65–70. Retrieved from

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54335426006%0ACómo>

Laboratorio Nacional de Oak Ridge. (2017). Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita). Retrieved from

<https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC>

Lanteri, L. (2014). Determinantes De Los Precios Reales Del Petroleo Y Su Impacto Sobre Las Principales Variables Macroeconómicas: EU, España, Noruega y Argentina. *Economía: Teoría y Práctica - Nueva Época*, 41, 45–70. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/etp/n41/n41a3.pdf>

López, C., Iñesta, J., & García, P. (2002). *El Petróleo. El Recorrido de la Energía*.

(E.i.S.E. Domènech S.A., Ed.) (1ra ed.). Madrid: Tallers Gràfics Soles S.A.

Retrieved from <https://www.fenercom.com/pdf/aula/recorrido-de-la-energia-el-petroleo.pdf>

Martínez, A., Búrquez, A., & Calmus, T. (2012). Disyuntiva: impactos ambientales asociados a la construcción de presas. *Región y Sociedad*, (número especial 3), 289–307. Retrieved from

<http://www.scielo.org.mx/pdf/regsoc/v24nspe3/v24nspe3a10.pdf>

Martínez, C. (2002). *Estadística y Muestreo*. (Ecoe Ediciones, Ed.) (11ava ed.).

Bogotá, D.C.: Quebecor World Bogotá S.A.

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2015). *Proyectos de Energía Renovable en el Ecuador*. Quito, Ecuador. Retrieved from <https://docplayer.es/9841578-Proyectos-de-energia-renovable-en-el-ecuador.html>

Ministerio de Energía y Minas. (2017). *Anuario minero 2017 (Perú)* (1ra ed.). Lima: MINEM. Retrieved from <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/112024-anuario-minero-2017>

Ministerio de Energía y Minas. (2016a). *Anuario Ejecutivo de Electricidad 2016*. Lima. Retrieved from https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/98809/publicacion-MINAS_Anuario_Ejecutivo_de_Electricidad_2016_OK-z6zj1414z34.pdf

Ministerio de Energía y Minas. (2016b). *Libro Anual de Recursos de Hidrocarburos*. Lima: MINEM. Retrieved from <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Hidrocarburos/publicaciones/LR2016.pdf>

Noriega, F. (1962). *Historia de la industria del petróleo en el Perú desde sus comienzos hasta la fecha*. Lima. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.036>

Ñustes, W., & Rivera, S. (2017). Colombia: Territorio De Inversión En Fuentes No Convencionales De Energía Renovable Para La Generación Eléctrica. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 17(1), 37–48. <https://doi.org/10.19053/1900771X.v17.n1.2017.5954>

OPEC Secretariat. (2008). *What is OPEC?* Vienna, Austria. Retrieved from <https://web.archive.org/web/20081112235828/http://www.opec.org/library/what-is-OPEC/whatisOPEC.pdf>

Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC). (2017). *Annual Statistical Bulletin 2017. The American Economy: Essays and Primary Source Documents*. Vienna, Austria. <https://doi.org/ISSN 0475-0608>

Osinermin. (2015). *La industria de los hidrocarburos líquidos en el Perú: 20 años*

- de aporte al desarrollo del país* (1ra ed.). (J. Tamayo, J. Jácome, Vázquez Arturo, & R. (ed. . De la Cruz, Eds.). Magdalena del Mar, Lima, Perú. Retrieved from http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro-industria-hidrocarburos-liquidos-Peru.pdf
- Osinergmin. (2016). *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país*. (J. Tamayo, J. Jácome, V. Arturo, & R. (ed. . De la Cruz, Eds.) (1ra ed.). Magdalena del Mar, Lima, Perú. <https://doi.org/978-612-47350-0-4>
- Osinergmin. (2017). *La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones del Cambio Climático*. (A. Vásquez, J. Tamayo, & J. Jácome, Eds.) (1ra ed.). Magdalena del Mar, Lima, Perú: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.
- Patiño, L. (2016). *Relación entre Energía, Emisiones de CO2 y PIB per cápita en Colombia*. Universidad Autónoma de Barcelona. Retrieved from http://pagines.uab.cat/applieconomics/sites/pagines.uab.cat/applieconomics/files/Patiño, I._paper.pdf
- Perilla, J. (2010). El impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento en Colombia. *Revista de Economía Del Rosario*, 13(1), 75–116. Retrieved from <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/economia/article/view/1631>
- Petroamazonas EP. (2014). *Bloque 31. Nuestro compromiso con la biodiversidad*. Quito, Ecuador.
- Petroamazonas EP. (2019). Nuestra Responsabilidad con la Calidad. Retrieved from <https://www.petroamazonas.gob.ec/?p=154>
- Power, G. (2009). El Calentamiento global y las emisiones de carbono. *Ingeniería Industrial*, 27, 101–122. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337428493007.pdf>
- REN21 Secretariat. (2018). *Renewables 2018. Global Status Report* (1ra ed.). Paris, France: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. <https://doi.org/978-3-9818911-3-3>

