

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

**DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ORGANIZACIONALES Y
DESARROLLO HUMANO**

**MAESTRÍA DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN DE CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA**

**CONSUMO DE ENERGÍA COMO PROCESO DE DESARROLLO EN
LATINOAMÉRICA. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR
ENERGÉTICO POR SECTORES EN ECUADOR**

JENNIFER BORJA

jennifer.borja@epn.edu.ec

DIRECTOR

Ing. Andrés Robalino-López PhD.

andres.robalino@epn.edu.ec

Quito, 03 enero del 2022

Declaración

Yo, Jennifer Alexandra Borja Patiño, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

JENNIFER ALEXANDRA BORJA PATIÑO

Certificación

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jennifer Alexandra Borja Patiño,
bajo mi supervisión.

JORGE ANDRÉS ROBALINO LÓPEZ

Agradecimiento

Agradezco a la Escuela Politécnica Nacional institución que me brindo la oportunidad de realizar mi formación profesional de cuarto nivel, a mis profesores parte fundamental de la formación académica de calidad recibida, a mi tutor Ing. Andrés Robalino PhD, quien con sus conocimientos y paciencia supo guiar el presente trabajo a mis padres por todo el apoyo brindado y a un amigo muy especial que me acompañó en todo este camino siendo un soporte excepcional para el desarrollo de esta tesis.

Dedicatoria

Primeramente, a Dios por las bendiciones recibidas en mi vida.

A mi familia por el amor, el apoyo recibido en todos los momentos de mi vida; a mis padres pues sin ellos no habría podido llegar al lugar en el que me encuentro, a mi compañero de vida quien ha estado presente en cada momento y ha sido un gran apoyo en este camino, a mis hermanos por ser esos amigos que jamás han soltado mi mano brindándome palabras de aliento en todo momento y a mi pequeña sobrina ya que desde su llegada ha alegrado mi vida.

Además, a todas las personas que de una u otra forma pudieron estar presentes en este camino que me ha permitido alcanzar un peldaño más hacia el éxito profesional y personal.

Contenido

1.	Declaración	I
2.	Certificación.....	II
3.	Agradecimiento.....	III
4.	Dedicatoria.....	IV
5.	Contenido.....	V
6.	Resumen.....	VII
7.	Abstract	X
8.	Capítulo 1. Marco Referencial.....	- 1 -
1.1.	Introducción	- 1 -
1.2.	Justificación Metodológica	- 2 -
1.3.	Justificación Práctica	- 4 -
1.4.	Objetivo General	- 5 -
1.5.	Objetivos Específicos.....	- 5 -
1.6.	Hipótesis	- 5 -
1.7.	Marco Teórico.....	- 6 -
1.7.1.	Concepciones del desarrollo en el contexto latinoamericano.....	- 6 -
1.7.2.	El desarrollo vinculado al uso de la energía.....	- 8 -
1.7.3.	Contexto económico de América Latina.....	- 14 -
1.7.4.	Cuantificación de la energía.....	- 18 -
1.7.5.	Desarrollo sostenible.....	- 28 -
9.	Capítulo 2. Metodología	- 31 -
2.1.	Naturaleza de la Investigación.....	- 31 -
2.2.	Alcance de la Investigación	- 34 -
2.3.	Diseño de la Investigación	- 34 -

2.4.	Herramientas de Análisis y Recolección de Datos.....	- 34 -
2.5.	Definición de Grupos de Estudio.....	- 35 -
2.6.	Tratamiento Previo de los Datos.....	- 36 -
2.7.	Procesamiento de los Datos	- 38 -
2.8.	Procesamiento Metodológico para el Análisis de los Datos Cuantitativos	- 39 -
10.	Capítulo 3. Resultados	- 48 -
3.1.	Desarrollo Económico.....	- 49 -
3.1.1	Desarrollo económico en la CAN	- 49 -
3.1.2	Desarrollo económico en el MERCOSUR	- 51 -
3.2.	Consumo Energético	- 53 -
3.2.1.	Consumo energético del MERCOSUR.....	- 54 -
3.2.2.	PIB y Consumo energético en Bolivia	- 55 -
3.2.3.	PIB y Consumo energético en Colombia	- 57 -
3.2.4.	PIB y Consumo energético en Ecuador.....	- 59 -
3.2.5.	PIB y Consumo energético en Perú	- 61 -
3.2.5.	PIB y Consumo energético en Argentina.....	- 63 -
3.2.6.	PIB y Consumo energético en Brasil	- 65 -
3.2.7.	PIB y Consumo energético en Chile.....	- 67 -
3.2.8.	PIB y Consumo energético en Paraguay.....	- 69 -
3.2.9.	PIB y Consumo energético en Uruguay.....	- 71 -
3.3.	Emisiones de CO2 e Intensidad de carbono	- 73 -
3.4.	Consumidor Energético por Sectores en el Ecuador	- 76 -
3.4.1.	Contexto económico y energético del Ecuador	- 76 -
3.4.2.	Matriz energética del Ecuador	- 90 -
3.4.3.	Emisiones sectoriales	- 93 -

3.4.4.	Intensidad de carbono sectorial.....	- 94 -
3.5.	Consumo Energético Ecuador 2014-2018.....	- 96 -
3.5.1.	Análisis de la matriz productiva.....	- 96 -
3.5.2.	Consumo energético.....	- 99 -
3.5.3.	Intensidad energética sectorial.....	- 99 -
3.5.4.	Matriz energética general.....	- 100 -
3.5.5.	Matriz energética sectorial.....	- 101 -
3.5.6.	Emisiones de carbono sectoriales.....	- 105 -
3.5.7.	Intensidad de carbono sectorial.....	- 106 -
3.6.	Pruebas de Correlación de las Variables Desagregadas.....	- 108 -
3.7.	Pruebas de Cointegración Variables Desagregadas.....	111
3.8.	Análisis de Causalidad de Granger.....	115
3.9.	Planteamiento del Modelo de Dinámica de Sistemas Teórico y Empírico ..	118
11.	Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones.....	129
12.	Referencias Bibliográficas.....	136

Resumen

Es ampliamente conocido el nexo entre el consumo energético como un factor que estimula el desarrollo económico de los países traduciéndose este desarrollo en una mejor calidad de vida para los habitantes, la presente investigación tiene como finalidad estudiar el consumo de energía como proceso de desarrollo mediante análisis del comportamiento del consumidor energético por sectores en Latinoamérica en particular en Ecuador. Para alcanzar este objetivo se empezó con la descripción de los patrones históricos de consumo energético en el contexto de desarrollo de Latinoamérica y las tecnologías de cuantificación (metodologías e instrumentos) utilizados para su gestión, posteriormente se hizo un acercamiento para determinar el comportamiento de consumo energético por sectores en el contexto ecuatoriano y analizar la evolución temporal de las variables involucradas dentro comportamiento de consumo energético en cada sector económico identificado. Finalmente, se realiza un modelo bajo un enfoque sistémico del entendimiento de la dinámica de cada sector con la aplicación de estrategias de mejora en la gestión del consumo energético en el Ecuador.

El análisis contextual abarca nueve países; Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Uruguay agrupados en dos grupos económicos CAN y MERCOSUR, en un horizonte temporal de 1990-2018.

Para el análisis específico se toma en cuenta al Ecuador, mediante la medición de las variables en sus tres dimensiones: económica (PIB sectorial), energética (consumo energético sectorial) y ambiental (emisiones de CO₂ sectoriales); el total del estudio analiza 12 variables, 29 observaciones y un total de 348 medidas totales.

Se realizó un análisis de las series temporales tomando en cuenta tres dimensiones: el desarrollo económico, energético y ambiental; para el abordaje se utiliza una metodología mixta con el uso de las tecnologías de cuantificación como son el balance energético y la identidad

Kaya. Se realiza la cuantificación del fenómeno mediante el análisis de indicadores desglosados de forma sectorial; por otro lado, se aplicó análisis estadístico correlacional (de Pearson), pruebas de cointegración (ADF y MCE) y finalmente el análisis de causalidad de Granger para probar las relaciones de las principales variables identificadas del sistema. Los hallazgos de la investigación demuestran que las relaciones de causalidad son unidireccionales estableciéndose de la siguiente forma: consumo energético \rightarrow PIB, emisiones de CO₂ \rightarrow PIB para el sector de la industria; PIB \rightarrow consumo energético, consumo energético \rightarrow emisiones CO₂ para el sector de los servicios. Estos sectores son los más influyentes en el PIB del país y forman un bucle de refuerzo entre el PIB y las emisiones de CO₂, se evidencian diferencias particulares del modelo empírico frente al teórico, específicas para cada sector; es importante mencionar que el sector de la agricultura y el transporte no evidencian relaciones de causalidad aunque sí poseen relaciones de correlación y cointegración entre las variables estudiadas lo que indicaría que los valores pasados de las variables analizadas para este sector no son capaces de explicar su comportamiento actual por lo que se ha sugerido evaluar otras relaciones entre las variables; se reafirma el estado económico y ambiental en el que se encuentra el Ecuador; pues relaciones muestran claramente al Ecuador como una economía que se encuentra en la etapa inicial de la Curva de Kuznets Medioambiental, es decir el país sustenta su crecimiento en la degradación ambiental por el consumo de recursos naturales.

Finalmente, a través del entendimiento sistémico de este sistema complejo se propone ciertas estrategias de mejora sectoriales en la gestión del consumo energético tomando en cuenta las relaciones estadísticas de las variables; en cada sector de forma que el Ecuador pueda moverse hacia la consecución de un desarrollo sustentable, sin descuidar el desarrollo económico que es tomado como un proxy del bienestar para la población.

Palabras clave: consumo energético, desarrollo económico, emisiones CO₂, correlación, cointegración, causalidad, identidad Kaya.

Abstract

The nexus between energy consumption is widely known as a factor that stimulates the economic development of countries, translating this development into a better quality of life for the population, the purpose of this research is to study Energy Consumption as a Development

Process by analyzing the Behavior of the Energy Consumer by sectors in Latin America and in particular in Ecuador. To achieve this objective, it began with the description of the historical patterns of energy consumption in the context of development in Latin America and the quantification technologies (methodologies and instruments) used for their management, later an approach was made to determine the behavior of energy consumption by sectors in the Ecuadorian context and analyze the temporal evolution of the variables involved in the behavior of energy consumption in each identified economic sector. Finally, a model is made under a systemic approach to understand the dynamics of each sector with the application of improvement strategies in the management of energy consumption in Ecuador.

The contextual analysis covers nine countries; Argentina, Brazil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú and Uruguay grouped into two economic groups CAN and MERCOSUR, from 1990 to 2018.

For the specific analysis, Ecuador is taken into account, by measuring the variables in its three dimensions: economic (sectoral GDP), energy (sectoral energy consumption) and environmental (sectoral CO₂ emissions); The total of the study analyzes 12 variables, 29 observations and a total of 348 total measurements.

An analysis of the time series was carried out from, where a mixed methodology is used first the quantification technologies such as the energy balance and the Kaya identity and on the other hand, correlational statistical analysis of (Pearson), cointegration tests (ADF and MCE) and finally the Granger causality test were applied to check the relationships of the main variables identified in the system.

The research findings show that the causal relationships are unidirectional, establishing themselves as follows: energy consumption \rightarrow GDP, CO₂ emissions \rightarrow GDP for the industry sector; GDP \rightarrow energy consumption, energy consumption \rightarrow CO₂ emissions for the service sector. These sectors are the most influential in the country's GDP and form a reinforcing loop between GDP and CO₂ emissions. There are differences between the empirical versus the theoretical model, specific to each sector. It is important to mention that the agriculture and transport sectors don't show causal relationships, although they have correlation and cointegration relationships between the variables studied, which would indicate that the past values of the variables analyzed for this sector are not capable of explaining their behavior. current, so it has been suggested to evaluate other relationships between the variables; the economic and environmental status of Ecuador is reaffirmed; since relations clearly show Ecuador as an economy that is in the initial stage of the Environmental Kuznets Curve, that is, the country sustains its growth in environmental degradation due to the consumption of natural resources.

Finally, through the systemic understanding of this complex system, certain sectoral improvement strategies are proposed in the management of energy consumption, considering the statistical relationships of the variables; in each sector so that Ecuador can move towards the achievement of sustainable development, without neglecting the economic development that is taken as a proxy of well-being for the population.

Keywords: energy consumption, economic development, CO₂ emissions, correlation, cointegration, causality, Kaya identity

Capítulo 1. Marco Referencial

1.1. Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar el consumo de energía como proceso de desarrollo. “El desarrollo debe proporcionar a toda la población las oportunidades necesarias para vivir dignamente y ejercer una plena libertad” (Sen, 1998), el desarrollo es un fenómeno social que tiene diversas formas para ser analizado y comprendido, el desarrollo entendido como una premisa a alcanzar deja al descubierto una problemática real que enciende las alarmas de los diversos países respecto a la dirección de las políticas públicas que permitan alcanzarlo.

Los propósitos de desarrollo económico y social quedaron explícitamente reconocidos cuando se expresa que los pueblos de las Naciones Unidas estaban “decididos a promover el progreso y mejorar sus niveles de vida dentro de una libertad mayor”, “a emplear las instituciones internacionales para la promoción del avance económico y social de todos los pueblos”, “a lograr la cooperación internacional necesaria para resolver los problemas internacionales de orden económico, social, cultural o de carácter humanitario, y para promover y estimular el respeto a los derechos humanos y las libertades fundamentales de todos, sin distinción de raza, sexo, lengua o religión” (Sunkel, 1970). El desarrollo económico ha sido visto como un proceso de crecimiento que requería la reasignación sistemática de los factores de producción de una baja productividad, principalmente productores del sector primario con tecnologías tradicionales y rendimientos decrecientes, a actividades de alta productividad, modernas, cuya mayoría era del sector industrial con rendimientos crecientes (Adelman, 2002).

El desarrollo ha estado vinculado a diversos aspectos sobre todo a la disponibilidad, el uso y aprovechamiento de recursos (Adelman, 2002; Naranjo, 1992; Sunkel, 1970); es así que existe un vínculo inseparable entre desarrollo económico y consumo de energía, razón por la cual este vínculo ha sido bastante estudiado en las últimas décadas llegando a ser uno de los temas más importantes en economía energética (Bittencourt, 2012; Durusu-Ciftci et al., 2020; Gaies et al., 2019; Hao et al., 2018; Le, 2020; M. del P. Pablo-Romero & De Jesús, 2016; Sadorsky, 2010, 2011). Sin embargo, los resultados sobre la causalidad entre el consumo de energía y el crecimiento económico no son similares, lo que presumiblemente proviene de la selección de países, tiempo y métodos econométricos de cada país. (Le & Van, 2020)

1.2. Justificación Metodológica

La complejidad en el manejo del sector energético está vinculado a los diversos factores que en él se involucran tales como las preocupaciones sociales derivadas del acceso a la energía y los problemas vinculados a la falta de la misma (Bhattacharyya, 2006^a; Galvin & Sunikka-Blank, 2018; González-Eguino, 2015; Kanagawa & Nakata, 2008), las industrias que lo conforman y las características específicas que influyen en cada industria del sector de acuerdo con la región o país en el que se encuentre (Bohlmann & Inglesi-Lotz, 2018; Castro Verdezoto et al., 2019; Gaies et al., 2019; Yue et al., 2019).

Tomando en cuenta que la energía es un elemento importante para cualquier actividad económica es necesario comprender las metodologías de análisis del consumo energético, el análisis de la demanda de energía puede ser tratado a nivel agregado o a nivel desagregado. El análisis agregado de la demanda energética brinda un entendimiento general o global y ciertas directrices políticas, sin embargo este análisis es deficiente en capturar las características específicas de un sector o subsector mismas que si son posibles de apreciar si se realiza un análisis

desagregado de la demanda energética (Bhattacharyya, 2011). La demanda energética viene vinculada a todos los factores antes mencionados por lo que no es homogénea y es particular en cada región, los factores de comportamiento que los influencia varían de un sector a otro, de igual forma pueden variar las características tecnológicas de un uso entre sectores (Bhattacharyya & Timilsina, 2010). La demanda final de energía en el balance energético generalmente se divide en varios sectores; en el caso puntual del Ecuador se pueden identificar los siguientes sectores socioeconómicos: industria, transporte, residencial, comercial y servicio público, consumo propio, agro, pesca y minería finalmente el sector de otros. (MEER, 2017). Sin embargo, debido a las limitaciones de datos muchas veces se agrupan los sectores residenciales y comerciales e incluso el residencial, comercial y la agricultura para dar lugar al sector denominado “otro”. Dentro de cada sector se realiza una mayor desagregación para mejorar la homogeneidad en el comportamiento del consumo y la demanda (Bhattacharyya, 2011).

El Ecuador históricamente ha manejado una matriz energética centrada en el petróleo y las hidroeléctricas, desde el lado de la oferta, es decir la producción de energía primaria en el año 2016 el petróleo crudo representó el 87,60%, seguido de la hidroenergía con una participación del 5,34%, gas natural 4,57%, productos de caña 1,63%, leña 0,79% y otras primarias con el 0,54% constituidas por: los residuos sólidos urbanos, eólica, solar y aceite de piñón (MEER, 2017) . Los sectores de mayor demanda de energía son el transporte con 49%, seguido de la industria con el 16%, sector residencial 13%, comercial y servicio público 6%, agro, pesca minería 1% y otros sectores el 10%. En el año 2016, el petróleo fue la fuente de mayor utilización en los centros de transformación con el 65,26%, seguido de la hidroenergía con el 12,99%, es clara la influencia del petróleo en todos los sectores de demanda de energía debido a que pasa por todos los centros de

transformación para convertirse en productos energéticos con características de consumo (MEER, 2017).

Mediante esta investigación se pretende dar entendimiento al consumo de la energía de forma que en cada sector se pueda comprender los patrones de comportamiento (actividades realizadas, tecnologías de consumo, tipos de combustibles utilizados) que establecen la demanda energética. Lo anterior intentará responder la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo es el comportamiento del Consumidor Energético por sectores en Ecuador y su rol dentro del desarrollo del país? El análisis permitirá encontrar brechas e ineficiencias y sobre todo un entendimiento más profundo del sistema para poder realizar la propuesta de un modelo de gestión mejorado para el mismo.

1.3. Justificación Práctica

El Estado debe involucrarse en la planificación integral del sector energético, solo así podrá garantizarse la coordinación y sustentabilidad entre las múltiples interacciones de las políticas públicas con las decisiones privadas, el sector energético sigue constituyéndose en un sector estratégico y de capital para los países, puesto que se debe garantizar el suministro energético de un modo equilibrado y acorde a sus realidades de desarrollo y progreso social (OLADE, 2017b). Las implicaciones políticas en el sector energético son decisivas en el rumbo que los países toman y en los instrumentos a los que se les da prioridad, las evidencias demuestran que es necesario gestionar el consumo de energía como un medio para alcanzar el desarrollo, tomando en cuenta que existen diversos factores implicados en el consumo de la energía y que el rol del Estado es fundamental en la coordinación y asignación de los recursos; siendo necesario proveer de las herramientas (metodologías e instrumentos) necesarias a los decisores de políticas

públicas para que se pueda realizar una correcta aplicación de políticas alineadas al contexto del desarrollo del país.

1.4. Objetivo General

Estudiar el consumo de energía como proceso de desarrollo mediante análisis del comportamiento del consumidor energético por sectores en Ecuador.

1.5. Objetivos Específicos

- a) Describir los patrones históricos de consumo energético en el contexto de desarrollo de Latinoamérica y las tecnologías de cuantificación (metodologías e instrumentos) utilizados para su medición y gestión.
- b) Determinar el comportamiento actual de consumo energético por sectores en el contexto ecuatoriano.
- c) Analizar la evolución temporal de por lo menos los últimos 20 años disponibles de las variables involucradas dentro comportamiento de consumo energético por sectores en el contexto ecuatoriano.
- d) Modelar mediante dinámica de sistemas la aplicación de estrategias de mejora en la gestión del consumo energético en por lo menos un sector del Ecuador.

1.6. Hipótesis

Dada las características de la investigación propuesta se plantea la siguiente Hipótesis de trabajo¹ : “Un mejor entendimiento del comportamiento del consumo energético permite aplicar instrumentos de gestión mejor ajustados a los objetivos de desarrollo”

¹ Dentro del método mixto de investigación este tipo de hipótesis son generales, emergentes, flexibles y contextuales, que van afinándose, ya que se adaptan a los datos, primeros resultados y avatares del curso de la investigación (Hernandez-Sampieri R., Fernández C., & Baptista M, 2014). Las hipótesis de trabajo pueden ser uno de los resultados del estudio (Henderson S., 2009). Estas no necesariamente se prueban estadísticamente (Bogdan R. y Biklen S., 2014; Staller K, 2010., y Berg A., 2008).

1.7. Marco Teórico

1.7.1. Concepciones del desarrollo en el contexto latinoamericano.

La primera aproximación al concepto “desarrollo” nacería en la cuna de la postguerra posterior a sucesos que marcarían y cambiarían la posición de las potencias en el mundo, en este contexto mundial golpeado fuertemente por los efectos de la primera guerra mundial, evento que si bien no afectó el territorio latinoamericano lo dejó con una fuerte crisis económica debido a la caída en la demanda en los mercados internacionales de bienes de capital y materias primas, 1920 una época caracterizada por el desempleo, la inflación y desajustes económicos muy graves en la economía internacional, principalmente en Europa, y por el auge excepcional de la economía norteamericana; la década de 1930, signada por la gran depresión; y la de 1940, por la segunda guerra mundial (Sunkel, 1970), es muy notoria la existencia de un bajísimo nivel de vida presente en la mayoría de los países, además es bastante marcada la diferencia entre países industrializados y los que no lo son, se empezó a generar la preocupación por las regiones atrasadas del mundo, preocupaciones que se materializarían en las Naciones Unidas a través de la creación de las comisiones económicas regionales.

La creación de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en 1948 establece sus actividades dedicadas especialmente al estudio y a la búsqueda de soluciones a los problemas suscitados por el desajuste económico mundial en América Latina, era necesario la elevación de los niveles de vida en las áreas menos desarrolladas y será a través de esta comisión que se canalicen las futuras asistencias técnicas y ayuda financiera brinda por las Naciones Unidas. Es importante tomar en cuenta que de los cincuenta y un países que participaron en la creación de las Naciones Unidas en la Conferencia de San Francisco, sólo unos diez o doce podían considerarse países desarrollados e industrializados; de los restantes constituían una proporción

mayoritaria los latinoamericanos. La política económica en muchos países de América Latina respondía al convencimiento que los principios de elevación e igualación de los niveles de vida proclamados por las Naciones Unidas requería un esfuerzo deliberado de industrialización y de redistribución del ingreso (Sunkel, 1970), para este momento histórico se traduce la convicción de que las naciones rezagadas necesitarían de la industrialización, aplicación de técnicas modernas al esfuerzo productivo y al aprovechamiento de recursos ociosos si quiere obtener mejores niveles de vida, es necesario entonces un cambio en la estructura productiva que permita la aceleración del crecimiento económico y social.

Es necesaria la aclaración sistemática para saber qué entienden por desarrollo económico las diferentes escuelas de pensamiento, el concepto de desarrollo económico con el pensamiento de los clásicos se vincularía a la riqueza, este como indicador de la prosperidad o decadencia de las naciones; señalando que el aumento en la renta y de caudales es el incremento mismo de la riqueza nacional; luego con el aumento de esta riqueza se aumenta también naturalmente la escasez y la necesidad de hombres que viven de sus salarios y ambas cosas van por lo regular siempre juntas (A. Smith, 1848). En este pensamiento prima la idea de la libertad individual y el sistema descansa sobre la libre ocurrencia económica con principios liberales y no intervencionistas que tienden a la perfección por sí mismas.

Desde el pensamiento neoclásico se vinculó al desarrollo con términos como la evolución o lo que presupone implícitamente en su visión optimista del desarrollo capitalista involucrándose la importancia del avance técnico y la aplicación de nuevos métodos para el mejor aprovechamiento del potencial productivo; se resalta la importancia de las innovaciones técnicas en el proceso. Sin embargo, no se comparte la visión optimista y automática que le permitía suponer que en el adelanto técnico residía la causa fundamental del avance económico. Esta

escuela concentra su atención sobre el comportamiento de las unidades económicas individuales, y el papel que correspondía a los mercados y al sistema de precios como instrumento de asignación de los recursos productivos y de las remuneraciones a los factores productivos. La preocupación por el crecimiento del ingreso, de la capacidad productiva y de la ocupación, constituyen evidentemente el núcleo esencial de la temática del desarrollo (Sunkel, 1970).

Ninguna área de la economía ha experimentado cambios tan abruptos en su paradigma dominante desde la Segunda Guerra Mundial como lo ha hecho el desarrollo económico. Los altibajos en la economía del desarrollo han tenido profundas implicaciones para la política del desarrollo(Adelman, 2002).

Desde los enfoques actuales asociados estrechamente a la teoría macroeconómica, la concepción del desarrollo se puede abordar desde el crecimiento, siendo este un término que se vincularía tanto al concepto de la evolución en lo que se refiere a la mutación gradual y continúa como al progreso ya que acentúa la importancia fundamental de las innovaciones técnicas en el proceso de crecimiento. Sin embargo, este término nace en efecto de la preocupación por las crisis, el desempleo y la aparente tendencia al estancamiento del sistema capitalista. Es el crecimiento del ingreso, la capacidad productiva y de la ocupación, las que constituyen evidentemente el núcleo esencial de la temática del desarrollo.(Sunkel, 1970).

1.7.2. El desarrollo vinculado al uso de la energía

Es ampliamente conocido que el consumo de energía es uno de los factores que estimula el desarrollo económico de los países mejorando los estándares y la calidad de vida de los habitantes, y ofreciendo una gran variedad de usos en las últimas décadas (Chiu & Lee, 2020). Mediante el desarrollo económico los consumidores podrían comprar más y mejores bienes y servicios que satisfagan necesidades más sofisticadas, en la búsqueda de estándares más altos de

vida, y las industrias proporcionarían más productos para satisfacer estas demandas de los consumidores, lo que lleva a un aumento en el consumo de energía (Sadorsky, 2010, 2011). Como los países progresan su consumo de energía aumenta lo cual refuerza el vínculo de la necesidad de energía para el desarrollo económico (González-Eguino, 2015). Sin embargo, los beneficios de la energía no estarían vinculados solo al ámbito económico puesto que la demanda de energía en hogares pobres normalmente surge de dos usos finales principales: iluminación y cocina (incluida la preparación de agua caliente) (Bhattacharyya, 2006b), pero cuando los individuos logran acceder a la energía sus condiciones de vida mejoran drásticamente; estos beneficios estarían vinculados al ingreso, medio ambiente, salud y educación, lo que indica los efectos positivos de la energía para el desarrollo humano. (Malaquias et al., 2019). No tener acceso a la energía puede significar la privación no solo de servicios básicos como cocinar y calentar el hogar, por ejemplo, sino también de otros elementos que son fundamentales para el desarrollo individual y colectivo, como el acceso a la educación, la salud, la información y la participación en la política (González-Eguino, 2015).

De acuerdo con la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), en términos globales la tasa de variación media acumulada del consumo de energía primaria para América Latina y el Caribe entre 2016 y 2040 de los 12 estudios prospectivos es 1,12% por año (OLADE, 2018). La tasa de crecimiento anual no es uniforme en todos los países; mientras que el consumo de energía crece al 1% en los países desarrollados, esta tasa es cuatro veces mayor en los países en desarrollo y se espera que sea el doble en 30 años (Arbex & Perobelli, 2010). El consumo energético o el acceso a la energía pueden constituirse como variables importantes para comprender el desarrollo de un país, sobre todo en países de América latina donde se puede observar grandes brechas entre países como Argentina, Chile y Cuba que presentan índices del

100% de acceso a electricidad frente a otros que tienen un escenario mucho más delicado como Nicaragua y Haití con tasas pobres de acceso de 81,9% y 37,9% respectivamente (Malaquias et al., 2019). Estas consideraciones se vuelven más notorias cuando se observa que las disparidades dentro y entre los países en desarrollo pueden afectar la inestabilidad social y el desarrollo humano (Spalding-Fecher et al., 2005). Existe evidencia de que hay varios factores que deben ser evaluados en el consumo energético. En este sentido Wang et al., (2020) mediante el estudio de la dinámica de la relación entre crecimiento económico y esperanza de vida en Pakistán determinó que el desarrollo financiero, el desarrollo económico y el mayor consumo de energía en los 45 años analizados, han influenciado negativamente en la esperanza de vida de los habitantes; esto debido a que se ha promovido nuevos hábitos de consumo dentro de la sociedad con impacto ambiental mayor. En esta situación, las degradaciones ambientales afectan negativamente la esperanza de vida. Este autor señala también que el crecimiento económico de Pakistán está condicionado a los recursos energéticos no renovables que son mayormente utilizados. Cuando todo el mundo se está moviendo hacia los recursos de energía renovable, Pakistán todavía está invirtiendo una gran cantidad de dinero en los proyectos de energía asociados con los métodos tradicionales de consumo de carbón, petróleo y gas (Z. Wang et al., 2020). Lo expuesto puede extrapolarse como una problemática de los países en vías de desarrollo.

La Comisión de Desarrollo Sustentable (CSD) de las Naciones Unidas, indica que la energía es central para alcanzar las metas del desarrollo, pero además es necesario que se tome en cuenta que la magnitud y la escala de las necesidades energéticas que enfrenta el mundo hoy en día en relación con el desarrollo sostenible se pueden medir por el hecho de que casi un tercio de la población mundial de seis mil millones, que viven principalmente en países en desarrollo, siguen sin tener acceso a los servicios de energía y transporte. Existen grandes disparidades en los

niveles de consumo de energía dentro y entre los países desarrollados y en desarrollo. Los patrones actuales de producción, distribución y utilización de energía son insostenibles, el desafío actual consiste en asegurar un acceso adecuado y asequible a la energía para las generaciones presentes y futuras, de una manera ambientalmente racional, socialmente aceptable y económicamente viable (ONU CDS, 2002). Sin embargo, la evidencia empírica del vínculo energía-desarrollo a menudo se presenta con instrumentos simples que muestran que el consumo de energía aumenta con los ingresos, o el índice de desarrollo humano (IDH) mejora con los ingresos y mayor uso de energía (Pachauri et al., 2004). En consecuencia, la condición de que la energía se convierta en un “impulsor” del desarrollo y bienestar para los pueblos radica en obtener un entendimiento más profundo de su rol y dinámica dentro del proceso de desarrollo de cada realidad, en especial la de los países poco industrializados; y con esto mejorar su gestión para conseguir los fines del desarrollo y no solo del crecimiento económico.

En el contexto de América Latina el consumo de energía aumentó a tasas superiores a las del crecimiento económico (Heres & Valle, 2015). Entre 1971 y 2014, el crecimiento anual de la producción real de los países de América Latina y el Caribe fue del 3,4% y la tasa de crecimiento del consumo promedio de energía fue del 5,4%, la expansión del consumo de energía está asociada con la fuerte expansión urbana y el crecimiento de la clase media. Actualmente, los combustibles fósiles continúan siendo la fuente más importante de energía de esta región con un 74.4%, también la demanda de energía renovable ha aumentado de 77 toneladas métricas per cápita (MTP) a 209 MTP (Alvarado & Toledo, 2017; Heres & Valle, 2015), los aumentos en la producción de América Latina aún están asociados con el aumento de la contaminación ambiental, particularmente con el aumento de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), situación que

deberían disminuir cuando las economías alcanzan un mayor nivel de desarrollo (Alvarado et al., 2018; Cherniwchan, 2012).

El sector energético es susceptible a ser considerado un sector económico más, que puede ser supuestamente guiado por el mercado (OLADE, 2017b). Se tiene un modelo inicial de países agroexportadores del siglo XIX y principios del XX hacía una estrategia de industrialización protegida y patrocinada por el gobierno en gran parte, desde la segunda mitad del siglo XIX hasta principios del siglo XX se manejó un crecimiento impulsado por las exportaciones, el liberalismo dominó gran parte del discurso político, una orientación de crecimiento de economía abierta se estableció fácilmente y fue aceptada como la norma sin una gran controversia dentro de la región se dio una gran explotación a los recursos naturales pues se pensaba que la especialización en estas producciones de uso intensivo de recursos naturales podría ser sostenida por la creciente demanda mundial de ellas en las naciones industrializadas (Grilli, 2005). América latina se mantuvo en su papel apendicular de productora y exportadora de productos primarios además por la misma dinámica de los centros había quedado al margen de la industrialización; al empezar una industrialización tardía; después de la primera guerra mundial y cuando el sistema comenzó a resquebrajarse debido al colapso repentino de los precios de las materias primas encontró su impulso para la industrialización; siendo la sustitución de importaciones casi una imposición del sistema (Prebisch, 1988). Después de la segunda guerra mundial se cristaliza el debate general sobre la industrialización basada en la sustitución de importaciones, en el contexto de políticas comerciales y paradigmas de desarrollo aún heterogéneos perseguidos desde 1929 (Bittencourt, 2012; Grilli, 2005). El incentivo más fuerte para optar por el modelo ISI estaría vinculado al empeño de los países por alcanzar el desarrollo, la industrialización paso a ser un sinónimo del desarrollo, convirtiéndose en el principal medio a disposición de los países para alcanzar el

progreso tecnológico y elevar progresivamente el nivel de vida de las masas (Felix, 1989; Kerner, 2003).

En este contexto se empiezan ya a señalar las preocupaciones referidas a los impactos del crecimiento económico sobre los recursos naturales y sobre el medio ambiente se empieza a admitir implícitamente la inexistencia de restricciones en lo que se refiere al ámbito natural (OLADE, 2017b, 2019). Tras los choques petroleros de 1970 la energía llamó la atención de los decisores de política, la investigación sobre el análisis de la demanda energética aumentó enormemente, se da paso a una nueva forma de desarrollo económico vinculado a una mayor apertura, una menor intervención pública en la economía e incentivos de mercado, se plantea un modelo neoliberal predominante en la década de 1980 hasta casi 1995 lo que promocionaría la privatización de empresas estatales con el objetivo de obtener financiamiento externo, poder financiar el exceso de gasto público sobre los ingresos y controlar la inflación que tanto daño hacia a los mercados de América latina (Bhattacharyya & Timilsina, 2010; Grilli, 2005). Por otro lado, en el contexto mundial comenzaron los cuestionamientos vinculados a ciertos estilos de desarrollo y la sustentabilidad de los recursos, los estilos de desarrollo que se plasmaron históricamente implicaron un manejo depredador del medio ambiente natural: extinción de especies, deforestación, contaminación del aire y del agua como consecuencia del acelerado proceso de urbanización y de la contaminación industrial, con serios efectos sobre la salud y la calidad de vida de la población humana, se empieza a tomar en cuenta a la planificación energética como una herramienta para el desarrollo sustentable (OLADE, 2017b; ONU CDS, 2002).

Es la búsqueda de herramientas para la comprensión y gestión de estos fenómenos lo que preocupa principalmente a los hacedores de políticas, la evidencia cuantitativa se considera

esencial para el desarrollo de políticas razonables a todos los niveles, ya que es más objetiva y menos propensa al uso indebido, es importante recalcar que la cuantificación privilegia las perspectivas de quienes tienen los recursos de infraestructura, financieros, profesionales y de experiencia en la producción de conocimiento numérico sobre quienes no tienen estos recursos (Rottenburg & Merry, 2017), las tecnologías de cuantificación y manejo juegan un rol importante en la sociedad debido a este importante soporte que brindan a las decisiones mediante criterios, indicadores, metodologías e instrumentos necesarios en el avance técnico y el proceso de desarrollo (Andrés Robalino-López et al., 2021).

1.7.3. Contexto económico de América Latina

América latina empieza los años ochenta con una fuerte crisis que se extiende por toda la región, crisis generada por el grave déficit de la balanza de pagos, reducción de las reservas internacionales, reducción del crecimiento del producto interno bruto (PIB), endeudamiento externo, inflación y desempleo, se empiezan a tomar acciones para reestructurar las políticas macroeconómicas y hacer frente a los cambios mundiales. Los gobiernos pasaron de un modelo de integración basado en la sustitución de importaciones a otro abierto en que la competencia y el comercio, estos serían los canales que abran las puertas del desarrollo y en el que la industrialización pasaría a ser un resultado y no el principal factor detrás del crecimiento económico en un contexto mundial en el que prima el dinamismo del comercio. Los gobiernos en general empiezan a tomar decisiones de desmantelamiento de medidas arancelarias y algunas no arancelarias con la finalidad de lograr una inserción internacional mediante las ventajas competitivas de los países, sin embargo, América Latina no ha logrado dar este paso debido a que su aprovechamiento es estático, su mano de obra calificada no es abundante y los recursos naturales se agotan. Para 1990 debido a las estrategias de promoción y las políticas de liberación

comercial se observa una clara recuperación de los países de la región, se evidencia un nuevo declive tras la crisis asiática de 1997 debido a las devaluaciones monetarias misma que se propago causando efectos en Rusia y Brasil que para 1999 se encontraban en el punto más alto de la crisis lo que termina por afectar el flujo de capitales externos necesarios sobre todo en los países latinoamericanos, en el año 2000 se vuelve a sufrir una desaceleración económica mundial con consecuencias para la región, gracias a la alta demanda de materias primas principalmente durante los años 2002 a 2008 se fortalece la inversión extranjera por la explotación de recursos naturales principalmente, para el periodo entre 2010 a 2016 se mantienen un crecimiento pero mucho más moderado frente al periodo anterior. En 2017 el dinamismo económico aumentó en todas las regiones del mundo repercutiendo favorablemente en América Latina (Ocampo, 2012; ONU, 2018; Reyes, 2000).

Para una mejor comprensión de las características de la región se ha dividido en dos grupos a los países tomados para el estudio: la Comunidad Andina y el Merco Sur.

La Comunidad Andina, antes conocida como Grupo Andino o Pacto Andino tuvo origen en 1969, con la firma del tratado de Cartagena por parte de Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador y Perú, posteriormente se uniría Venezuela en 1974 y se retiraría Chile en 1979. Es una comunidad política que se constituyó como una organización internacional misma que tenía el objetivo de alcanzar el desarrollo integral de la región, aprovechando la cercanía geográfica de los países y promoviendo una integración homogénea (Cordero, 2005). La economía de los países de la Comunidad Andina tiene en su desarrollo posiciones económicas cíclicas vinculadas a la situación propia de la región y del mundo ya que al ser exportadores de materias primas todo depende de la demanda mundial lo que hace que la inestabilidad sea inherente, en estos países.