- Rentería, V., Toledo, E., Bravo, D., & Ochoa, D. (2016). Relación entre Emisiones Contaminantes, Crecimiento Económico y Consumo de Energía. El caso de Ecuador 1971-2010. *Revista Politécnica*, 38(1), 7. Retrieved from http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen38/Relacion_entre_Emisiones_Contaminantes_Crecimiento_Economico_y_Consumo_de_EnergiaEl_caso_de_Ecuador_1.pdf
- Rodríguez, L. (2019). *Construcción de Kernels y Funciones de Densidad de Probabilidad*. Departamento de Matemáticas, ESPOL. Guayaquil. Retrieved from https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/25019/1/CONSTRUCCION_DE_KERNELS_Y_FUNCIONES_DE_DENSIDAD_DE_PROBABILIDAD.pdf
- Rojas, D. M. (2015). La región andina en la geopolítica de los recursos estratégicos. *Análisis Político*, 83, 88–107. <https://doi.org/https://doi.org/10.15446/anpol.v28n83.51649>
- Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption, CO₂emissions and oil prices in the G7 countries. *Energy Economics*, 31(3), 456–462. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.12.010>
- Samuelson, P., & Nordhaus, W. (2010). *Economía* (18ava ed.). México: McGrawHill.
- Shah, I. H., Hiles, C., & Morley, B. (2018). How do oil prices, macroeconomic factors and policies affect the market for renewable energy? *Applied Energy*, 215(August 2017), 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.01.084>
- Solow, R. M. (1994). *La economía de los recursos o los recursos de la economía*. (M. T. Molina, Ed.), *De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica* (1ra ed.). Barcelona: ICARIA. Retrieved from <http://www.fuhem.es/media/ecosocial/file/actualidad/2011/solow.pdf>
- Squalli, J. (2007). Electricity consumption and economic growth: Bounds and causality analyses of OPEC members. *Energy Economics*, 29(6), 1192–1205. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2006.10.001>

- Umbarila, L. P., Alfonso, F. L., & Rivera, J. C. (2015). Importancia de las energías renovables en la seguridad energética y su relación con el crecimiento económico/Importance of renewable energies in the energy security and its relationship with economic growth/Importância das energias renováveis na segurança. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(2), 231. Retrieved from http://uppe.summon.serialssolutions.com/2.0.0/link/0/eLvHCXMwpV1JT8JAFB4VLibGJWpcMHmJ54JQSuFE0IBLiDEGz2ToDNCELnaR-HPUA_HgiZ_QP-Z7XVA5cPHWLfP6ZV7ffG_6FsbUSvFCWbIJtXpFN4ZVY6ipRKJVVUPegEuLMKo1UR5QrnL3Tu89NbrXVDWnlaXGpNOdWcnYdAvHoF3zEq5NuLjicq833WeF-kjR_9a0qc
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2018). *Boletín Estadístico de Minas y Energía 2018*. Bogotá. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Valle, J., & Jiménez, C. (2017). Política pública para el sector hidroeléctrico: análisis prospectivo al año 2030. *Yura: Relaciones Internacionales*, (11), 179–210.
- Vásquez, H. (2012). La historia del petróleo en Colombia. *Revista Universidad EAFIT*, 30(93), 99–109. Retrieved from <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1418>
- Vaughan, A. (2014). Ecuador signs permits for oil drilling in Amazon's Yasuni national park. *The Guardian*, 2014–2015. Retrieved from <http://www.theguardian.com/environment/2014/may/23/ecuador-amazon-yasuni-national-park-oil-drill>
- World Wildlife Fund. (2011). *El Informe de la Energía Renovable. 100% de Energía Renovable para el año 2050*. México D.F. Retrieved from http://awsassets.panda.org/downloads/informe_energia_renovable_2010_esp_final_opt.pdf
- Zaman, K., Abdullah, A. Bin, Khan, A., Nasir, M. R. B. M., Hamzah, T. A. A. T., & Hussain, S. (2016). Dynamic linkages among energy consumption, environment, health and wealth in BRICS countries: Green growth key to

sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, 1263–1271. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.010>