El Mercosur, conocido como mercado común del sur es un proceso de integración instituido inicialmente por Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay, Chile (miembro asociado); tiene como objetivo principal propiciar un espacio común que genere oportunidades comerciales y de inversiones de las economías nacionales al mercado internacional; la región se encuentra en el extremo meridional de América del sur, se caracteriza por la exportación de cereales con excepción de Chile, esta economía históricamente ha sido influenciada tanto por ideas cepalinas como por las del consenso de Washington al igual que toda América latina, la particularidad de la región viene marcada por su salida paulatina de las dictaduras militares y el retorno hacia los gobiernos democráticos (CEPAL, 2018; Hirst, 1995; Kerner, 2003), al igual que la CAN, tiene en su desarrollo posiciones económicas cíclicas, el país con mayor estabilidad es Brasil. En la Tabla 1 se mencionan las principales particularidades económicas de los países estudiados.

Tabla1

Desarrollo Económico Comunidad Andina y Merco Sur

Grupo	País	Modelo de desarrollo económico	Desarrollo industria nacional	Apertura comercial
COMUNIDAD ANDINA	Colombia	Primario exportador	Bajo, gran cantidad de importaciones sin fomento a la industria y agricultura, reprimarización de exportaciones. Se incorpora al modelo ISI desde 1960-1985.	Gran apertura
	Perú	PESER (Primario exportador y sector de servicios)	Bajo, extranjerización de los activos productivos estratégicos, primacía de oligopolios y monopolios sin cohesión en el tejido productivo interno. Se incorpora en el modelo ISI 1959 a 1966.	Gran apertura, inversión extranjera directa a gran escala.
	Bolivia	Primario exportador	Bajo, sin valor agregado a la industria nacional 1962-1971 se incorporó formalmente la industrialización vía sustitución de importaciones (ISI).	Acorde a las políticas económicas del gobierno en turno

MERCO SUR

Ecuador	Primario exportador	Bajo, escaso valor agregado, sin bases para diversificación productiva. Se incorpora de forma tardía al modelo ISI finales de los 1965-1982.	Acorde a las políticas económicas del gobierno en turno
Argentina	Semidiversificada (Sector manufacturero y sector de servicios)	Se realizan serios intentos por desarrollar la industria nacional durante 1930-1970 con el modelo ISI el país sigue sustentando su economía en productos de exportación y por lo tanto sigue expuesta a la volatilidad de la economía externa.	Acorde a los gobiernos cíclicos que han priorizado proteccionismo a la industria o políticas neoliberales aperturistas.
Chile	Primario exportador	Intentos por generar industria nacional a través del modelo ISI sin embargo existía un escaso mercado interno para absorber las manufacturas lo cual constituye una gran barrera para avanzar en la vía industrializadora. La matriz productiva no se cambió.	Gran apertura de mercado con políticas neoliberales instauradas de forma temprana.
Brasil	Semidiversificada con mayor peso en el sector servicios.	Posee un parque industrial, fuerte industrialización desde 1930-1980 avances estratégicos en industrias de base, como la siderúrgica, minera, metalúrgica y metalmecánica, se alinea al modelo ISI	Acorde a las políticas económicas del gobierno en turno
Uruguay	Desarrollista industrializador	Pequeño mercado interno, diversificación de la industria durante 1930-1950, importante diversificación productiva exportadora sigue manteniendo niveles bajos de transformación	Acorde con el enfoque de los gobiernos tanto de izquierda como neoliberales, pero manteniendo el modelo desarrollista industrializador.
Paraguay	Exportaciones agropecuarias	No hizo parte del modelo ISI, tuvo insipientes intentos de industrialización en sectores estratégicos	Fuerte, se privilegia la estrategia económica hacia fuera.

Fuente: *Elaboración propia basado en* (Friedrich Ebert Stiftung, 2020).

Para la región latinoamericana se puede tomar en cuenta tres modelos de desarrollo que han predominado: el de proveedor de materias primas, basado en la extracción de los recursos naturales; el de maquila, sustentado en una fuerza de trabajo barata, y el de una estrategia de industrialización estos modelos generan impacto tanto ambiental como social (Friedrich Ebert Stiftung, 2020).

1.7.4. Cuantificación de la energía

1.7.4.1 Políticas energéticas

en el contexto de América latina. Las políticas de consumo energético alrededor del mundo han sido diversas, acorde con las corrientes políticas, macroeconomías y aparentes necesidades puntuales de cada región. El mundo se mueve hacia la consecución del séptimo objetivo para el desarrollo sostenible que es “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna.”

En el contexto de América Latina se puede destacar que en conjunto se ha producido un incremento en la diversificación de las fuentes de suministro de energía primaria, además si se toma en cuenta la hidroenergía Latinoamérica es la segunda región con mayor energía renovable. Sin embargo, si esta fuente no fuese contabilizada el desarrollo en las demás fuentes de energía renovable, sobre todo la solar es insipiente; lo que hace que la mayoría de países latinoamericanos no posean una matriz de energía diversa y sustentable; la principal fuente de energía en la región sigue siendo el petróleo.(IEA, 2019; Xu et al., 2019).

De manera reciente empieza a surgir la preocupación de la huella ambiental que dejan las actividades económicas con la necesidad identificada de cambiar de una sociedad que usa combustible fósil para generar energía hacia otro que utilice las fuentes renovables.

Tabla2

Políticas energéticas Comunidad Andina y Merco Sur de los últimos 1980 años o 2018 periodo de tiempo.

Grupo	País	Políticas	Matriz energética	Problemas
COMUNIDAD ANDINA	Colombia	<ul style="list-style-type: none"> • Política pública de sostenibilidad del sector minero energético que tiene tres ejes centrales: crecimiento verde, equidad y ordenamiento territorial. • Pertenecen a la OCDE como oportunidad para mejorar la política ambiental. • Reforma tributaria para impuesto al carbono \$5 por cada tonelada. 	Fuerte participación del petróleo y sus derivados.	Ambigüedad en las políticas pues no indican como se concretarán. Acorde a los expertos el valor por tonelada de petróleo es muy baja para generar un impacto de cambio de matriz energética.
	Perú	Las políticas energéticas aluden los compromisos internacionales adquiridos en relación con el cambio climático y la crisis energética mundial.	Centrada en el petróleo con uso de carbón mineral.	Las políticas generadas no responden a la planificación de la matriz energética y no toman en cuenta aspectos como la rentabilidad, seguridad energética nacional, sostenibilidad, equidad y acceso universal a la energía, garantizando el suministro a las poblaciones empobrecidas y fomentando la participación ciudadana
	Bolivia	<ul style="list-style-type: none"> • Políticas de subsidios a los combustibles fósiles. • Subsidio para el consumo domiciliario. 	Centrada en el petróleo y gas natural.	No existe diversificación en la matriz energética, ambigüedad en las políticas energéticas.
	Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión en infraestructura para generar energía limpia. • Políticas de subsidios a los combustibles fósiles. 	Centrada en combustibles fósiles	La matriz energética se encuentra centrada en el petróleo por lo que no existe diversificación pese a los esfuerzos realizados

	<ul style="list-style-type: none"> • Subsidio para el consumo domiciliario. 		
Argentina	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso total a la energía tanto en áreas urbanas como rurales. • Instauración de subsidios al consumo de los hogares y a las tarifas industriales. • Con el ingreso de Macri al poder se plantea reducir subsidios, ingreso de la participación privada y la recomposición de precios de gas en boca de pozo. • Promulgación de políticas para inversión en fuentes de energía renovables y la inversión de I+D para modificar técnicas productivas y mitigar daños ambientales. 	Centrada en los petróleo y gas natural.	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultades para lograr establecer una política energética adecuado tanto a los recursos como a las necesidades productivas de la población. • Problemas en la diversificación de la matriz energética. • Privatización de empresas y concesión de áreas de explotación lo que dio como resultado el crecimiento de la producción de hidrocarburos y la intensificación del uso de estos para la provisión de energía eléctrica
Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene los precios más altos por electricidad de Latinoamérica. • Energía eléctrica llega al 100% de la población. • “Estrategia Nacional de Energía 2012-2030” la cual plantea varias maniobras a realizar por el país: mecanismos de licitación para incentivar el desarrollo de energías renovables, institucionalización 	Centrada en combustibles fósiles y fuentes hidráulicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidades como la calefacción, disponibilidad de agua caliente sanitaria, refrigeración y entre otros que no se alcanzan a cubrir • Tiene alto potencial para el desarrollo de energías renovables, sin embargo, los proyectos no han podido ser ejecutados en su mayoría. • Se ubica como uno de los cinco países con más conflictos ambientales del mundo

	<p>para este tipo de energías, desarrollo de estrategias tecnológicas diferenciadas por fuente de energía</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se han usado políticas de tarifas premio y de subastas energéticas. 		
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Energía eléctrica llega al 100% de la población. • Programa para el fomento de la energía eólica con tarifas premio para que se incremente la participación de las plantas de biomasa, las pequeñas centrales hidroeléctricas y las centrales eólicas. 	<p>Centrada en la participación de petróleo y biocombustibles.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La falta de intervención del gobierno en la política de precios hizo que la tarifa energética media se dispere en 2015 y continué en aumento hasta 2018.
Uruguay	<ul style="list-style-type: none"> • Política Energética 2030 busca alcanzar soberanía energética, la disminución de costos, activar la industria nacional, reducir el consumo de combustibles fósiles, mitigar los efectos contaminantes reduciendo gases de efecto invernadero, en busca de la diversificación de la matriz energética y la incorporación sobre todo de energías renovables, se han planteado exoneraciones tributarias para 	<p>Centrada en energías renovables (hidroeléctrica y eólica)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Daños ambientales debido a las actividades agropecuarias han sido fuertes respecto a la contaminación del agua en sus principales cuencas, erosión de los suelos y pérdida de biodiversidad.

	empresas de energías renovables.		
Paraguay	<ul style="list-style-type: none"> • Tratados Yacyretá y de Itaipú para ceder la energía de las hidroeléctricas a Brasil y Argentina. 	Centrada en derivados de petróleo y biomasa	<ul style="list-style-type: none"> • Exporta gran cantidad de energía limpia a Argentina y Brasil. • Derivados de petróleo son importados en su totalidad. • No vende la energía de sus hidroeléctricas compartidas, en cambio, obtiene recursos derivados de la producción de la energía mayormente por medio de royalties.

Fuente: Elaboración propia basado en (Astorga et al., 2017; British Petroleum Report, 2018; Epstein & Marconi, 2011; Gudynas, 2018; Makendonski et al., 1967; Ministerio de Energía de Chile, 2012; Stiglitz & Stern, 2017; UNEP, 2019).

1.7.4.2 Balance energético.

El papel clave del sector energético en las actividades económicas de cualquier país surge debido a la interdependencia mutua entre las actividades económicas y la energía, el consumo energético se vincula a las tecnologías de cuantificación para la gestión de este sector y por tanto al marco de la contabilidad energética es decir a la descripción del balance energético mismo que varía en cada país. Una tabla de balance energético tiene tres bloques de construcción principales: (i) la información del lado de la oferta, en esta sección se captura la oferta nacional de productos energéticos a través de la producción, el comercio internacional y el cambio de existencias. (ii) Los detalles de conversión capturan la conversión de energías primarias en energías secundarias a través de cambios físicos o químicos. Normalmente, las entradas utilizadas en el proceso de transformación reciben un signo negativo, mientras que las salidas tienen un signo positivo y (iii) la información de la demanda que se enfoca en el consumo final. (Bhattacharyya, 2011; MEER, 2017; Ministerio de Industria Energía y Minería, 2018)

La contabilidad energética permite comprender los flujos de energía desde el suministro energético pasando por los procesos de transformación a las demandas de uso final. El balance

energético es el instrumento que permite entonces la cuantificación de la oferta y la demanda energética tomando en cuenta tanto los sectores de consumo como el tipo de combustible demandado, es decir, efectivamente utilizado por cada sector. Análisis desagregado de la demanda de energía. El nivel de desagregación de la demanda se decide en base a la disponibilidad de los datos requeridos para el análisis, importancia de las actividades de un sector o subsector además de el propósito del estudio. Es importante comprender que un balance energético general puede proporcionar un resumen útil para comprender un panorama general; sin embargo, no revela los detalles más precisos vinculados a los patrones de consumo y demanda. Las cuentas energéticas sectoriales pretenden remediar estos problemas ampliando la parte de la demanda energética final estas cuentas brindan información desagregada por nivel de subsector, por tipo de proceso y o por usos finales. Por ejemplo, para facilitar el estudio del sector transporte sería necesario contar con información como el tipo de transporte, tipo de combustible utilizado y la categoría del vehículo, este tipo de cuentas energéticas sectoriales o matrices pueden ser desarrolladas para todos los sectores. (Bhattacharyya, 2011).

1.7.4.3 Pronóstico de la demanda de energía. Existen diversas técnicas que permiten pronosticar la demanda, se pueden usar enfoques simples tales como las tasas de crecimiento, elasticidades, consumo específico o unitario, intensidad energética, encuestas directas; este tipo de técnicas tiene poco atractivo en el largo lazo puesto que están basados en extrapolaciones o suposiciones arbitrarias. Las técnicas más sofisticadas se basan en metodologías más avanzadas, un método común de clasificación son los modelos arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba. Los modelos descendentes tienden a centrarse en un nivel agregado de análisis, mientras que los modelos ascendentes identifican las actividades homogéneas o los usos finales para los que se prevé la demanda.

Los modelos de arriba hacia abajo conocidos como top down usualmente utilizan el enfoque econométrico macro mismo que indica que la relación determinada para la demanda se puede utilizar para pronosticar simplemente cambiando las variables independientes y determinando su efecto sobre la variable dependiente. El análisis desagregado de demanda utiliza el método de pronóstico de uso final la idea es desagregar la demanda en módulos y sectores homogéneos y vincular la demanda de cada módulo a indicadores técnicos y económicos, es conocido como enfoque de abajo hacia arriba o bottom up este tipo de análisis hace énfasis en el papel de la tecnología para llegar a una estimación de la demanda, por ejemplo: economía de combustible de los vehículos, consumo de energía unitario promedio de cada tipo de sector, consumo unitario de aparatos eléctricos o de procesos industriales, el hábito promedio de viaje, comportamiento de los consumidores y el entorno económico.(Goh & Ang, 2020; Organización Latinoamericana de Energía, 2017; Yamaji et al., 1993).

1.7.4.4 Identidad IPAT. Desde 1970 se tiene la idea de que el crecimiento del ingreso implica un ineludible daño ambiental debido al agotamiento y contaminación del stock de los recursos naturales lo que generaría límites al crecimiento económico; la noción es formalizada en la llamada identidad IPAT, la cual establece que los impactos sobre el medio ambiente tienen origen en 3 factores: población, ingreso per cápita y tecnología. (Gutman & Gutman, 2017; Magee & Devezas, 2018).

I = Impacto ambiental

P= Población

A= Afluencia (usualmente PIB per cápita o PIB)

T= Tecnología (T= I/ P*A cuando se conocen los tres factores)

$$\text{Impacto ambiental} = P \times A \times T$$

Posteriormente en 1990, el economista energético japonés Yoichi Kaya reformula la identidad IPAT dando lugar a la identidad Kaya.

1.7.4.5 Identidad Kaya

La Identidad de Kaya establece una relación entre el crecimiento de la población, el valor agregado per cápita, la energía por unidad de valor agregado y las emisiones de CO_2 por unidad de energía en un lado de la ecuación, y las emisiones totales de dióxido de carbono en el otro. (Kaya & Yokobori, 1993; Yamaji et al., 1993)

$$CO_2 = \frac{CO_2}{E} \times \frac{E}{PIB} \times \frac{PIB}{P} \times P ;$$

Donde E representa el consumo de energía, el PIB el producto interno bruto o valor agregado y P la población. Los cambios en las emisiones de CO_2 pueden describirse mediante cambios en estos cuatro factores.

Sería importante que guarde concordancia con lo de IPAT

I= Impacto ambiental; para este caso las emisiones de CO_2

P= Población

A= Afluencia (PIB y PIB per cápita)

El Producto interno bruto (PIB) es un indicador económico que permite medir el ingreso de cada país corregido de forma que representa el poder adquisitivo de compra en cada economía la producción total de bienes y servicios de un país o de una región durante un horizonte temporal que es generalmente un año, se suele utilizar este indicador para medir la riqueza que genera un país en sus distintos sectores de producción.

Producto interno bruto por paridad de poder adquisitivo. El Producto interno bruto (PIB PPP o PIB PPA) denominado de este modo por sus siglas en inglés (Purchasing Parity Power), es el producto interno bruto convertido a dólares internacionales usando las tasas de paridad del poder adquisitivo; permite evaluar efectivamente mediante una moneda común el poder de compra de un país. En términos simples, la PPA entre dos países, A y B, es la relación entre la cantidad de unidades de la moneda del país A requeridas para comprar en ese país un producto estandarizado tanto en especificaciones como en cantidad, que compraría una unidad de la moneda del país B en el país B.(Epstein & Marconi, 2011)

1.7.4.6 Emisiones de carbono. El CO₂, es uno de los gases de efecto invernadero que genera grandes daños sobre el ecosistema y la biodiversidad, estas emisiones se consideran el resultado del aumento de las actividades económicas y suscitan preocupación para los responsables de la formulación de políticas. (Auffhammer & Carson, 2008; Ozturk & Acaravci, 2013).

Las emisiones de CO₂ se relaciona con varios factores, incluido el nivel de ingresos de un país, el desarrollo financiero, el consumo de energía renovable, la innovación tecnológica, el capital humano y el producto interno bruto (PIB) (Costantini & Monni, 2011; Zhang et al., 2017).

1.7.4.7 Intensidad de carbono y matriz energética. La intensidad de CO₂ (CO_2_{int}) de un determinado país corresponde a la relación de emisiones de CO₂ y la energía consumida total expresada en términos de masa equivalente de petróleo (Andres Robalino-López et al., 2014).

$$CO_2_{int} = \frac{\sum_{ij} C_{ij}}{\sum_{ij} E_{ij}}$$

El valor del CO_2_{int} en un año determinado depende de la combinación energética particular durante ese año es decir de la distribución de la matriz energética usada. M_{ij} da la matriz energética, pero es más conveniente sumar los diferentes sectores y agregar las contribuciones de combustibles fósiles, por lo tanto:

$$M_j = \frac{\sum_i E_{ij}}{\sum_{ij} E_{ij}}$$

La matriz energética o mix energético corresponderá al balance del consumo de energía entre las diferentes fuentes.

1.7.4.8 Intensidad energética. La intensidad energética permite medir el requerimiento de energía por unidad de una variable económica impulsora (PIB, valor agregado, etc.). El consumo de energía puede referirse a una energía en particular o a varios agregados de energía y se expresa como una proporción de la demanda de energía por unidad de producción económica. La evolución de la intensidad energética depende de la estructura económica de un país y del diseño y escala de las políticas de eficiencia energética subyacentes. (Azhgaliyeva et al., 2020; Bhattacharyya, 2011).

$$E_i = \frac{E_i}{\text{PIB}}$$

1.7.4.9 Eficiencia energética. La eficiencia energética puede ser definida como la relación entre el resultado útil de un proceso y la entrada de energía en un proceso, es decir:

$$\text{Eficiencia energética} = \frac{\text{Salidas del proceso}}{\text{Entrada de energía en el proceso}}$$

Este indicador se suele utilizar como un inverso de la intensidad energética, es decir mientras más intenso es un sector menos eficiente.

Existen tres definiciones de eficiencia energética que se utiliza a menudo en el análisis de la política energética, (i) la eficiencia energética físico-termodinámica que utiliza una entrada termodinámica y una salida física; (ii) eficiencia energética económico-termodinámica que mide la producción en términos monetarios y la entrada en unidades termodinámicas; y (iii) indicadores de eficiencia económica que miden tanto el input como el output en términos monetarios (Bhattacharyya, 2011; Goh & Ang, 2020; Patterson, 1996).

1.7.5 Desarrollo sostenible.

El desarrollo sostenible, es un tipo de desarrollo que pretende satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias

necesidades (Brundtland, 1987); la agenda 2030 para el desarrollo sostenible incluye 17 objetivos y 169 metas integrando las dimensiones económica, social y ambiental; esta agenda pone en relevancia la necesidad involucrar el concepto de sostenibilidad; de esta forma se plantean los objetivos con la sostenibilidad y la igualdad como ejes rectores en ellos; tomando en cuenta que para el mundo entero ya no es una opción continuar con los patrones de producción, energía y consumo actuales. (ONU, 2018b)

Para que América latina alcance el desarrollo sostenible la CEPAL anunció prioridades para apoyar la implementación y el seguimiento de la agenda 2030 tales como fortalecer la arquitectura institucional y regional, fortalecer las capacidades, diversificación de la matriz productiva con inversiones públicas y privadas que hagan viables los patrones de producción, consumo y energéticos con menores emisiones de carbono, la economía circular y las ciudades inteligentes, la gobernanza de los recursos naturales, el acceso a la información y la participación ciudadana, la cooperación sur- sur; entre los mecanismos más destacados (ONU, 2018b), lamentablemente América latina se mueve en dirección opuesta a lo deseado puesto que se elevó las emisiones a una tasa del 6% anual. El consumo energético en la región produce 4,6 toneladas de emisiones per cápita, casi igual al de la Unión Europea, con la diferencia de que Europa está desacoplando las emisiones del crecimiento a un ritmo del -0,9% anual (CEPAL, 2016). Entre las principales razones de este problema en la región se puede destacar la brecha tecnológica y la debilidad de las capacidades productivas de la región, manejar otro tipo de patrón de crecimiento en el que se combine el progreso técnico, la igualdad y la sostenibilidad ambiental requiere construir capacidades para generar las innovaciones requeridas para el desacople entre crecimiento y emisión. Una economía con pocas capacidades tecnológicas y escaso capital humano no será capaz de cuidar el medio ambiente, estando siempre supeditada a sostener su

crecimiento mediante el uso intensivo de recursos naturales que, junto con la mano de obra barata, son su fuente de competitividad internacional.(Vona et al., 2018)

Capítulo 2. Metodología

En el capítulo se presenta las etapas metodológicas de la investigación que permitieron llegar a la consecución de los objetivos específicos planteados para el presente estudio.

2.1. Naturaleza de la Investigación

Mediante esta investigación se pretende dar entendimiento al consumo de la energía y su vínculo con el desarrollo, a través del análisis del balance energético desde la demanda energética desagregada; mediante el análisis de indicadores energéticos y económicos que permitan la cuantificación del fenómeno; la cuantificación y el manejo de tecnologías juegan un rol importante en la sociedad ya que estas se traducen en herramientas de apoyo para los tomadores de decisiones a través de criterios, indicadores, metodologías, instrumentos, para la gestión de los procesos de crecimiento (Andrés Robalino-López et al., 2021).

La investigación pretende realizar en análisis de indicadores como fuentes de información sobre el fenómeno de modo que sea posible comprender el significado de lo que el indicador, sus valores y formas de medición representan (Davis & Kingsbury, 2012). Los indicadores simplifican el entendimiento del fenómeno y los califican como tecnología de cuantificación y gestión ya que se incorpora las medidas estadísticas que proporcionan un aura de verdad objetiva y autoridad científica volviendo a la toma de decisiones un proceso aparentemente más racional basado en información estandarizada; sin embargo este análisis de indicadores no estaría completo si no se omiten los aspectos contextuales que ayudan a comprender y explicar mejor los fenómenos (Espeland, 2015); pues la importancia de estudiar la cuantificación de fenómenos sociales radica en poder establecer categorías claras que apoyen su comprensión desde el marco conceptual, en el que se producen las medidas, ya que el mismo número puede tener diversos

significados dependiendo del contexto socioeconómico en el que se produzca (Popp & Hirschman, 2018).

La investigación pretende dar entendimiento al consumo de la energía y su vínculo con el desarrollo para poder alcanzar los objetivos se ha analizado las características de dos grupos de países de Sudamérica en el primer grupo Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, debido a la cercanía geográfica, similitud de mercados y el proceso de integración regional común denominado Comunidad Andina de Naciones (CAN), en el segundo grupo los países de Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay miembros de la integración regional Mercosur y Chile como miembro asociado ubicados en la región geográfica Cono Sur ;debido a que no existe información de Venezuela en la base de datos CEPALSTAT el país no ha sido tomado en cuenta (CEPAL, 2018; Ocampo, 2012)

La dimensión de desarrollo a analizarse es la del desarrollo económico de los países a través del Producto Interno Bruto (PIB) como indicador y tecnología de cuantificación y gestión dentro de cuatro sectores de estudio: 1) sector de la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca, 2) sector industria, 3) sector transporte, 4) sector residencial comercio y de servicios públicos esta división se la hace en concordancia con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIU) Naciones Unidas Revisión 4 (ONU, 2009); con la misma división en paralelo se aborda el análisis de la dimensión energética ligado al desarrollo que es el consumo energético y a las actividades económicas que se dan en estos países, utilizando al Balance Energético (AIE, 2020) como la tecnología de cuantificación y gestión que indica el consumo global y sectorial; además, refleja el “mix energético” como los tipos de combustibles efectivamente demandados en cada sector de producción, variables de análisis en la demanda energética desagregada (Bhattacharyya, 2011). Como tercera dimensión de estudio se

plantea el análisis de las emisiones de CO₂ agregada y sectorial de cada uno de los países empleando la identidad Kaya como tecnología de cuantificación y gestión que integra en un marco lógico e interrelacionado las dimensiones de desarrollo descritas y nos lo permite estudiarlo como un sistema complejo (Robalino-López et al., 2015; Robalino-López et al., 2016; Robalino-López, 2014; Robalino-López et al., 2014; Robalino-López et al., 2014)

El análisis de cada variable se ha realizado mediante indicadores sin de dejar de lado la contextualización histórica en el ámbito económico y energético de forma que el fenómeno sea comprendido en toda su complejidad se ha logrado obtener un mejor entendimiento de los patrones de comportamiento (actividades realizadas, tecnologías de consumo, idiosincrasia local del consumo) que establecen la demanda energética. El análisis permitió un entendimiento más profundo del sistema para poder realizar la propuesta de un modelo de gestión mejorado, mediante el uso de un enfoque mixto, mismo que se fundamenta en el pragmatismo y permite obtener una perspectiva más amplia, mayor teorización, solidez y rigor mediante una mejor exploración y explotación de los datos (Hernandez et al., 2014).

El abordaje se ha realizado a través de los indicadores como tecnologías de cuantificación y gestión los mismos han permitido determinar la frecuencia, la amplitud y magnitud de las variables involucradas en relación al consumo energético dentro de los cuatro sectores de estudio mediante el análisis del balance energético de forma que se puedan medir las características del fenómeno (Bernal, 2010), establecer los patrones de comportamiento generales y el impacto en el desarrollo para así generalizar y normalizar los resultados (Bernal, 2010; Hernandez et al., 2014). Desde el enfoque cualitativo se pretende comprender la complejidad de la relación entre las variables encontrar brechas e ineficiencias para proponer un modelo de gestión adecuado para las

necesidades del Ecuador mediante la descripción y contextualización más profunda del fenómeno social (Bernal, 2010).

2.2. Alcance de la Investigación

El tipo de investigación seleccionado para alcanzar los objetivos del estudio ha sido la de tipo causal o explicativa; ya que responden a la pregunta: ¿Por qué?, es decir, por qué es así la realidad objeto de investigación (Caballero Romero, 2014); esta investigación pretende dar entendimiento al fenómeno complejo mediante el uso de la dinámica de sistemas.

2.3. Diseño de la Investigación

En la investigación no se realizó ninguna manipulación de las variables a estudiarse se realizó el análisis documental de los balances energéticos y del PIB durante el horizonte temporal establecido por lo que la investigación realizada es de tipo no experimental longitudinal; se define como investigación no experimental a la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables; no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza, pero se analizará los cambios que se han dado a través del tiempo en estas variables (Hernandez et al., 2014).

2.4. Herramientas de Análisis y Recolección de Datos

Se requirió de herramientas de recolección de datos para el análisis tanto cualitativo como cuantitativo, en la recolección de datos cualitativos se optó por el análisis histórico documental que permita establecer los patrones de comportamiento del consumidor energético. La información cuantitativa se ha obtenido también mediante análisis documental y exploración de las bases de datos CEPALSTAT y Agencia Internacional de energía (AIE) de los últimos veintinueve años que contienen información cuantitativa de las variables de estudio, el análisis

de información se llevó a cabo con programas computacionales (Hernández et al., 2014), R Studio, SPSS y Excel, se hizo uso de estadística descriptiva con el análisis de porcentajes, tablas y estudio de gráficos de barra, pastel e histogramas, además se realizó un análisis correlacional a través de la evaluación del coeficiente de Pearson, análisis de cointegración y causalidad de Granger (Engle & Granger, 2012; Gujarati & Porter, 2010; Pinzón, 2018).

2.5. Definición de Grupos de Estudio

En concordancia con los objetivos y el alcance de la investigación se ha establecido dos grupos de estudio de países representativos para el análisis de la evolución temporal de las dimensiones involucradas en desarrollo económico, consumo energético y emisiones de carbono dentro de sus diferentes contextos para poder determinar patrones de comportamiento, el primer grupo incluye los países Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, estos países comparten el proceso de integración regional CAN, y mediante este pacto se encuentran alineados hacia objetivos y metas comunes como fortalecer e incrementar la competitividad de los países para una mejor inserción regional y mundial, alcanzar un desarrollo integral, más equilibrado y autónomo;(Cordero, 2005) los cuatro países además se encuentran unidos por el mismo pasado, idioma, comparten historia económica política, cultural, natural y una variada geografía del análisis documental inicial se ha establecido que los países miembros de la CAN siguen una evolución histórica similar acorde con la región El segundo grupo de estudio incluye Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, agrupados por el mecanismo de integración regional Mercosur; estos países comparten objetivos y metas comunes, uno de los principales ha sido propiciar un espacio común que generara oportunidades comerciales y de inversiones a través de la integración competitiva de las economías nacionales al mercado internacional mediante un mecanismo de unión aduanera que hasta el momento se ha calificado como imperfecta (CEPAL, 2018), se toma

en cuenta dentro del grupo a Chile como miembro asociado del mecanismo de integración perteneciendo al grupo además por cercanía geográfica, esta región tiene muchas similitudes sobre todo histórico políticas; además comparten la región geográfica denominada Cono Sur una región es muy diversa de grandes cultivos tropicales y clima templado, acorde al análisis documental inicial se ha podido evidenciar que dentro del grupo de países del Mercosur incluido Chile tiene un desarrollo similar acorde a la región, exceptuando Brasil que es uno de los miembros con mayor crecimiento económico no solo de Mercosur sino de toda América latina.(CEPAL, 2017).

2.6. Tratamiento Previo de los Datos

Las bases de datos oficiales de la CEPAL y la AIE se encuentran disponibles en diferentes periodos de tiempo; en este sentido la base de datos (CEPALSTAT, 2019) tiene el porcentaje de participación de cada uno de los sectores económicos con relación al total del PIB desde 1990 hasta el 2019, por su parte los balances energéticos mundiales (AIE, 2020) se encuentran disponibles desde 1971 hasta 2018, el horizonte temporal para el estudio fue 1990 -2018 para todos los países.

El porcentaje de participación de cada uno de los sectores económicos con relación al total del PIB ha sido trasladado hacia el PIB global (mil millones de USD, 2015 precios y PPPs) indicador adecuado para el análisis del desarrollo económico (Epstein & Marconi, 2011).

Para obtener el porcentaje de participación del PIB de cada sector económico se ha utilizado el indicador de la base de datos “CEPALSTAT” denominado Producto interno bruto (PIB) anual por actividad económica a precios corrientes en dólares, mismo que desglosa su rubro en diversas actividades económicas. (Mayor detalle en [Tabla8](#)).

Las actividades fueron agrupadas acorde a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU) Revisión 4 (ONU, 2009), mediante la sumatoria de las subactividades, posteriormente se procedió a sacar los valores proporcionales de representación de cada actividad en el PIB total, en la base de datos se evidencia una nota explicativa que indica que la suma de los subcomponentes no coincide necesariamente con el PIB total reportado debido al método de retroproyección utilizado sin embargo para comprobar la funcionalidad de los datos se ha realizado un análisis de tendencia entre el PIB obtenido de forma sectorial y el PIB total reportado de la base de datos la diferencia porcentual entre la sumatoria del PIB de todos los sectores y el PIB reportado fluctúa con un promedio de 1,05% al 1,16%, pero se evidencia la misma tendencia por lo que se procedió a aplicar los porcentajes obtenidos de esta base al valor del PIB (mMUSD-15 PPPs²) reportado por la AIE.

Para en análisis de las variables energéticas se utilizó la base de datos “Balances energéticos mundiales” de la (AIE, 2020), en relación con el consumo energético tanto sectorial como total; dentro del balance energético el consumo total se encuentra desagregado acorde a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU) Revisión 4 (ONU, 2009). (Mayor detalle en [Tabla8](#)).

Cabe mencionar que debido a que los sectores deben ser comparables dentro de esta base de datos también las actividades han sido agrupadas mediante la sumatoria de los subcomponentes, exceptuando el consumo final no especificado, el mismo no ha sido tomado en cuenta dentro del cálculo de consumo energético ya que no entra dentro de los sectores de estudio su definición indica que el rubro *“Incluye todo el uso de combustible no especificado en otra*

² Mil millones de USD, 2015 precios y PPPs

parte, así como consumo en las categorías arriba designadas para las cuales no se han proporcionado cifras por separado. Uso de combustible militar para todos el consumo móvil y estacionario se incluye aquí (por ejemplo, barcos, aviones, carreteras y energía utilizada en las viviendas) independientemente de si el combustible entregado es para el ejército de ese país o para los militares de otro país” el porcentaje de consumo para los países seleccionados en este rubro es menor al 1% con excepción de Colombia que tiene un promedio de consumo de 2,44% y Ecuador con el 7,69%, Argentina y Paraguay no tienen consumo en este rubro.

Los balances energéticos de todos los países de estudio tienen una desagregación del consumo final acorde a los siguientes sectores: a) Industria, b) transporte, c) residencial, d) comercial y servicios públicos, e) agricultura, silvicultura f) pesca mismos que se encuentran presentes en la desagregación económica, para el estudio económico y energético se definen cuatro sectores: (i) sector de la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca³ (ii) sector industria, (iii) sector transporte, (iv) sector residencial comercio y de servicios públicos.⁴

2.7. Procesamiento de los Datos

El procesamiento de los datos recolectados mediante el análisis documental han sido realizados mediante programas computacionales, como etapa inicial se ha realizado la recopilación de los datos de en el horizonte temporal establecido mediante descarga de los archivos disponibles en formato Excel de la base de datos CEPALSTAT, posteriormente se realizó la recopilación de datos de los balances energéticos acorde a los sectores de estudio desde las bases de datos de la AIE mediante la extracción de los datos necesarios desde Beyond 20/20 formato en que se presentan los datos de estas bases hacia Excel. Para poder realizar la

³ Sector Agricultura

⁴ Sector Servicios

consolidación de las bases de datos de Excel se usó el software R Studio donde se transformó las matrices de horizontal en vertical y consolido los datos iniciales de las dos variables, posteriormente se realizaron los cálculos de intensidad energética sectorial en R y Excel, se consolidaron las bases de datos de consumo energético sectorial y la tabla de factores de emisión de la IPCC; con la finalidad de realizar los cálculos enfocados en la identidad Kaya y el análisis de indicadores energéticos y ambientales; se realizan los análisis de cointegración mediante software R Studio y de Causalidad de Granger mediante software Python.

2.8. Procesamiento Metodológico para el Análisis de los Datos Cuantitativos

Para dar cumplimiento a los objetivos de se utilizó además el enfoque IPAT como un proxy para comprender la relación de las variables de estudio de forma general.(Gutman & Gutman, 2017). Se pretende generar una explicación profunda de los patrones de consumo energético mediante el uso de una variación de la identidad Kaya, análisis vinculante que permite tomar en cuenta la influencia de cinco factores para el análisis de las emisiones de carbono: actividades económicas globales Q , mix de las actividades económicas por sector S_i , intensidad energética sectorial EI_i , matriz energética M_{ij} y factores de emisión de CO_2 U_{ij} . Además, se toma en cuenta dos subcategorías correspondientes a los sectores económicos y el tipo de combustibles.(Andres Robalino-López et al., 2014).

La ecuación es representada de la siguiente forma:

$$C = \sum_{ij} C_{ij} = \sum_{ij} Q \frac{Q_i E_i E_{ij} C_{ij}}{Q Q_i E_i E_{ij}} = \sum_{ij} Q \cdot S_i \cdot EI_i \cdot M_{ij} \cdot U_{ij}$$

Donde C es el total de las emisiones de CO_2 y C_{ij} son las emisiones de CO_2 provenientes de un tipo de combustible (j) en el sector económico (i).

$S_i = \frac{Q_i}{Q}$; la razón entre el PIB sectorial y el PIB total,

$EI_i = \frac{E_i}{Q_i}$; la razón entre el consumo energético sectorial y el PIB sectorial,

$M_{ij} = \frac{E_{ij}}{E_i}$; la razón entre el consumo energético en ij (sector y tipo de energía) y el consumo energético total del sector.

i: corre sobre los 4 sectores: 1) sector de la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca, 2) sector industria, 3) sector transporte, 4) sector residencial comercio y de servicios públicos

j: corre sobre el tipo de energía: 1) gas natural, 2) renovables, 3) carbón, turba y esquisto bituminoso, 4) petróleo y sus derivados, 5) geotérmica, solar, eólica, otra, calor, electricidad

$U_{ij} = \frac{C_{ij}}{E_{ij}}$; factor tomado de IPCC 2006

Cada tipo de energía seleccionada representa un grupo de combustibles, la clasificación ha sido tomada de los balances energéticos (AIE, 2020): (Mayor detalle en [Tabla9](#))

Acorde con los grupos energéticos antes mencionados se ha determinado el factor de conversión variable ambiental, utilizando el método de referencia de las Directrices del IPCC de 2006 para Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006), mediante el promedio de los factores de emisión grupales con un intervalo de confianza al 95%, tomando el valor superior de los combustibles que emiten dióxido de carbono al ambiente (gas natural, carbón, turba y esquisto bituminoso, petróleo y sus derivados) se transformaron las unidades de kg/TJ a kg/ktoe. (Mayor detalle en [Tabla10](#))

El grupo de energías (renovables y geotérmica, solar, eólica, otra, calor, electricidad) no emiten CO_2 al ambiente acorde con los balances energéticos mundiales. (AIE, 2020)

Mediante el enfoque Kaya, se analizaron los elementos de estudio de forma vinculante con el propósito de contribuir al entendimiento del fenómeno a través de datos empíricos, se inicia con un análisis descriptivo desagregado de cada elemento de la identidad; que permite comprender su relación de forma que se pueden describir los patrones históricos y determinar el comportamiento, relacionando los resultados de los datos cuantitativos con los históricos cualitativos.