Anexos

Anexo 1.- Ficha de observación para Ecuador

Trimestre	PIB real per cápita USD a precios constantes de 2010	Emisiones de CO2 per cápita (toneladas métricas)	Precios del barril del petróleo (promedio simple, Brent, WTI, Fateh)	Consumo de energías renovables (% del total del consumo final de energía)
1990.1	3730,822	1,512681	36,3747	24,159
1990.2	3712,354	1,781033	29,5675	24,11275
1990.3	3711,552	1,671096	48,1182	24,16807
1990.4	3729,019	1,622669	58,1105	24,35437
1991.1	3766,454	1,821496	37,0951	24,71786
1991.2	3790,12	1,391936	34,2215	24,64097
1991.3	3802,03	2,103983	36,2968	24,13557
1991.4	3803,431	0,990911	37,1488	23,15799
1992.1	3794,89	2,661909	32,7537	21,6033
1992.2	3786,454	1,556297	36,8551	20,70079
1992.3	3778,008	2,254757	37,45	20,355
1992.4	3769,402	1,85186	35,4942	20,54235
1993.1	3760,444	2,014303	33,6549	21,30816
1993.2	3760,627	2,341903	33,6639	21,70629
1993.3	3770,231	1,472071	30,3053	21,80905
1993.4	3790,083	3,013079	27,9988	21,65043
1994.1	3821,609	0,568854	25,9897	21,23043
1994.2	3842,827	1,845735	30,4769	20,9203
1994.3	3855,179	1,546294	31,9493	20,70019
1994.4	3859,522	0,91645	31,1323	20,56175
1995.1	3856,184	2,574602	32,3144	20,50708
1995.2	3851,541	1,469007	34,082	20,4201
1995.3	3845,294	2,194999	30,8053	20,30932
1995.4	3837,011	1,747608	31,8197	20,18001
1996.1	3826,099	1,992916	34,2855	20,03493
1996.2	3824,473	2,105894	36,4483	19,69477
1996.3	3831,882	1,62941	38,6478	19,13473
1996.4	3848,597	2,55397	43,2306	18,30142
1997.1	3875,432	1,056635	39,4919	17,10595
1997.2	3902,363	1,97859	34,6787	16,431
1997.3	3930,763	1,510159	34,9913	16,20789
1997.4	3962,066	1,613334	35,3418	16,42633
1998.1	3997,845	1,879031	26,4802	17,13302

1998.2	3999,856	1,797381	24,86	17,78676
1998.3	3967,791	1,728821	24,3879	18,49035
1998.4	3899,202	1,980688	22,2433	19,35287
1999.1	3789,347	1,531697	21,8144	20,50387
1999.2	3714,736	1,898392	30,055	21,1404
1999.3	3670,185	1,585378	38,3571	21,36248
1999.4	3652,331	1,919444	44,6748	21,21637
2000.1	3659,432	1,543067	49,8553	20,70055
2000.2	3670,068	1,72335	50,1694	20,24769
2000.3	3684,188	1,743461	56,0119	19,81631
2000.4	3701,92	1,552547	55,6002	19,36757
2001.1	3723,582	1,976787	48,8055	18,86025
2001.2	3746,48	1,628704	50,1192	18,49988
2001.3	3771,183	1,98922	47,2997	18,25641
2001.4	3798,334	1,599627	36,2218	18,11479
2002.1	3828,692	2,115579	39,2684	18,07303
2002.2	3848,611	1,710343	47,3088	18,04395
2002.3	3858,332	2,106948	50,5307	18,03985
2002.4	3857,433	1,701815	50,1333	18,07613
2003.1	3844,799	2,22	58,6883	18,17331
2003.2	3857,195	1,840541	49,6193	18,12794
2003.3	3894,258	2,184395	53,2121	17,94972
2003.4	3957,116	1,871821	55,0516	17,63097
2004.1	4048,459	2,24864	60,1411	17,14573
2004.2	4119,781	2,035306	66,7241	16,51796
2004.3	4174,226	2,168224	75,8377	15,68143
2004.4	4213,857	2,147997	79,6698	14,54276
2005.1	4239,788	2,112045	86,3181	12,96933
2005.2	4268,646	2,250628	95,2483	12,06169
2005.3	4300,808	2,044517	112,4211	11,71686
2005.4	4336,819	2,406275	106,0125	11,90459
2006.1	4377,43	1,892897	114,5033	12,66339
2006.2	4403,121	2,201684	128,1974	13,06126
2006.3	4413,934	2,111928	129,1328	13,16365
2006.4	4408,953	2,058199	110,8417	12,99767
2007.1	4386,254	2,326774	107,4821	12,55552
2007.2	4391,938	2,14366	124,2942	12,4736
2007.3	4424,669	2,334565	137,9324	12,75475
2007.4	4484,749	2,174154	164,4228	13,44867
2008.1	4574,136	2,396367	178,8963	14,65835
2008.2	4629,327	2,265852	227,2549	15,27464
2008.3	4651,909	2,394926	217,3403	15,39021

2008.4	4641,415	2,319776	105,097	15,03281
2009.1	4595,3	2,425396	83,1004	14,16884
2009.2	4569,706	2,441553	111,2709	13,51024
2009.3	4561,084	2,376748	128,265	12,98416
2009.4	4566,898	2,57672	141,9639	12,53477
2010.1	4585,471	2,289547	144,7627	12,11604
2010.2	4621,468	2,539563	146,9091	11,94673
2010.3	4675,008	2,369605	141,8716	12,01678
2010.4	4747,262	2,566731	160,6036	12,347
2011.1	4840,522	2,395739	187,5988	12,99173
2011.2	4917,806	2,630174	207,2646	13,36421
2011.3	4981,648	2,382447	194,3321	13,52398
2011.4	5033,715	2,767285	194,4195	13,50294
2012.1	5074,912	2,275342	211,9098	13,30944
2012.2	5117,404	2,614799	193,8869	13,1527
2012.3	5161,433	2,467108	193,7254	13,02324
2012.4	5207,301	2,536731	192,2676	12,91501
2013.1	5255,39	2,62745	198,0657	12,82455
2013.2	5296,974	2,569429	186,9568	12,72991
2013.3	5332,101	2,698657	201,8137	12,62913
2013.4	5360,383	2,575221	196,821	12,51934
2014.1	5380,973	2,809053	195,161	12,39634
2014.2	5408,744	2,675256	200,0325	12,27861
2014.3	5442,749	2,829216	188,907	12,16068
2014.4	5482,389	2,733284	140,2129	12,03692

Fuente: Banco Mundial y Fondo Monetario Internacional

Elaborador por: Nubia Vinuesa B.