Para poder cumplir con el estudio del análisis de la evolución temporal de las variables involucradas dentro del comportamiento de consumo energético se ha realizado el análisis correlacional y causal de las variables por cada uno de los sectores económicos y energéticos descritos para el Ecuador.

El análisis correlacional a través del coeficiente de correlación de Pearson permite medir la asociación lineal o tendencia línea entre dos variables; constituye una medida global del grado en que la variación en una variable determina la variación en la otra; esto no implica necesariamente alguna relación causa-efecto. (Gujarati & Porter, 2010); este análisis se calcula a partir de las puntuaciones obtenidas en una muestra de dos variables, el coeficiente r de Pearson puede variar de -1.00 a $+1.00$, donde: a) -1.00 = correlación negativa perfecta. (“A mayor X, menor Y”, de manera proporcional; es decir, cada vez que X aumenta una unidad, Y disminuye siempre una cantidad constante), también se aplica “a menor X, mayor Y” b) $+1.00$ = Correlación positiva perfecta (“A mayor X, mayor Y” o “a menor X, menor Y”, de manera proporcional. Cada vez que X aumenta, Y aumenta siempre una cantidad constante) (Hernandez et al., 2014). Es decir, si la correlación es negativa la relación es inversamente proporcional y si la correlación es positiva la relación es directamente proporcional.

Tabla3

Grado de relación acorde al coeficiente de correlación de Pearson

Rango	Relación
-0.91 a -1.00	Correlación negativa perfecta
-0.76 a -0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlación negativa considerable
-0.26 a -0.50	Correlación negativa media
-0.11 a -0.25	Correlación negativa débil
-0.01 a -0.10	Correlación negativa muy débil
0.00	No existe correlación alguna entre las variables
0.01 a 0.10	Correlación positiva muy débil
0.11 a 0.25	Correlación positiva débil
0.26 a 0.50	Correlación positiva media
0.51 a 0.75	Correlación positiva considerable
0.76 a 0.90	Correlación positiva muy fuerte
0.91 a 1.00	Correlación positiva perfecta

Fuente: Elaboración propia basado en (Hernandez et al., 2014).

Posteriormente, se plantea el análisis de cointegración mediante y el análisis de causalidad de Granger entre las variables PIB ↔ Consumo energético; Consumo energético ↔ Emisiones de CO₂ y PIB ↔ Emisiones de CO₂, para determinar la relación de las variables.

El análisis de cointegración plantea el análisis de raíces unitarias para lo cual se han tomado los logaritmos de las variables pues son valores numéricos altos; se ha realizado el análisis de cointegración mediante la prueba de raíz unitaria de Dickey y Fuller aumentada (DFA) (Gujarati & Porter, 2010; Pinzón, 2018). Se estiman regresiones cointegrantes de este tipo:

$$LPIB_t = \beta_1 + \beta_2 LCE_t + u_t, (1)$$

$$LECO_{2t} = \beta_1 + \beta_2 LCE_t + u_t (2)$$

$$LECO_{2t} = \beta_1 + \beta_2 LPIB_t + u_t (3)$$

Donde L significa logaritmo. β_1 es el intercepto de la regresión y β_2 el parámetro cointegrante o coeficiente de la regresión. Se pretende verificar que los residuales de las regresiones 1, 2 y 3 son estacionarios de forma que se pueda verificar cointegración, para prevenir una relación espuria es importante mencionar que si las variables son no estacionarias se puede llegar a conclusiones incorrectas. (Gujarati & Porter, 2010; Pinzón, 2018)

Mediante el software R, se obtuvieron los modelos de regresión y los residuales; se aplicó la prueba DFA, para los residuales identificados como no estacionarios se volvió a estimar la ecuación con la variable tendencia y a verificarlos mediante la aplicación de la prueba DFA. Estas pruebas fueron realizadas para poder determinar una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables mencionadas, hecho que sucede si los residuales son estacionarios, es decir hay cointegración.

Posteriormente se realizó el mecanismo de corrección de errores (MCE), para las variables con equilibrio a largo plazo, mediante este análisis se busca corregir el desequilibrio que puede existir en el corto plazo entre las dos variables, (Liddle & Lung, 2015) el mecanismo de corrección de errores (MCE), utilizado por primera vez por Sargan y popularizado más tarde por Engle y Granger, corrige el desequilibrio. Un importante teorema, conocido como teorema de representación de Granger, afirma que, si dos variables Y y X están cointegradas, la relación entre las dos se expresa como MCE. (Gujarati & Porter, 2010) Considerando el siguiente modelo:

$$\Delta LPIB_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta LCE_t + \alpha_2 u_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\Delta LECO_{2t} = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta LCE_t + \alpha_2 u_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$\Delta LECO_{2t} = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta LPIB_t + \alpha_2 u_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Donde, ε_t es un término de error de ruido blanco y u_{t-1} es el valor rezagado del término de error de la ecuación 1, 2 y 3.

Las ecuaciones 1, 2 y 3 establecen que hay dependencia de las variables y también del término de error de equilibrio. Si este último es diferente de cero, el modelo no está en equilibrio. Suponga que ΔLCE_t , es cero y que u_{t-1} es positiva. Esto significa $LPIB_{t-1}$ que es demasiado alto para estar en equilibrio, es decir, $LPIB_{t-1}$ está por encima de su valor de equilibrio ($\alpha_0 + \alpha_1 LCE_{t-1}$). Como se espera que α_2 sea negativa, el término $\alpha_2 u_{t-1}$ es negativo y, por tanto, $\Delta LPIB_t$ será negativo para restablecer el equilibrio. Es decir, si LCE_t está por arriba de su valor de equilibrio, comenzará a disminuir en el siguiente periodo a fin de corregir el error de equilibrio; de ahí el nombre de MCE. De igual manera, si u_{t-1} es negativa (es decir, $LPIB_t$ está por debajo de su valor de equilibrio), $\alpha_2 u_{t-1}$ será positivo, lo cual provocará que $\Delta LPIB_t$ sea positivo, lo que provocará que $LPIB_t$ se incremente en el periodo t. Por tanto, el valor absoluto de α_2 determina la

rapidez con que se restablecerá el equilibrio. En la práctica, u_{t-1} se estima por $\hat{u}_{t-1} = (LPIB_t - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 LCE_t - \hat{\beta}_3 t)$. Se espera que el coeficiente de corrección del error α_2 sea negativo; mediante este análisis se busca determinar el equilibrio en el corto plazo de las variables y por tanto la predicción del comportamiento de la una sobre a otra (Alvarado & Toledo, 2017; Engle & Granger, 2012; Liddle & Lung, 2015).

Mediante el software Python se ha realizado la prueba de causalidad de Granger, para determinar los nexos y las direcciones causales de las variables de estudio; de forma que se pueda responder la pregunta de si los valores pasados de una variable x pueden explicar significativamente los valores actuales de otra variable y . En el caso de que esto sea cierto, agregar valores rezagados de x puede mejorar la estimación de y para períodos futuros. Por lo tanto, saber que x Granger causa y significa que x ayuda significativamente en la predicción de y , el test de Granger consiste en probar la hipótesis nula de “no causalidad de Granger” (Pinzón, 2018).

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \dots + \alpha_p y_{t-p} + \beta_1 x_{t-1} + \dots + \beta_p x_{t-p} + \varepsilon_t$$

$$x_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_{t-1} + \dots + \alpha_p x_{t-p} + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_p y_{t-p} + \mu_t$$

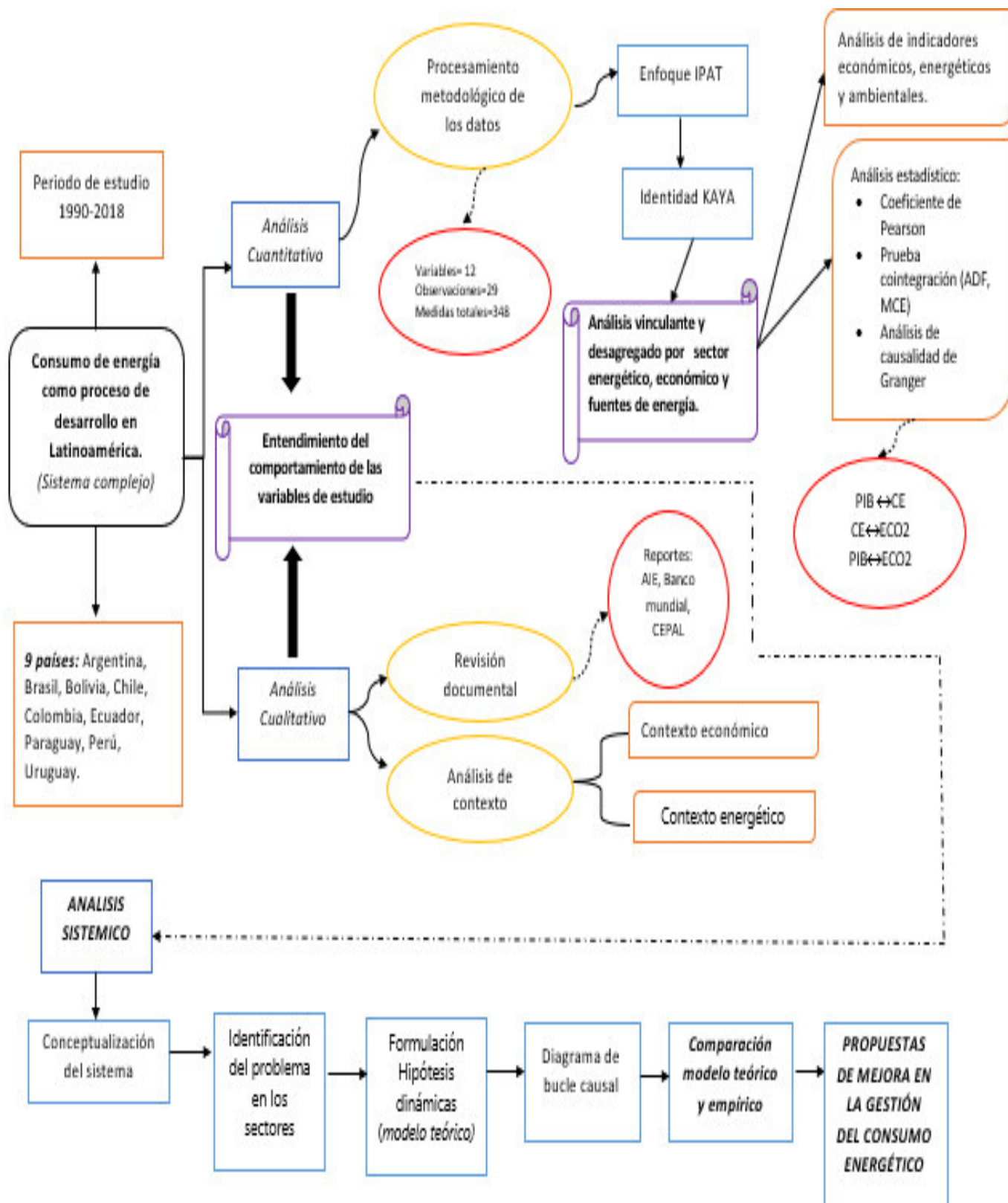
Finalmente, se realiza el análisis comparativo entre el modelo teórico planteado mediante dinámica de sistemas, y el modelo empírico del estudio.

Los sistemas debe ser modelados y simulados para comprender los sistemas y diseñar estrategias de gestión, la metodología de Forrester proporciona una base para construir modelos informáticos para hacer lo que la mente humana no puede hacer: analizar racionalmente la estructura, las interacciones y los modos de comportamiento de los sistemas sociales complejos,

proporcionando así un marco por el cual las estrategias se pueden probar y se pueden realizar compensaciones, mientras las opciones aún están abiertas de forma que se planteen estrategias de mejora en por lo menos un sector del Ecuador, la metodología plantea que para desarrollar el modelo de dinámica de sistemas inicia con la identificación del problema, desarrollo de una o varias hipótesis dinámica que explique la o las causas del problema, crear una estructura básica de un gráfico causal, aumentar el gráfico causal con más información, convertir el gráfico causal aumentado en un gráfico de flujo de dinámica del sistema y traducir un gráfico de dinámica del sistema ahora en programas o ecuaciones STELLA o VENSIM (Bala et al., 2018). El diagrama esquemático de la metodología utilizada (Ver [Figura1](#)).

Figura 1

Metodología de Investigación



Capítulo 3. Resultados

La presentación de resultados se enfocará en el cumplimiento de los objetivos acorde con la siguiente tabla:

Tabla4

Presentación de resultados

Objetivo específico	Apartado
1. Describir los patrones históricos de consumo energético en el contexto de desarrollo de Latinoamérica y las tecnologías de cuantificación (metodologías e instrumentos) utilizados para su medición y gestión.	3.1 Desarrollo económico 3.2 Consumo energético 3.3 Emisiones
2. Analizar la evolución temporal de por lo menos los últimos 20 años disponibles de las variables involucradas dentro comportamiento de consumo energético por sectores en el contexto ecuatoriano (tipologías).	3.4 Consumidor energético por sectores en el Ecuador
3. Determinar el comportamiento actual (entre 1 a 3 años anteriores) de consumo energético por sectores en el contexto ecuatoriano.	3.5 Consumidor energético por sectores en el Ecuador 2014-2018
4. Modelar mediante dinámica de sistemas la aplicación de estrategias de mejora en la gestión del consumo energético en por lo menos un sector del Ecuador.	3.6 Pruebas de correlación de las variables 3.7 Pruebas de cointegración de las variables 3.8 Análisis de causalidad de Granger 3.9. Planteamiento del modelo empírico y teórico

Se iniciará la presentación de los resultados con la contextualización del desarrollo económico y del consumo energético como sustento teórico durante el horizonte temporal 1990-2018, se profundizará sobre el entendimiento del consumidor energético por sectores en el Ecuador utilizando el enfoque IPAT, identidad KAYA mediante este análisis desagregado se

permite la descripción de los patrones históricos de consumo, así como la comprensión de las tecnologías de cuantificación se expondrán los índices de emisiones de carbono e intensidad por cada país, de forma en que se pueda describir el comportamiento actual del consumo energético por sectores en el contexto Ecuatoriano, se estudiarán las relaciones de correlación, cointegración y causalidad de las variables de estudio para poder analizar la evolución temporal de las variables por sector mediante las relaciones estudiadas se modelará mediante dinámica de sistemas la aplicación de estrategias de mejora en los sectores del Ecuador; se discutirán los resultados obtenidos y la importancia de los mismos frente al desarrollo sostenible del país.

3.1. Desarrollo Económico

La economía mundial durante este periodo de estudio ha tenido fluctuaciones debido a las diversas condiciones y fenómenos a nivel mundial, situaciones como la crisis asiática de 1997, el estallido de la burbuja inmobiliaria en Estados Unidos en el 2008, la crisis del Euro en 2012 que produjo serias crisis y el tan sonado brexit son algunos de los eventos de importancia tomando en cuenta que una economía abierta ofrece oportunidades de expansión y crecimiento, pero a la vez implica que se tendrá influencias de forma directa o indirecta de todo el sistema externo (Banco Mundial, 2008; ONU, 2018^a). Según datos extraídos de la AIE durante el periodo de estudio 1990-2018, en el contexto mundial el PIB presenta una tasa de crecimiento promedio de 2,89%, América Latina maneja un crecimiento promedio de 2,60% por otro lado la Comunidad Andina tiene un crecimiento promedio de 3,77% y el Merco Sur 3,46%, Brasil tiene una tasa de crecimiento promedio del PIB de 2,43% (AIE, 2020).

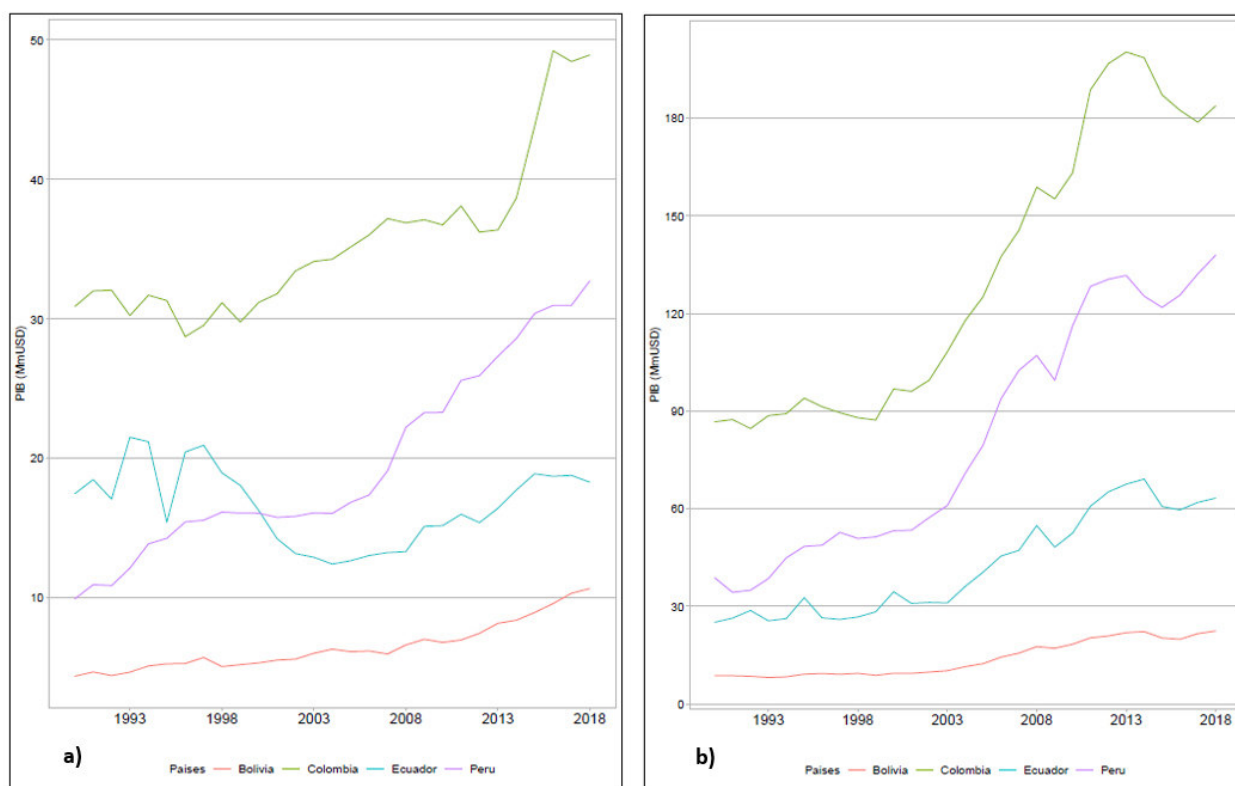
3.1.1 Desarrollo económico en la CAN

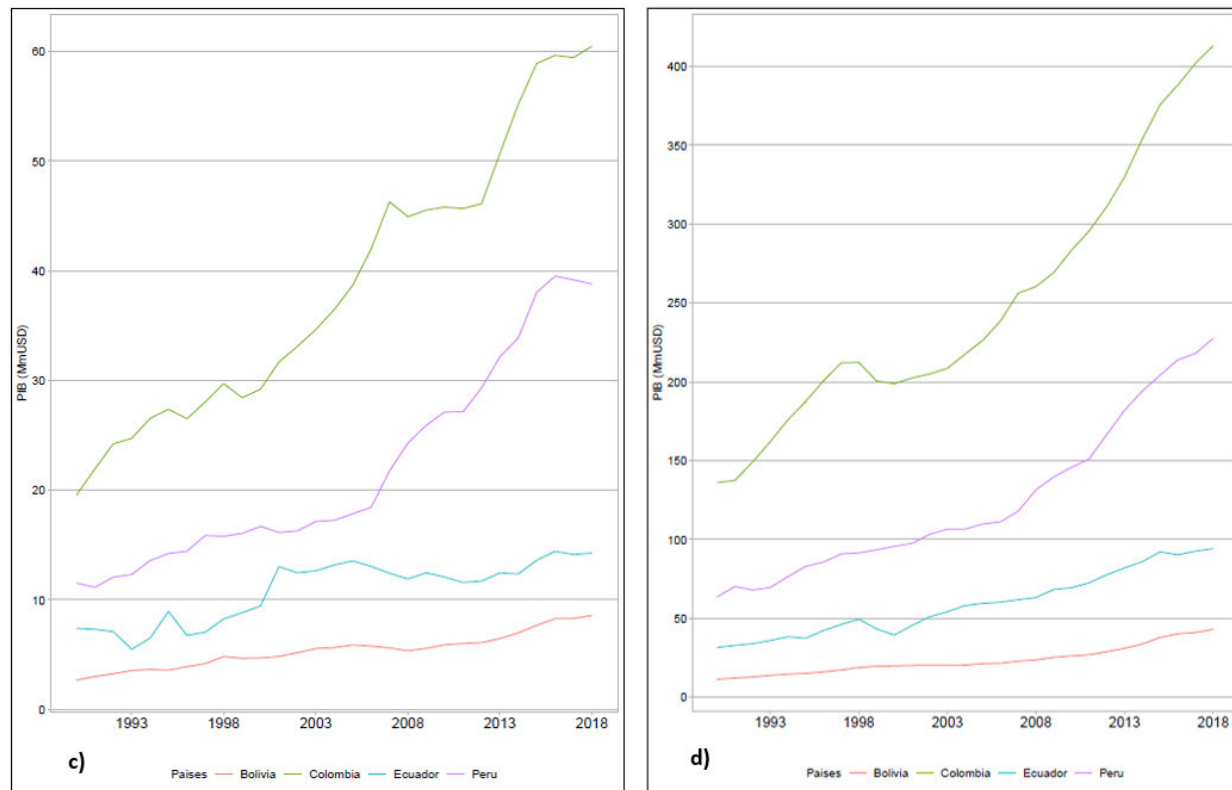
Bolivia tiene un PIB promedio anual 1990-2018 de (49,11 mMUSD-15 PPPs) con un crecimiento promedio de 4,16%, Colombia tiene la mayor representación del PIB de la

Comunidad Andina con un PIB de (454,15 mMUSD-15 PPPs) crecimiento promedio anual de 3,48%, Ecuador (128,91 mMUSD-15 PPPs) con un crecimiento promedio de 3,10% y Perú PIB promedio (247,94 mMUSD-15 PPPs) con un crecimiento promedio de 4,65%. Colombia lleva la delantera dentro de todos los sectores económicos, seguido de Perú, Ecuador y en último lugar es Bolivia, (Ver [Figura2](#)).

Figura 2

PIB por Sectores de la CAN





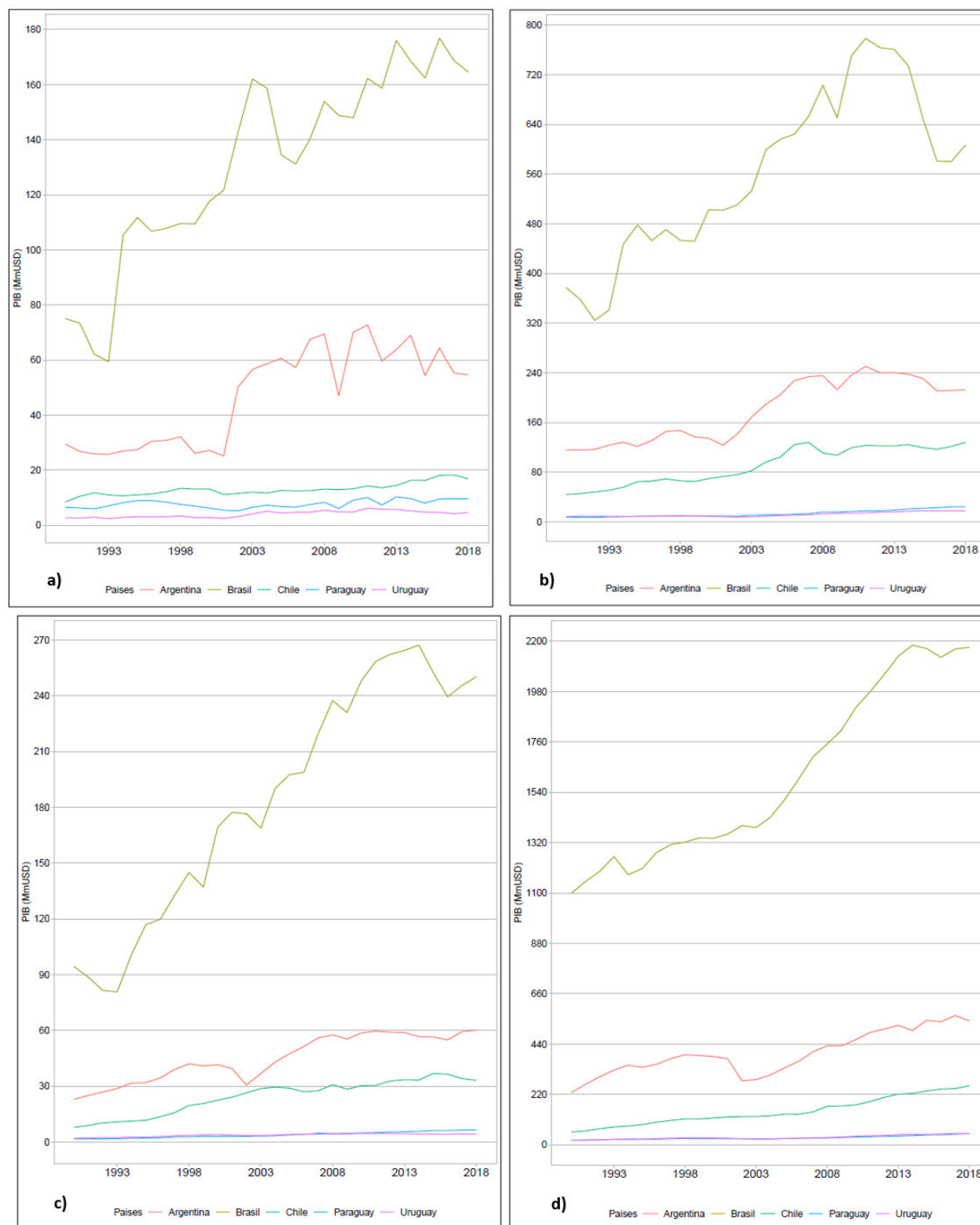
Nota: a) Agricultura b) Industria, c) Transporte, d) Servicios. Fuente: Datos AIE 1990-2018

3.1.2 Desarrollo económico en el MERCOSUR

Argentina tiene un PIB promedio anual 1990-2018 de (671,84 mMUSD-15 PPPs) con un crecimiento promedio anual de 3%, Brasil tiene la mayor cantidad del PIB de la región (2480 mMUSD-15 PPPs) un crecimiento del 2%, Chile PIB promedio (274,41 mMUSD-15 PPPs) con un crecimiento promedio de 4,88%, Paraguay (55,68 mMUSD-15 PPPs) con un crecimiento promedio de 3,38% y Uruguay (52,00 mMUSD-15 PPPs) con un crecimiento promedio de 3,18%. En la región el país que lleva una fuerte ventaja en el desarrollo económico en todos los sectores y que por lo tanto tiene el PIB más alto frente a los demás del grupo es Brasil, seguido por Argentina, Chile, Uruguay y Paraguay que van muy cerca uno de otro. (Ver [Figura3](#))

Figura 3

PIB por Sectores MERCOSUR



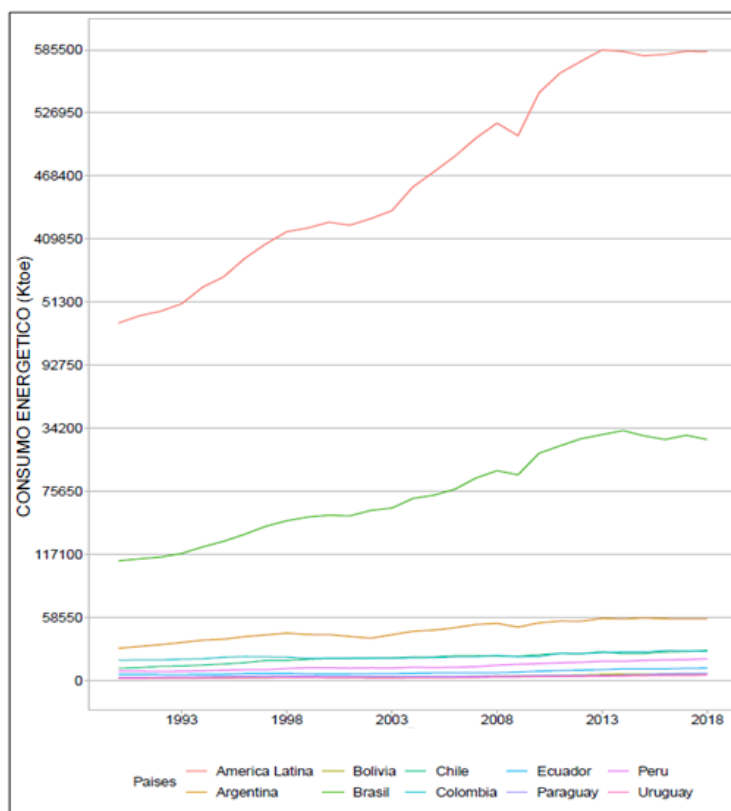
Nota: a) Agricultura b) Industria, c) Transporte, d) Servicios. Fuente: Datos AIE 1990-2018

3.2. Consumo Energético

El consumo energético que se presentará a continuación se encuentra medido en miles de ktoe. Acorde al análisis de los datos tomados de la Agencia Internacional de Energía a nivel mundial el consumo de energía para el periodo (1990-2018) tiene un promedio de (7827267,586 ktoe), con una tasa de crecimiento promedio anual durante el periodo de 1,82%, en este periodo el consumo energético a nivel mundial ha incrementado en un 58,57% desde 1990 a 2018. Latinoamérica en conjunto tiene un consumo promedio de (468191,4828 ktoe), con un crecimiento anual de 1,98% su consumo energético ha incrementado en un 75,96% en el periodo estudiado. (Ver [Figura4](#)).

Figura 4

Consumo Energético CAN y MERCOSUR



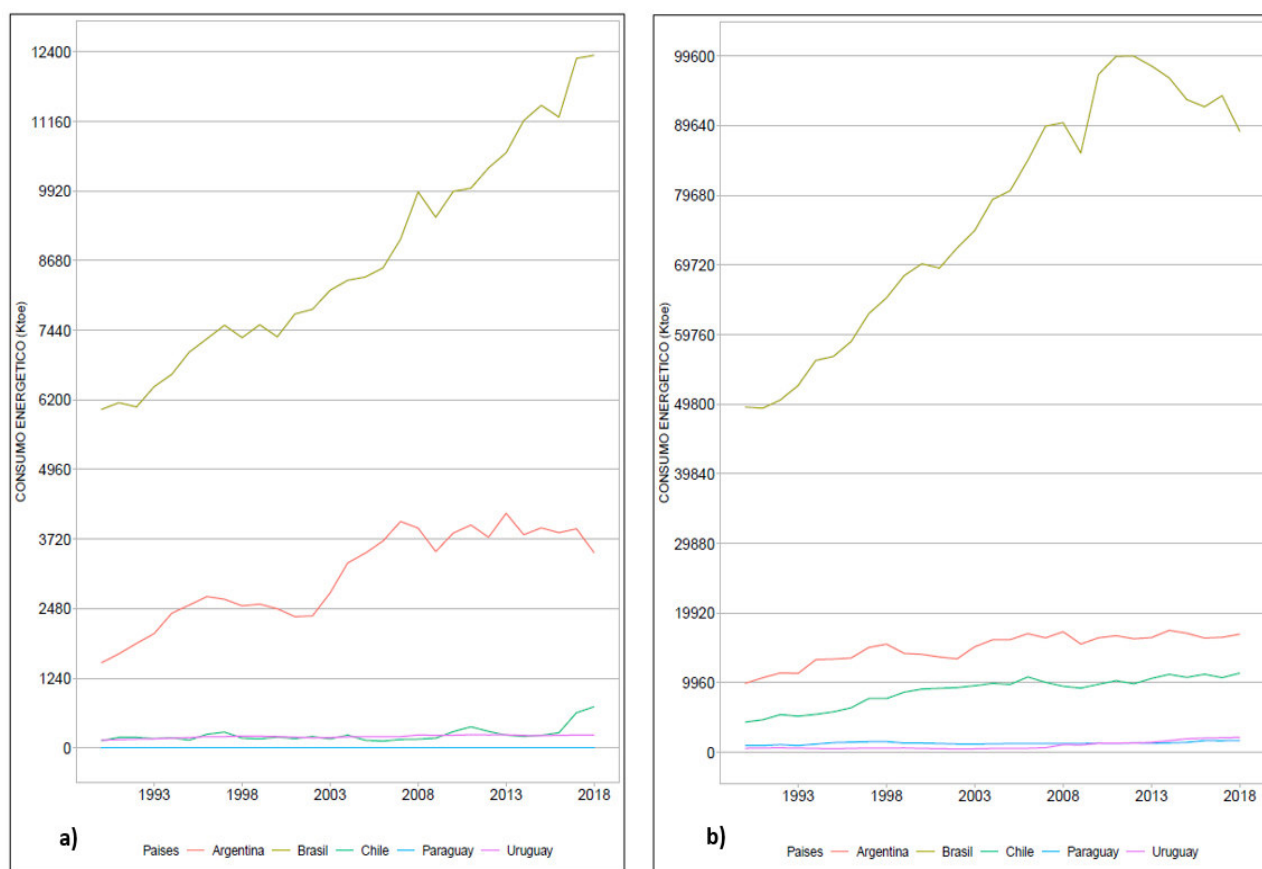
Fuente: Datos AIE 1990-2018

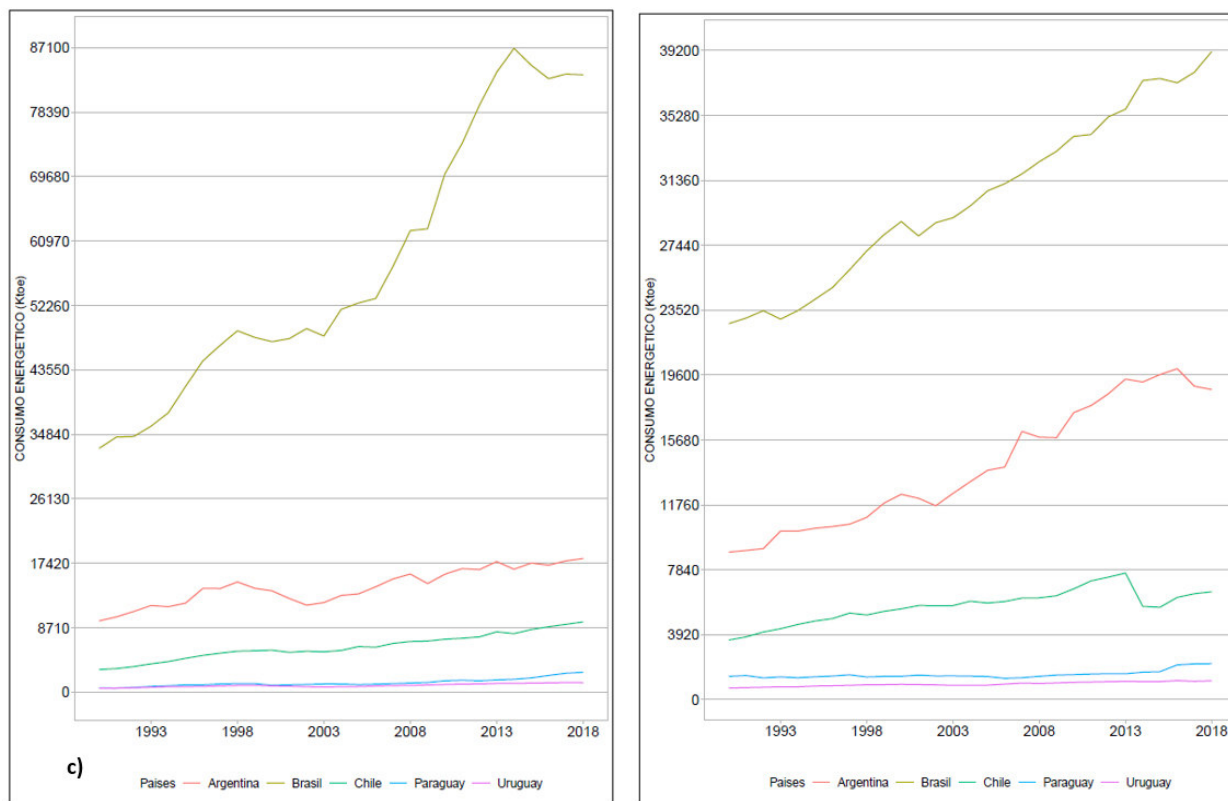
3.2.1. Consumo energético del MERCOSUR

El Merco Sur tiene un consumo promedio de (74104, 31 ktoe), con un crecimiento anual de 2,74% durante el periodo el consumo energético ha incrementado en un 110,50%. Brasil tiene un consumo promedio de (179112,07 ktoe), con un crecimiento anual de 2,57% su el consumo energético mundial ha incrementado en un 101,39% durante el periodo de estudio. En esta región Brasil es el país con mayor consumo energético seguido de Argentina, Chile, Uruguay y Paraguay. (Ver [Figura5](#)).

Figura 5

Consumo energético por sectores MERCOSUR





Nota: a) Agricultura b) Industria, c) Transporte, d) Servicios. Fuente: Datos AIE 1990-2018

Para mayor comprensión de las variables estudiadas se ha dividido en 6 periodos la información, para cada sector económico y de consumo energético de los países de la CAN y Merco Sur.