Anexo 2.- Ficha de observación para Colombia

Trimestre	PIB real per cápita USD a precios constantes de 2010	Emisiones de CO2 per cápita (toneladas métricas)	Precios del barril del petróleo (promedio simple, Brent, WTI, Fateh)	Consumo de energías renovables (% del total del consumo final de energía)
1990.1	4337,161	1,720304	36,3747	38,25927
1990.2	4322,835	1,682648	29,5675	38,31254
1990.3	4312,791	1,654543	48,1182	38,27435
1990.4	4306,934	1,634608	58,1105	38,15863
1991.1	4305,224	1,622311	37,0951	37,97296
1991.2	4317,001	1,621938	34,2215	37,522
1991.3	4342,457	1,634998	36,2968	36,78631
1991.4	4381,969	1,664412	37,1488	35,72364
1992.1	4436,109	1,714829	32,7537	34,26553
1992.2	4472,171	1,744903	36,8551	33,29449
1992.3	4490,658	1,759288	37,45	32,74898
1992.4	4491,807	1,760913	35,4942	32,60114
1993.1	4475,6	1,751298	33,6549	32,85452
1993.2	4478,054	1,753553	33,6639	33,07954
1993.3	4499,15	1,769199	30,3053	33,30905
1993.4	4539,125	1,801165	27,9988	33,57604
1994.1	4598,476	1,854109	25,9897	33,91632
1994.2	4654,176	1,866804	30,4769	34,06321
1994.3	4706,928	1,841761	31,9493	34,04258
1994.4	4757,387	1,777393	31,1323	33,86683
1995.1	4806,162	1,667841	32,3144	33,53581
1995.2	4839,603	1,596743	34,082	33,4631
1995.3	4858,058	1,557447	30,8053	33,65638
1995.4	4861,646	1,546695	31,8197	34,14432
1996.1	4850,266	1,564271	34,2855	34,97881
1996.2	4850,504	1,580577	36,4483	34,83822
1996.3	4862,191	1,598243	38,6478	33,72411
1996.4	4885,311	1,620014	43,2306	31,56045
1997.1	4920,004	1,649043	39,4919	28,18756
1997.2	4946,309	1,671355	34,6787	25,95838
1997.3	4964,389	1,690094	34,9913	24,70767
1997.4	4974,284	1,707985	35,3418	24,34779
1998.1	4975,902	1,727628	26,4802	24,86176
1998.2	4948,455	1,717644	24,86	25,46723

1998.3	4891,295	1,677562	24,3879	26,22362
1998.4	4803,341	1,603634	22,2433	27,20213
1999.1	4683,059	1,488433	21,8144	28,49146
1999.2	4614,091	1,417833	30,055	29,23384
1999.3	4595,157	1,384699	38,3571	29,49881
1999.4	4625,685	1,385897	44,6748	29,31778
2000.1	4705,803	1,421959	49,8553	28,68651
2000.2	4761	1,440076	50,1694	28,18399
2000.3	4791,741	1,442537	56,0119	27,78003
2000.4	4798,127	1,429909	55,6002	27,45212
2001.1	4779,902	1,401101	48,8055	27,18362
2001.2	4770,878	1,379322	50,1192	27,09227
2001.3	4770,56	1,362426	47,2997	27,17987
2001.4	4778,563	1,348762	36,2218	27,46225
2002.1	4794,614	1,33699	39,2684	27,97055
2002.2	4813,586	1,333141	47,3088	28,47572
2002.3	4835,344	1,336866	50,5307	29,02626
2002.4	4859,783	1,3486	50,1333	29,67407
2003.1	4886,827	1,369607	58,6883	30,4786
2003.2	4921,263	1,374976	49,6193	30,86708
2003.3	4963,14	1,365218	53,2121	30,878
2003.4	5012,602	1,33918	55,0516	30,5196
2004.1	5069,894	1,293921	60,1411	29,7706
2004.2	5120,732	1,274727	66,7241	29,24462
2004.3	5165,359	1,279328	75,8377	28,90667
2004.4	5203,922	1,307983	79,6698	28,73655
2005.1	5236,468	1,363509	86,3181	28,72719
2005.2	5279,67	1,401766	95,2483	28,72001
2005.3	5333,623	1,426539	112,4211	28,72054
2005.4	5398,567	1,440127	106,0125	28,73474
2006.1	5474,891	1,443588	114,5033	28,76949
2006.2	5553,869	1,442237	128,1974	28,86083
2006.3	5636,072	1,435458	129,1328	29,0214
2006.4	5722,107	1,422013	110,8417	29,26916
2007.1	5812,627	1,399916	107,4821	29,62879
2007.2	5887,686	1,394315	124,2942	29,77878
2007.3	5947,759	1,404001	137,9324	29,73566
2007.4	5993,098	1,429376	164,4228	29,50047
2008.1	6023,73	1,472501	178,8963	29,05877
2008.2	6045,904	1,505957	227,2549	28,84704
2008.3	6059,296	1,532607	217,3403	28,85234
2008.4	6063,448	1,554549	105,097	29,07881

2009.1	6057,756	1,573338	83,1004	29,54797
2009.2	6063,984	1,590973	111,2709	29,73156
2009.3	6081,539	1,608479	128,265	29,64734
2009.4	6109,983	1,626832	141,9639	29,29157
2010.1	6149,024	1,647068	144,7627	28,63878
2010.2	6205,225	1,659803	146,9091	28,11374
2010.3	6278,675	1,665401	141,8716	27,67713
2010.4	6369,697	1,663421	160,6036	27,29649
2011.1	6478,859	1,652571	187,5988	26,94359
2011.2	6567,712	1,647647	207,2646	26,74344
2011.3	6636,773	1,646974	194,3321	26,68181
2011.4	6686,265	1,649302	194,4195	26,7553
2012.1	6716,119	1,653667	211,9098	26,97107
2012.2	6757,51	1,675381	193,8869	26,92991
2012.3	6810,234	1,715503	193,7254	26,62949
2012.4	6874,24	1,777043	192,2676	26,04669
2013.1	6949,63	1,865285	198,0657	25,13575
2013.2	7020,269	1,910415	186,9568	24,52735
2013.3	7086,334	1,915883	201,8137	24,17332
2013.4	7147,928	1,880829	196,821	24,04554
2014.1	7205,076	1,799995	195,161	24,13369
2014.2	7262,607	1,754402	200,0325	24,28583
2014.3	7320,471	1,737589	188,907	24,51353
2014.4	7378,612	1,746162	140,2129	24,83419

Fuente: Banco Mundial y Fondo Monetario Internacional

Elaborador por: Nubia Vinuesa B.

Anexo 3.- Ficha de observación para Perú

Trimestre	PIB real per cápita USD a precios constantes de 2010	Emisiones de CO2 per cápita (toneladas métricas)	Precios del barril del petróleo (promedio simple, Brent, WTI, Fateh)	Consumo de energías renovables (% del total del consumo final de energía)
1990.1	2676,986	0,978838	36,3747	39,13874
1990.2	2677,027	0,971522	29,5675	39,27927
1990.3	2679,956	0,962147	48,1182	39,4906
1990.4	2685,771	0,948933	58,1105	39,7947
1991.1	2694,509	0,92887	37,0951	40,21971
1991.2	2693,59	0,915162	34,2215	40,26408
1991.3	2682,907	0,904475	36,2968	39,93869
1991.4	2662,165	0,894282	37,1488	39,22997
1992.1	2630,877	0,882115	32,7537	38,09893
1992.2	2612,428	0,883007	36,8551	37,34868
1992.3	2606,348	0,897608	37,45	36,93748
1992.4	2612,382	0,930557	35,4942	36,846
1993.1	2630,483	0,991858	33,6549	37,0761
1993.2	2665,101	1,023051	33,6639	37,16343
1993.3	2716,685	1,03344	30,3053	37,12165
1993.4	2785,981	1,026056	27,9988	36,95587
1994.1	2874,045	0,998554	25,9897	36,66299
1994.2	2949,494	0,984529	30,4769	36,26472
1994.3	3013,474	0,979485	31,9493	35,74252
1994.4	3066,91	0,981505	31,1323	35,06967
1995.1	3110,524	0,990689	32,3144	34,20943
1995.2	3139,963	0,995281	34,082	33,51307
1995.3	3155,491	0,995965	30,8053	32,94231
1995.4	3157,11	0,992176	31,8197	32,46713
1996.1	3144,558	0,981925	34,2855	32,06387
1996.2	3151,983	0,98406	36,4483	31,76811
1996.3	3179,206	0,998178	38,6478	31,56802
1996.4	3226,396	1,027351	43,2306	31,45814
1997.1	3294,072	1,079038	39,4919	31,43892
1997.2	3334,811	1,1077	34,6787	31,54338
1997.3	3348,993	1,120466	34,9913	31,78617
1997.4	3336,506	1,119651	35,3418	32,19108
1998.1	3296,741	1,10344	26,4802	32,79266
1998.2	3269,2	1,098366	24,86	32,98548