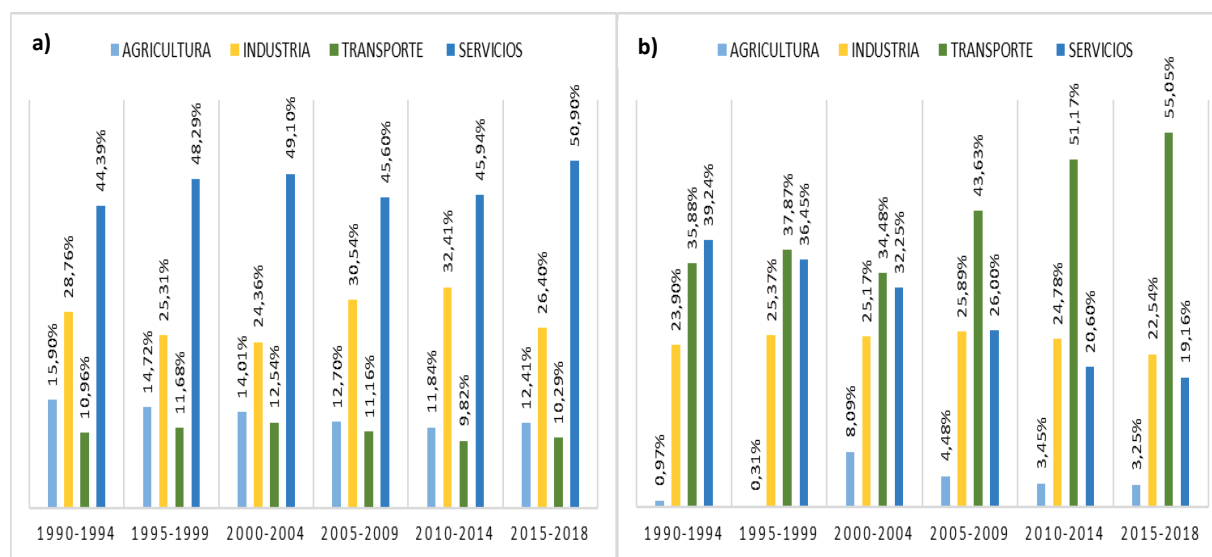
3.2.2. PIB y Consumo energético en Bolivia

La relación entre las dos variables analizadas: PIB sectorial y consumo energético sectorial, es abordada mediante el indicador intensidad energética (Bhattacharyya, 2011) para el caso particular de Bolivia se observa que el sector con mayor contribución al PIB es el sector de servicios, seguido del sector industria, sector agricultura y finalmente el sector del transporte (Ver [Figura6](#), mayor detalle en [Tabla11 en Anexo2](#)), sin embargo el sector de mayor consumo energético es el sector de transporte, el país posee un consumo similar en el sector de la industria y el sector servicios que han presentado pequeñas variaciones a lo largo de los periodos

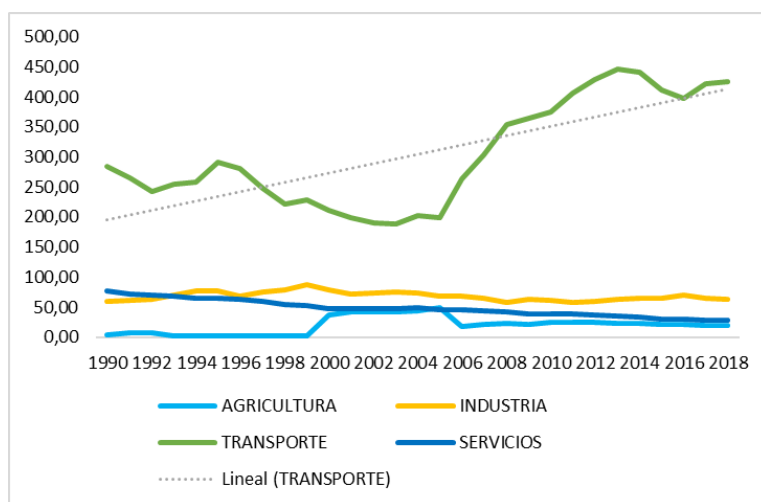
estudiados; finalmente el sector con menor consumo es el de la agricultura (Ver [Figura6](#), mayor detalle en [Tabla13](#) en [Anexo3](#)). El sector con mayor intensidad energética es el sector del transporte seguido del sector de la industria, el sector servicios y el de la agricultura cabe mencionar que la evolución de la intensidad energética del país ha mantenido durante el periodo de estudio 1990-2018 al sector del transporte como el sector con mayor intensidad energética, intensidad que tiende al crecimiento en los últimos periodos (Ver [Figura7](#), mayor detalle en [Tabla15](#) en [Anexo4](#)).

Figura 6

Contribución al PIB Sectorial y Consumo Energético Sectorial de Bolivia



Nota: a) Contribución al PIB, b) Consumo energético sectorial. Fuente: a) CEPAL 1990-2018, b)AIE 1990-2018

Figura 7*Intensidad Energética Sectorial Bolivia*

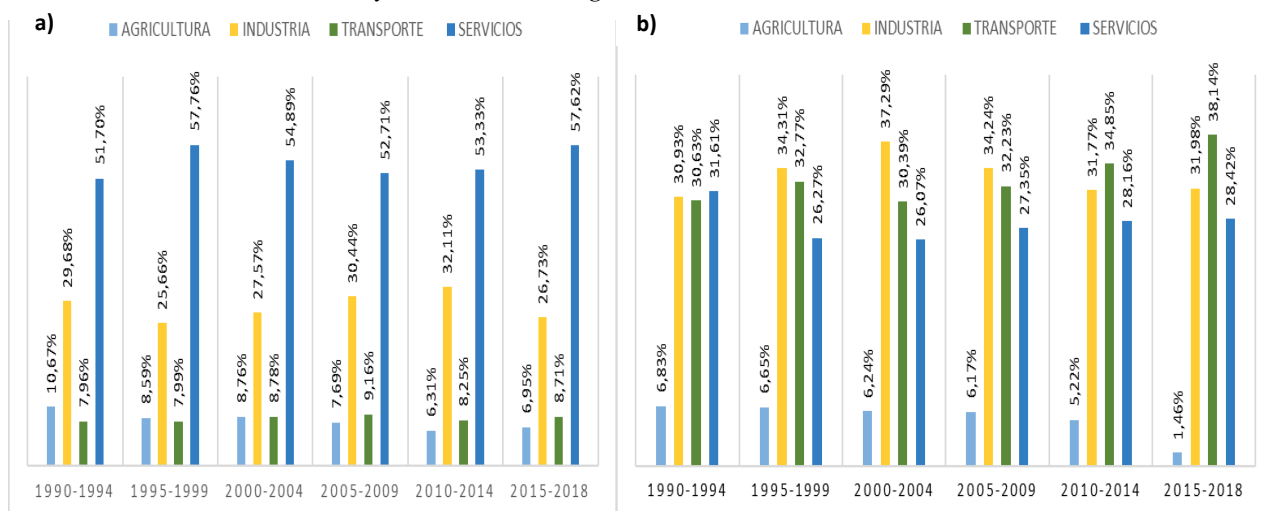
Fuente: Datos AIE 1990-2018

3.2.3. PIB y Consumo energético en Colombia

El sector con mayor contribución al PIB es él es el sector servicios seguido del sector industria, sector agricultura y finalmente el sector del transporte, a partir del periodo 2000-2004 el sector del transporte comenzó a aumentar su contribución al PIB colocándose frente al sector de la agricultura se ha mantenido así hasta el periodo más actual 2015-2018 (Ver [Figura8](#), mayor detalle [Tabla11](#) en Anexo2). En cuanto al consumo energético los sectores de mayor consumo son la industria y el transporte, la industria llevó la delantera durante los cuatro primeros periodos de estudio 1990-2009 a partir del 2010 el consumo del transporte ha incrementado, ocupando el tercer lugar de consumo se encuentra el sector servicios y finalmente el sector de la agricultura (Ver [Figura8](#) , mayor detalle [Tabla13](#) en [Anexo3](#)). El sector con mayor intensidad energética es el sector del transporte seguido del sector de la industria, el sector agricultura y el sector servicios cabe mencionar que la evolución de la intensidad energética del país ha mantenido durante el periodo de estudio 1990-2018 al sector del transporte como el sector con mayor intensidad, intensidad que tiende a decrecer (Ver [Figura12](#) mayor detalle en [Tabla15](#) en [Anexo4](#)).

Figura 8

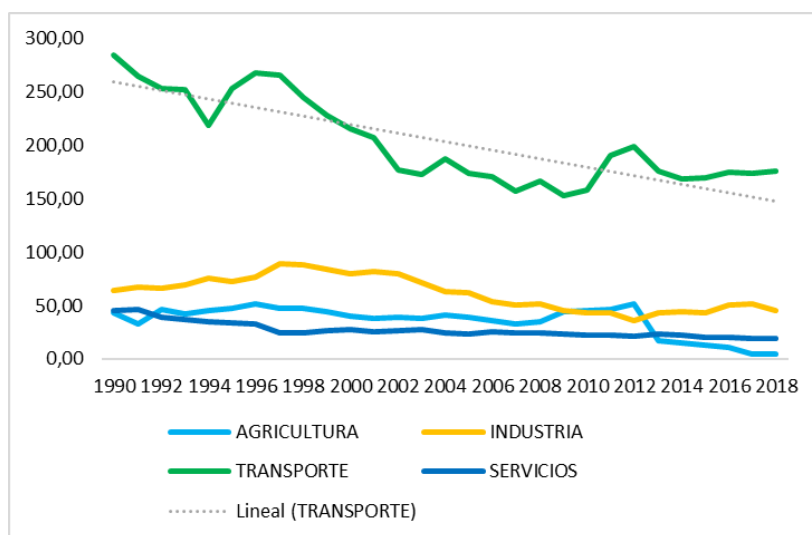
Contribución al PIB Sectorial y Consumo Energético Sectorial de Colombia



Nota: a) Contribución al PIB, b) Consumo energético sectorial. Fuente: a) CEPAL 1990-2018, b) AIE 1990-2018

Figura 9

Intensidad Energética Sectorial Colombia



Fuente: Datos AIE 1990-2018

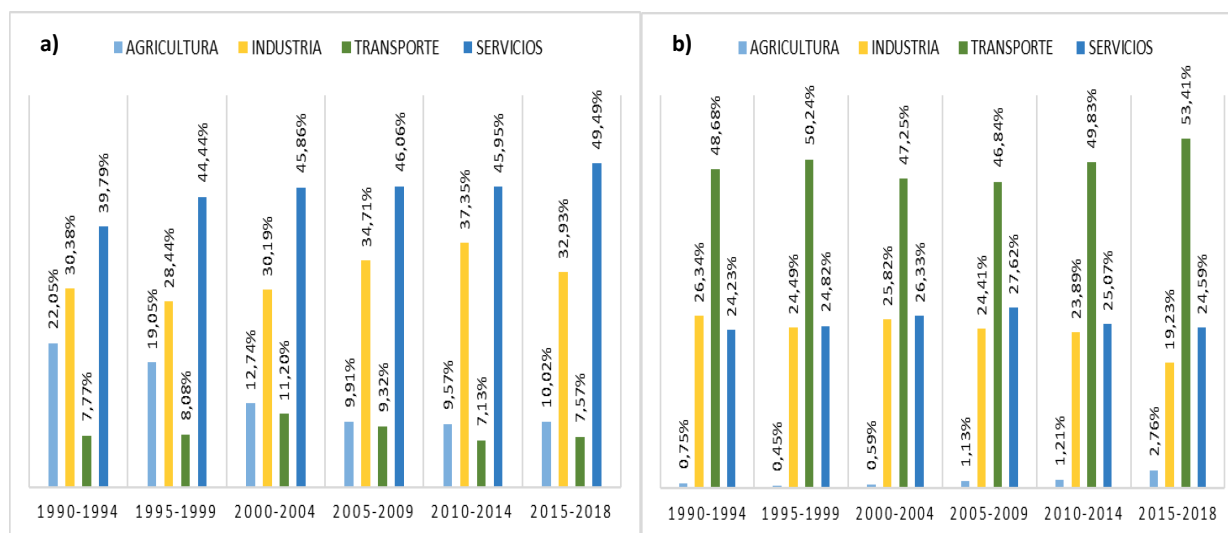
3.2.4. PIB y Consumo energético en Ecuador

El sector con mayor contribución al PIB es el sector servicios mismo que ha ido en aumento desde el primer periodo de estudio 1990-1994 hasta el más reciente 2015-2018 seguido del sector industria que presenta fluctuaciones y un crecimiento no muy acentuado durante los periodos de estudio, los periodos de mayor crecimiento del sector son entre 2005-2014 el último periodo de estudio el sector decae, como tercer sector la agricultura que posee una tendencia generalizada a disminuir su participación en el PIB y finalmente el sector del transporte que presenta fluctuaciones mínimas sin un mayor cambio en la participación durante los seis periodos de estudio. (Ver [Figura10](#) , mayor detalle en [Tabla11](#) en Anexo2).

En cuanto al consumo energético el sector que ocupa la mayor cantidad de energía es el sector del transporte llegando a ser incluso más del 50% del consumo total, en segundo lugar y muy de la mano se encuentran los sectores de la industria y el de servicios, siendo la industria que llevó la delantera durante los dos primeros periodos 1990-1999 posterior a ello el sector servicios ha incrementado su consumo; finalmente se encuentra al sector de la agricultura con consumos mínimos de apenas el 3% . (Ver [Figura10](#) , mayor detalle en [Tabla13](#) en [Anexo3](#)). El sector con mayor intensidad energética es el sector del transporte seguido del sector de la industria, el sector servicios y el sector de la agricultura, la intensidad en el sector transporte muestra una tendencia estable durante el último periodo de estudio. (Ver [Figura11](#) mayor detalle en [Tabla15](#) en [Anexo4](#)).

Figura 10

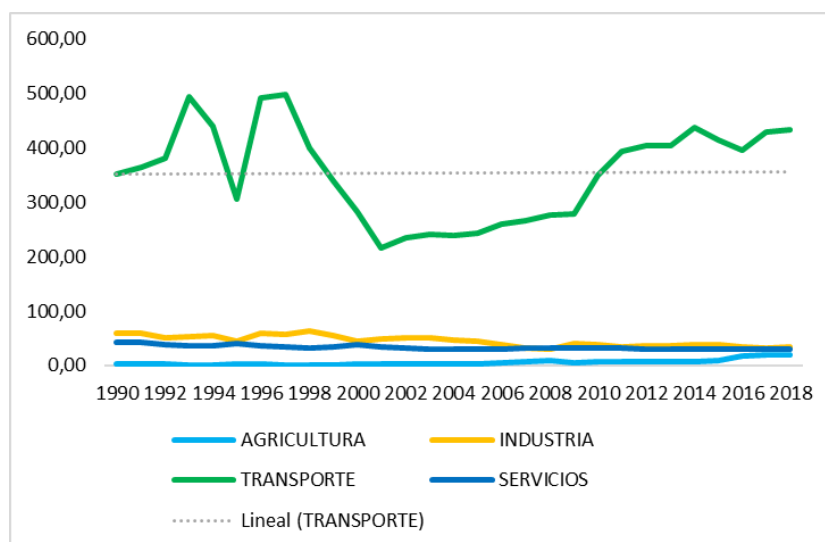
Contribución al PIB Sectorial y Consumo Energético Sectorial de Ecuador



Nota: a) Contribución al PIB, b) Consumo energético sectorial. Fuente: a) CEPAL 1990-2018, b) AIE 1990-2018

Figura 11

Intensidad Energética Sectorial Ecuador



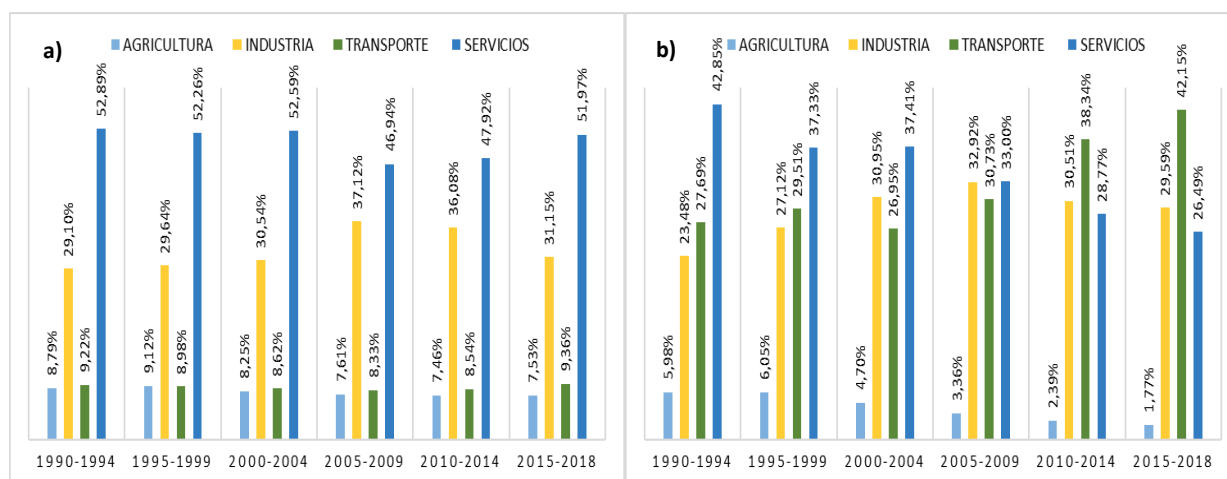
Fuente: Datos AIE 1990-2018

3.2.5. PIB y Consumo energético en Perú

El sector con mayor contribución al PIB es el sector de servicios el cual ha presentado fluctuaciones mínimas a lo largo del periodo estudiado, seguido del sector industria que presenta fluctuaciones y un crecimiento más acentuado durante el periodo 2005-2009 que alcanza su pico de crecimiento, muy cercanos se encuentran el sector del transporte y la agricultura, sin embargo, la mayor contribución durante los seis periodos es para el sector de los servicios. (Ver [Figura12](#) , mayor detalle [Tabla11](#) en [Anexo2](#)). En cuanto al consumo energético el sector que ocupa la mayor cantidad de energía es el sector servicios, durante los tres primeros periodos de estudio 1990-2004, durante estos periodos hay fluctuaciones en el consumo del sector de la industria y el transporte; sin embargo de 1990-1999 el sector con mayor consumo es el transporte en el 2000-2004 el mayor consumo lo reporta la industria frente al transporte, a partir del período 2005-2009 el sector del transporte comienza a aumentar su participación en el consumo manteniéndose así hasta el último periodo de estudio, el sector servicios reduce considerablemente el consumo, tomando la delantera el sector industria pese a que tiende a disminuir su participación; la participación del sector agricultura es mínimo. (Ver [Figura12](#), mayor detalle en [Tabla13](#) en [Anexo3](#)). El sector con mayor intensidad energética es el sector del transporte, seguido del sector de la industria, el sector servicios y es sector de la agricultura, la intensidad en el sector transporte muestra una tendencia estable. (Ver [Figura13](#) mayor detalle en [Tabla15](#) en [Anexo4](#)).