1998.3	3252,98	1,101172	24,3879	32,79002
1998.4	3247,372	1,110853	22,2433	32,20101
1999.1	3251,847	1,128363	21,8144	31,18713
1999.2	3260,443	1,142443	30,055	30,59209
1999.3	3272,868	1,155175	38,3571	30,38414
1999.4	3288,886	1,168153	44,6748	30,55716
2000.1	3308,317	1,182953	49,8553	31,13025
2000.2	3317,261	1,184743	50,1694	31,74466
2000.3	3315,387	1,171597	56,0119	32,4487
2000.4	3302,155	1,137056	55,6002	33,29661
2001.1	3276,811	1,068211	48,8055	34,35214
2001.2	3271,15	1,033169	50,1192	34,94918
2001.3	3284,532	1,018696	47,2997	35,13484
2001.4	3316,65	1,017582	36,2218	34,92901
2002.1	3367,527	1,026503	39,2684	34,3256
2002.2	3409,688	1,029643	47,3088	34,02461
2002.3	3443,315	1,024764	50,5307	34,01366
2002.4	3468,423	1,007155	50,1333	34,29954
2003.1	3484,863	0,968229	58,6883	34,90872
2003.2	3505,722	0,959455	49,6193	35,10807
2003.3	3530,751	0,974694	53,2121	34,91829
2003.4	3559,764	1,014862	55,0516	34,33431
2004.1	3592,638	1,088201	60,1411	33,32494
2004.2	3628,488	1,143871	66,7241	32,65063
2004.3	3667,292	1,194545	75,8377	32,27419
2004.4	3709,07	1,25132	79,6698	32,17815
2005.1	3753,884	1,327017	86,3181	32,36359
2005.2	3802,711	1,36237	95,2483	32,57408
2005.3	3855,72	1,363652	112,4211	32,83097
2005.4	3913,144	1,326918	106,0125	33,15871
2006.1	3975,285	1,236827	114,5033	33,58639
2006.2	4037,752	1,209983	128,1974	33,8627
2006.3	4100,918	1,23381	129,1328	34,01331
2006.4	4165,154	1,310708	110,8417	34,05558
2007.1	4230,841	1,458773	107,4821	33,99967
2007.2	4309,624	1,534619	124,2942	33,34832
2007.3	4402,126	1,555847	137,9324	32,06574
2007.4	4509,205	1,523734	164,4228	30,07432
2008.1	4631,975	1,4236	178,8963	27,24953
2008.2	4709,332	1,392562	227,2549	25,55243
2008.3	4741,827	1,416084	217,3403	24,87795
2008.4	4729,186	1,495766	105,097	25,18872

2009.1	4670,306	1,649819	83,1004	26,51262
2009.2	4657,387	1,752925	111,2709	27,62198
2009.3	4689,298	1,830083	128,265	28,59756
2009.4	4765,71	1,898486	141,9639	29,51122
2010.1	4887,089	1,972635	144,7627	30,43073
2010.2	4989,38	1,998156	146,9091	30,92759
2010.3	5073,495	1,976622	141,8716	31,04194
2010.4	5140,008	1,895522	160,6036	30,78858
2011.1	5189,162	1,724547	187,5988	30,15794
2011.2	5241,551	1,646383	207,2646	29,67307
2011.3	5297,141	1,631417	194,3321	29,30905
2011.4	5355,941	1,668737	194,4195	29,04897
2012.1	5418,008	1,762888	211,9098	28,88276
2012.2	5483,769	1,821248	193,8869	28,57224
2012.3	5553,385	1,854441	193,7254	28,104
2012.4	5627,074	1,865521	192,2676	27,45418
2013.1	5705,122	1,850877	198,0657	26,58687
2013.2	5760,723	1,855143	186,9568	26,01229
2013.3	5793,809	1,872504	201,8137	25,6995
2013.4	5803,895	1,900949	196,821	25,63489
2014.1	5790,062	1,941676	195,161	25,82129
2014.2	5799,024	1,9772	200,0325	25,95823
2014.3	5829,823	2,010644	188,907	26,06185
2014.4	5881,885	2,044424	140,2129	26,14609

Fuente: Banco Mundial y Fondo Monetario Internacional

Elaborador por: Nubia Vinueza B.

Anexo 4.- Tabla del Consumo de Energía Renovable de los tres países andinos.

Trimestre	Ecuador	Colombia	Perú
1990.1	24,159	38,25927	39,13874
1990.2	24,11275	38,31254	39,27927
1990.3	24,16807	38,27435	39,4906
1990.4	24,35437	38,15863	39,7947
1991.1	24,71786	37,97296	40,21971
1991.2	24,64097	37,522	40,26408
1991.3	24,13557	36,78631	39,93869
1991.4	23,15799	35,72364	39,22997
1992.1	21,6033	34,26553	38,09893
1992.2	20,70079	33,29449	37,34868
1992.3	20,355	32,74898	36,93748
1992.4	20,54235	32,60114	36,846
1993.1	21,30816	32,85452	37,0761
1993.2	21,70629	33,07954	37,16343
1993.3	21,80905	33,30905	37,12165
1993.4	21,65043	33,57604	36,95587
1994.1	21,23043	33,91632	36,66299
1994.2	20,9203	34,06321	36,26472
1994.3	20,70019	34,04258	35,74252
1994.4	20,56175	33,86683	35,06967
1995.1	20,50708	33,53581	34,20943
1995.2	20,4201	33,4631	33,51307
1995.3	20,30932	33,65638	32,94231
1995.4	20,18001	34,14432	32,46713
1996.1	20,03493	34,97881	32,06387
1996.2	19,69477	34,83822	31,76811
1996.3	19,13473	33,72411	31,56802
1996.4	18,30142	31,56045	31,45814
1997.1	17,10595	28,18756	31,43892
1997.2	16,431	25,95838	31,54338
1997.3	16,20789	24,70767	31,78617
1997.4	16,42633	24,34779	32,19108
1998.1	17,13302	24,86176	32,79266
1998.2	17,78676	25,46723	32,98548
1998.3	18,49035	26,22362	32,79002
1998.4	19,35287	27,20213	32,20101
1999.1	20,50387	28,49146	31,18713
1999.2	21,1404	29,23384	30,59209
1999.3	21,36248	29,49881	30,38414

1999.4	21,21637	29,31778	30,55716
2000.1	20,70055	28,68651	31,13025
2000.2	20,24769	28,18399	31,74466
2000.3	19,81631	27,78003	32,4487
2000.4	19,36757	27,45212	33,29661
2001.1	18,86025	27,18362	34,35214
2001.2	18,49988	27,09227	34,94918
2001.3	18,25641	27,17987	35,13484
2001.4	18,11479	27,46225	34,92901
2002.1	18,07303	27,97055	34,3256
2002.2	18,04395	28,47572	34,02461
2002.3	18,03985	29,02626	34,01366
2002.4	18,07613	29,67407	34,29954
2003.1	18,17331	30,4786	34,90872
2003.2	18,12794	30,86708	35,10807
2003.3	17,94972	30,878	34,91829
2003.4	17,63097	30,5196	34,33431
2004.1	17,14573	29,7706	33,32494
2004.2	16,51796	29,24462	32,65063
2004.3	15,68143	28,90667	32,27419
2004.4	14,54276	28,73655	32,17815
2005.1	12,96933	28,72719	32,36359
2005.2	12,06169	28,72001	32,57408
2005.3	11,71686	28,72054	32,83097
2005.4	11,90459	28,73474	33,15871
2006.1	12,66339	28,76949	33,58639
2006.2	13,06126	28,86083	33,8627
2006.3	13,16365	29,0214	34,01331
2006.4	12,99767	29,26916	34,05558
2007.1	12,55552	29,62879	33,99967
2007.2	12,4736	29,77878	33,34832
2007.3	12,75475	29,73566	32,06574
2007.4	13,44867	29,50047	30,07432
2008.1	14,65835	29,05877	27,24953
2008.2	15,27464	28,84704	25,55243
2008.3	15,39021	28,85234	24,87795
2008.4	15,03281	29,07881	25,18872
2009.1	14,16884	29,54797	26,51262
2009.2	13,51024	29,73156	27,62198
2009.3	12,98416	29,64734	28,59756
2009.4	12,53477	29,29157	29,51122
2010.1	12,11604	28,63878	30,43073

2010.2	11,94673	28,11374	30,92759
2010.3	12,01678	27,67713	31,04194
2010.4	12,347	27,29649	30,78858
2011.1	12,99173	26,94359	30,15794
2011.2	13,36421	26,74344	29,67307
2011.3	13,52398	26,68181	29,30905
2011.4	13,50294	26,7553	29,04897
2012.1	13,30944	26,97107	28,88276
2012.2	13,1527	26,92991	28,57224
2012.3	13,02324	26,62949	28,104
2012.4	12,91501	26,04669	27,45418
2013.1	12,82455	25,13575	26,58687
2013.2	12,72991	24,52735	26,01229
2013.3	12,62913	24,17332	25,6995
2013.4	12,51934	24,04554	25,63489
2014.1	12,39634	24,13369	25,82129
2014.2	12,27861	24,28583	25,95823
2014.3	12,16068	24,51353	26,06185
2014.4	12,03692	24,83419	26,14609

Fuente: Banco Mundial y Fondo Monetario Internacional

Elaborador por: Nubia Vinueza B.

Anexo 5.- Tabla del Consumo de Energía Renovable Datos Mundiales.

Trimestre	Consumo Mundial
1990.1	17,08185
1990.2	17,05841
1990.3	17,05544
1990.4	17,07292
1991.1	17,11113
1991.2	17,17099
1991.3	17,25342
1991.4	17,35974
1992.1	17,4916
1992.2	17,58081
1992.3	17,62875
1992.4	17,63618
1993.1	17,60324
1993.2	17,58823
1993.3	17,59092
1993.4	17,61136
1994.1	17,64987
1994.2	17,68223
1994.3	17,70894
1994.4	17,73041
1995.1	17,74698
1995.2	17,75689
1995.3	17,76029
1995.4	17,75722
1996.1	17,74764
1996.2	17,74153
1996.3	17,73877
1996.4	17,73933
1997.1	17,74321
1997.2	17,7547
1997.3	17,77398
1997.4	17,80133
1998.1	17,83717
1998.2	17,88463
1998.3	17,94442
1998.4	18,01747
1999.1	18,10489
1999.2	18,14956
1999.3	18,15218

1999.4	18,11274
2000.1	18,03062
2000.2	17,94596
2000.3	17,85741
2000.4	17,76357
2001.1	17,66295
2001.2	17,59859
2001.3	17,56945
2001.4	17,57504
2002.1	17,61543
2002.2	17,63268
2002.3	17,62703
2002.4	17,59835
2003.1	17,54614
2003.2	17,48099
2003.3	17,40184
2003.4	17,30741
2004.1	17,19619
2004.2	17,11275
2004.3	17,05574
2004.4	17,02424
2005.1	17,01769
2005.2	17,02532
2005.3	17,04718
2005.4	17,08358
2006.1	17,135
2006.2	17,15004
2006.3	17,12888
2006.4	17,07112
2007.1	16,9758
2007.2	16,91117
2007.3	16,87614
2007.4	16,87011
2008.1	16,89293
2008.2	16,95835
2008.3	17,06733
2008.4	17,2215
2009.1	17,42318
2009.2	17,5385
2009.3	17,56916
2009.4	17,51559
2010.1	17,37687

2010.2	17,2735
2010.3	17,2038
2010.4	17,1666
2011.1	17,16124
2011.2	17,17839
2011.3	17,21821
2011.4	17,28125
2012.1	17,3684
2012.2	17,44585
2012.3	17,51472
2012.4	17,57598
2013.1	17,63051
2013.2	17,67942
2013.3	17,72336
2013.4	17,76293
2014.1	17,79866
2014.2	17,84126
2014.3	17,89132
2014.4	17,9495

Fuente: Banco Mundial

Elaborador por: Nubia Vinueza B.

Anexo 6.- Modelo de Comprobación del supuesto dos para el segundo modelo de Ecuador.

```

gretl: modelo 2
Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX
Modelo 2: con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1990:1-2014:4
Variable dependiente: residuos_modelo_dos_ecuador

-----
                Coeficiente   Desv. Típica   Estadístico t   valor p
-----
const           6,81169e-011    1,37268        4,962e-011     1,0000
l_PIBrealpercApi~ -9,01926e-012    0,179868      -5,014e-011     1,0000
l_Preciosdelbarr~  1,89302e-012    0,0350600     5,399e-011     1,0000

Estadísticos basados en los datos ponderados:

Suma de cuad. residuos  315,1903   D.T. de la regresión   1,802605
R-cuadrado              0,000000   R-cuadrado corregido   -0,020619
F(2, 97)                0,000000   Valor p (de F)        1,000000
Log-verosimilitud      -199,2942   Criterio de Akaike     404,5883
Criterio de Schwarz    412,4039   Crit. de Hannan-Quinn  407,7514
rho                    0,927073   Durbin-Watson          0,123928

Estadísticos basados en los datos originales:

Media de la vble. dep. -0,013494   D.T. de la vble. dep.  0,109495
Suma de cuad. residuos  1,205145   D.T. de la regresión   0,111464

Contraste de normalidad de los residuos -
Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente
Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 0,259057
con valor p = 0,87851

```

Anexo 7.- Modelo de Comprobación del supuesto dos para el modelo de Colombia

gretl: modelo 2

Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX

Modelo 2: con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1990:1-2014:4 (T = 100)
Variable dependiente: residuos_modelo_colombia

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	7,43945e-010	0,377768	1,969e-09	1,0000
l_1_PIBrealperCA~	-3,54923e-010	0,186519	-1,903e-09	1,0000
l_1_EmisionesdeC~	1,51515e-011	0,00670603	2,259e-09	1,0000
l_1_Preciosdelba~	2,23103e-011	0,0199595	1,118e-09	1,0000

Estadísticos basados en los datos ponderados:

Suma de cuad. residuos	250,0403	D.T. de la regresión	1,613873
R-cuadrado	-0,000000	R-cuadrado corregido	-0,031250
F(3, 96)	-3,64e-15	Valor p (de F)	NA
Log-verosimilitud	-187,7165	Criterio de Akaike	383,4329
Criterio de Schwarz	393,8536	Crit. de Hannan-Quinn	387,6503
rho	0,916005	Durbin-Watson	0,169840

Estadísticos basados en los datos originales:

Media de la vble. dep.	-0,000532	D.T. de la vble. dep.	0,021919
Suma de cuad. residuos	0,047591	D.T. de la regresión	0,022265

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable l1 (l_1_PreciosdelbarrildelpetrAl)

Contraste de normalidad de los residuos -
Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente
Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 3,22138
con valor p = 0,199749

Anexo 8.- Modelo de Comprobación del supuesto dos para el modelo dos de Perú

gretl: modelo 9

Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX

Modelo 9: con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1990:1-2014:4 (T = 100)
Variable dependiente: residuos_modelo_dos_peru

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	-6,33975e-013	1,09972	-5,765e-013	1,0000
EmisionesdeCO2pe~	7,29244e-013	1,28566	5,672e-013	1,0000
Preciosdelbarril~	0,000000	0,00770707	-5,298e-013	1,0000

Estadísticos basados en los datos ponderados:

Suma de cuad. residuos	456,6566	D.T. de la regresión	2,169747
R-cuadrado	-0,000000	R-cuadrado corregido	-0,020619
F(2, 97)	-1,21e-14	Valor p (de F)	NA
Log-verosimilitud	-217,8319	Criterio de Akaike	441,6639
Criterio de Schwarz	449,4794	Crit. de Hannan-Quinn	444,8269
rho	0,948013	Durbin-Watson	0,089757

Estadísticos basados en los datos originales:

Media de la vble. dep.	-0,634810	D.T. de la vble. dep.	2,383444
Suma de cuad. residuos	602,6982	D.T. de la regresión	2,492666

Contraste de normalidad de los residuos -
Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente
Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 1,71677
con valor p = 0,423846