Figura 12

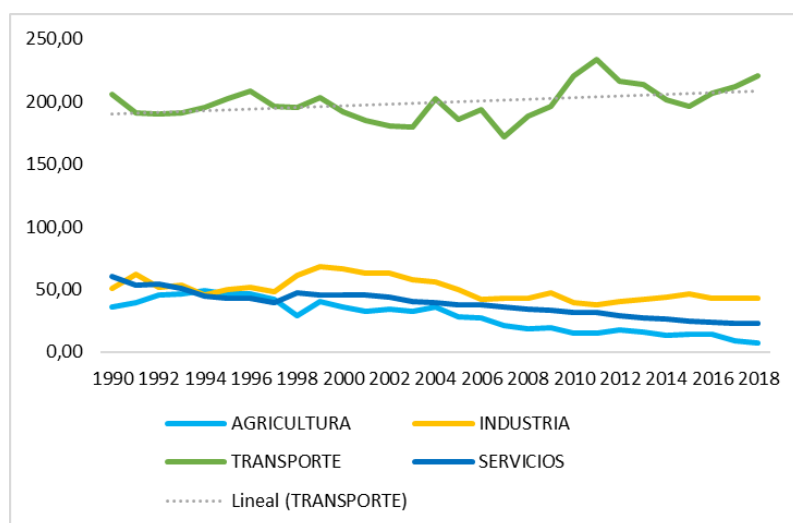
Contribución al PIB Sectorial y Consumo Energético Sectorial de Perú



Nota: a) Contribución al PIB, b) Consumo energético sectorial. Fuente: a) CEPAL 1990-2018, b) AIE 1990-2018

Figura 13

Intensidad energética sectorial Perú



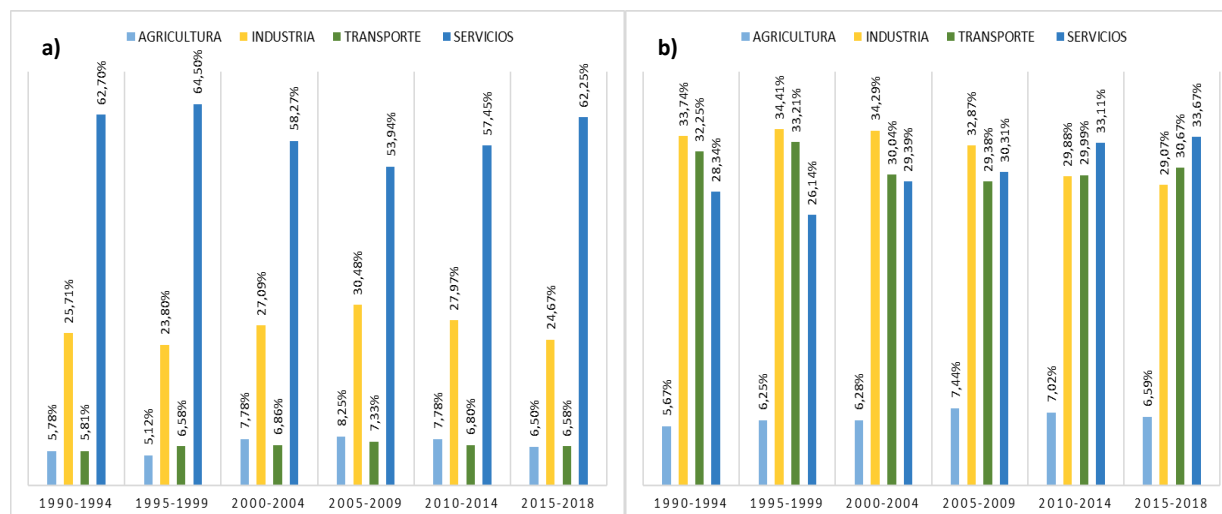
Fuente: Datos AIE 1990-2018

3.2.5. PIB y Consumo energético en Argentina

El PIB de Argentina tiene una mayor contribución del sector servicios, durante todos los periodos de estudio maneja una contribución por sobre el 50% el segundo sector de contribución es el de la industria con fluctuaciones y pequeños márgenes de crecimiento la industria presenta el mayor crecimiento en el periodo 2005-2009, durante los dos periodos más actuales refleja contracción en su crecimiento, como tercer sector se tiene al transporte y a la agricultura que difieren por muy poco uno del otro. (Ver [Figura14](#), mayor detalle en [Tabla12](#) en [Anexo2](#)). En cuanto al consumo energético para los tres primeros periodos de estudio 1990-2004 el sector con mayor consumo es el de la industria seguido del sector del transporte y el de servicios, en el periodo 2005-2014 la industria continua como el sector con mayor consumo, pero el sector servicios empieza a crecer frente al transporte, finalmente durante el periodo 2015-2018 el sector de mayor consumo pasa a ser sector de los servicios seguido del transporte y finalmente la industria. El sector de la agricultura mantiene un consumo mínimo frente a los demás sectores (Ver [Figura14](#) , mayor detalle en [Tabla14](#) en [Anexo3](#)). El sector del transporte es el sector con mayor intensidad energética seguido del sector de la industria la agricultura y el sector servicios, se puede evidenciar que el transporte tiene una tendencia a descender. (Ver [Figura15](#) mayor detalle en [Tabla15](#) en [Anexo4](#)).

Figura 14

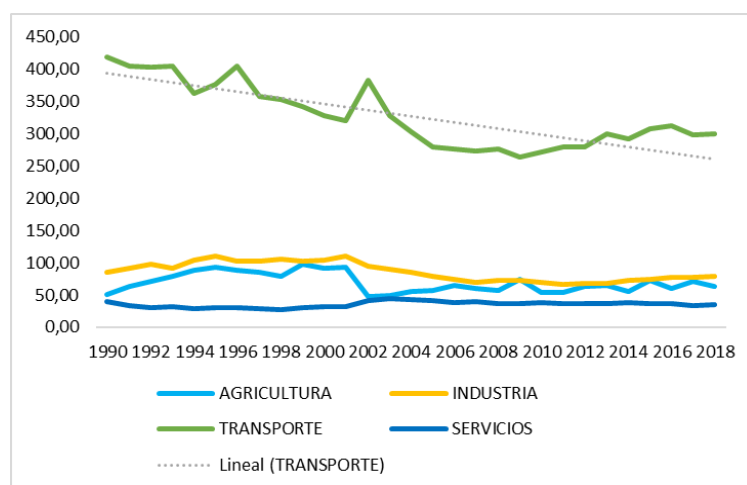
Contribución al PIB Sectorial y Consumo Energético Sectorial de Argentina



Nota: a) Contribución al PIB, b) Consumo energético sectorial. Fuente: a) CEPAL 1990-2018, b) AIE 1990-2018

Figura 15

Intensidad Energética Sectorial Argentina



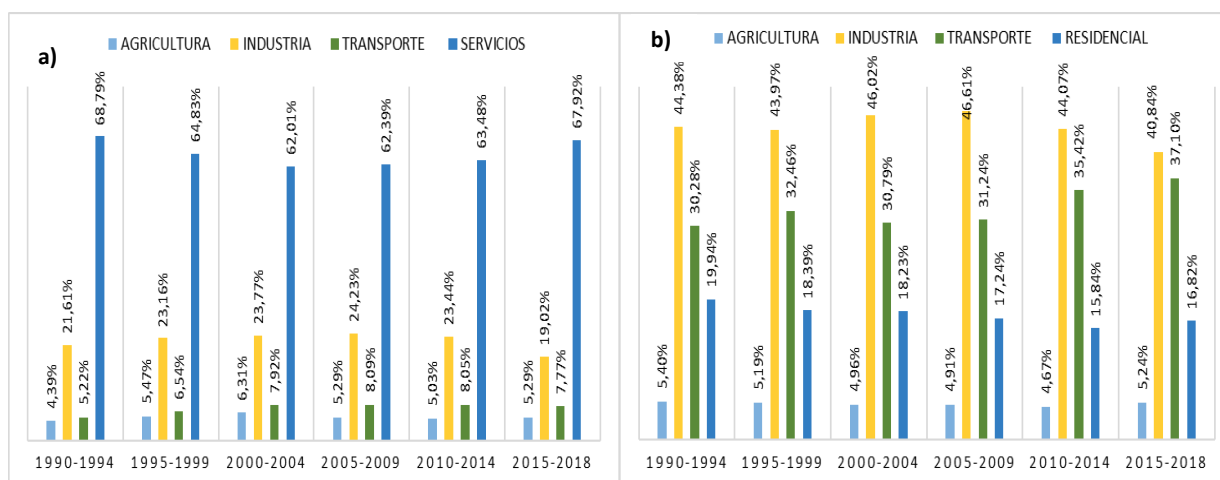
Fuente: Datos AIE 1990-2018

3.2.6. PIB y Consumo energético en Brasil

El PIB de Brasil tiene mayor contribución por parte del sector servicios, durante todos los periodos de estudio maneja una contribución mayor al 60% el segundo sector de contribución es el de la industria con fluctuaciones y pequeños márgenes de crecimiento la industria presenta el mayor crecimiento en el periodo 2005-2009, durante los dos periodos más actuales refleja contracción en su crecimiento, como tercer sector se tiene al transporte y a la agricultura que difieren por muy poco uno del otro. (Ver [Figura16](#), mayor detalle en [Tabla12](#) en [Anexo2](#)). En cuanto al consumo, el sector con mayor consumo energético es la industria, seguido del transporte mismo que ha ido incrementando su consumo hasta casi alcanzar al nivel de la industria en el último periodo de estudio 2015-2018, como tercer sector está el de servicios y con mínimas participaciones el sector de la agricultura. (Ver [Figura16](#), mayor detalle en [Tabla14](#) en [Anexo3](#)). El sector del transporte es el sector con mayor intensidad energética seguido del sector de la industria la agricultura y el sector servicios, la intensidad del transporte demuestra una tendencia a decrecer. (Ver [Figura17](#) mayor detalle en [Tabla15](#) en [Anexo4](#)).

Figura 16

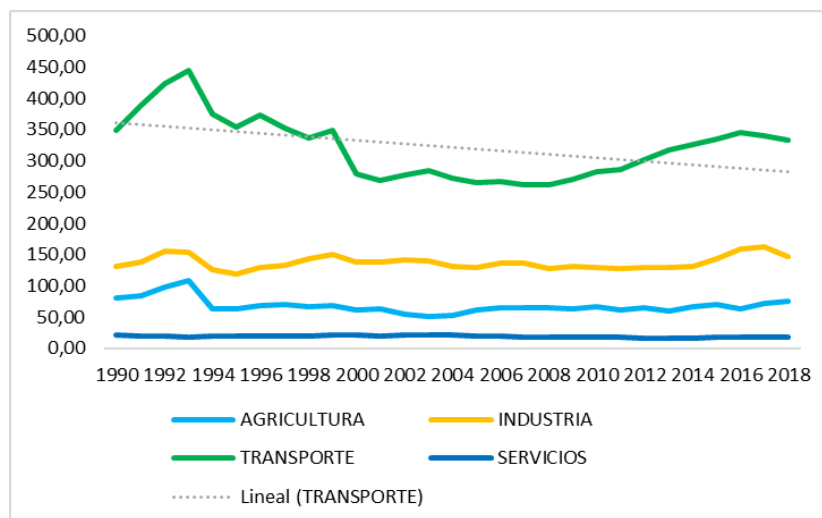
Contribución al PIB Sectorial y Consumo Energético Sectorial de Brasil



Nota: a) Contribución al PIB, b) Consumo energético sectorial. Fuente: a) CEPAL 1990-2018, b) AIE 1990-2018

Figura 17

Intensidad energética Sectorial Brasil



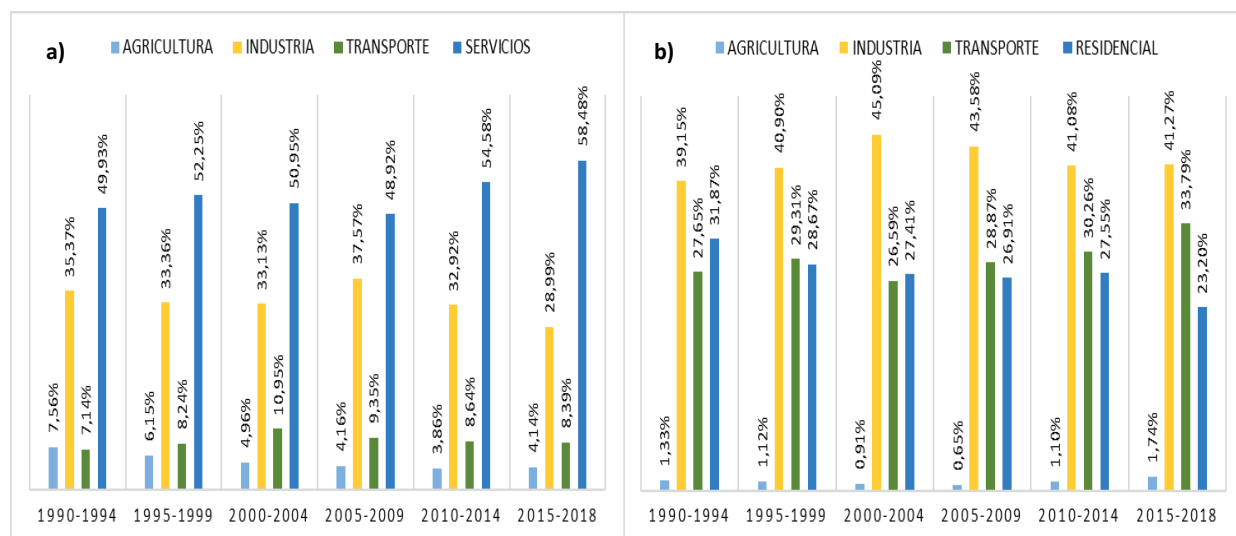
Fuente: Datos AIE 1990-2018

3.2.7. PIB y Consumo energético en Chile

El PIB de Chile tiene mayor contribución por parte del sector servicios; sector que evidencia un aumento en los dos últimos periodos de estudio 2010-2018, durante todos los periodos de estudio maneja una contribución mayor al 50% el segundo sector de contribución es el de la industria con fluctuaciones y pequeños márgenes de crecimiento la industria presenta el mayor crecimiento en el periodo 2005-2009, durante los dos periodos más actuales refleja contracción en su crecimiento, como tercer sector se tiene al transporte y a la agricultura. (Ver [Figura18](#), mayor detalle en [Tabla12](#) en [Anexo2](#)). En cuanto al consumo energético el sector con mayor consumo energético es la industria, seguido del transporte y servicios muy cerca uno del otro durante los cuatro primeros periodos de estudio el consumo de los dos sectores fluctúa de forma mínima, pero a partir del 2010 hasta el 2018 el sector del transporte comienza a sobrepasar en consumo al sector servicios, el sector de la agricultura tiene participaciones muy mínimas que en ningún periodo alcanza más del 2% del consumo energético total. (Ver [Figura18](#), mayor detalle en [Tabla14](#) en [Anexo3](#)). El sector del transporte es el sector con mayor intensidad energética seguido del sector de la industria la agricultura y el sector servicios, la intensidad del transporte demuestra una tendencia a decrecer. (Ver [Figura19](#), mayor detalle en [Tabla15](#) en [Anexo4](#))

Figura 18

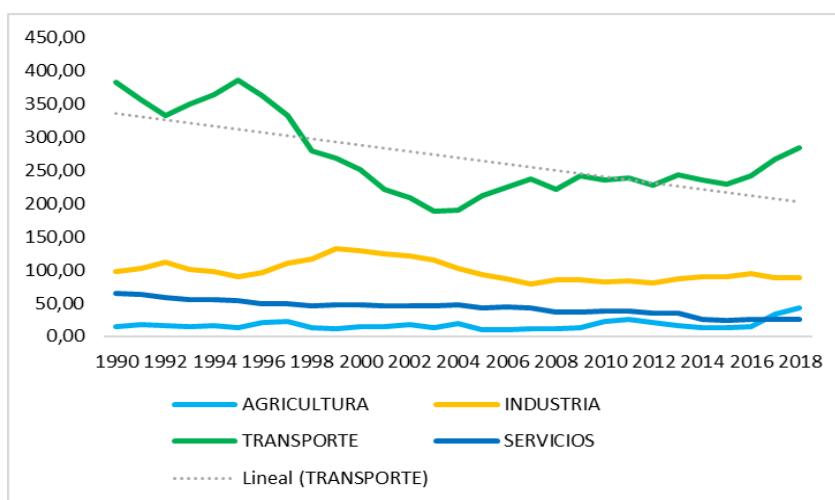
Contribución al PIB Sectorial y Consumo Energético Sectorial de Chile



Nota: a) Contribución al PIB, b) Consumo energético sectorial. Fuente: a) CEPAL 1990-2018, b) AIE 1990-2018

Figura 19

Intensidad energética Sectorial Chile



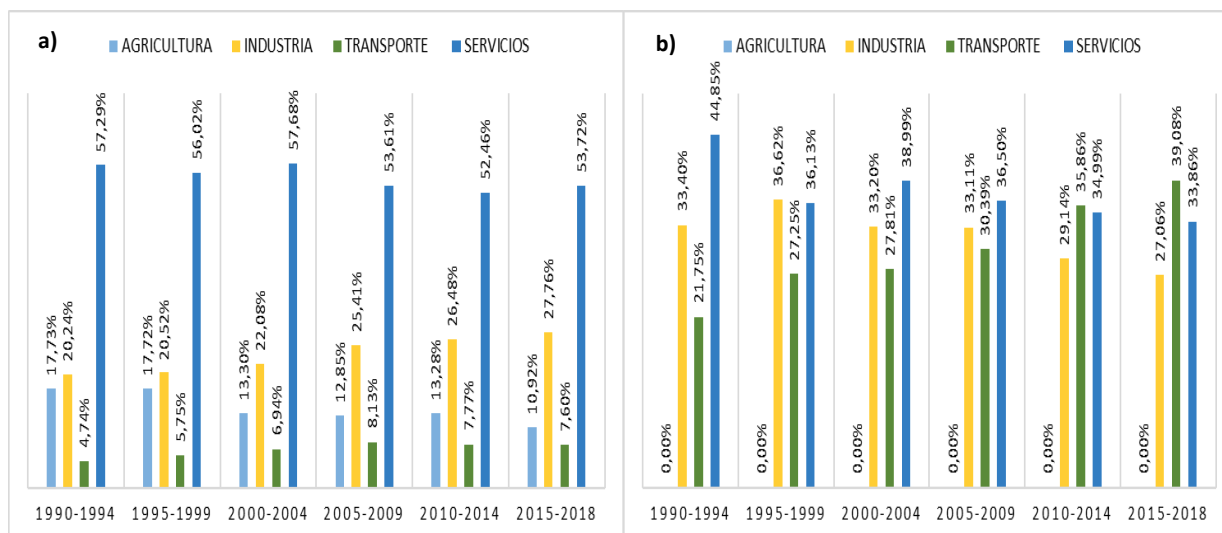
Fuente: Datos AIE 1990-2018

3.2.8. PIB y Consumo energético en Paraguay

El PIB de Paraguay tiene mayor contribución por parte del sector servicios, durante todos los periodos de estudio maneja una contribución mayor al 50% el segundo sector de contribución es el de la industria con fluctuaciones y pequeños márgenes de crecimiento la industria presenta crecimiento durante todos los periodos de estudio, como tercer sector de contribución se tiene a la agricultura este sector presenta disminución en su contribución durante todos los periodos de % de contribución en 1990-1994, a un 10,92% en 2015-2018 , como último sector económico se tiene el sector del transporte. (Ver [Figura20](#), mayor detalle en [Tabla12](#) en [Anexo2](#)). En cuanto al consumo energético existen variaciones dentro de los periodos de estudio el sector servicios comienza siendo el sector de mayor consumo en 1990-1994 pero reduce su consumo durante la mayoría de los siguientes periodos de estudio, el sector de la industria se posiciona como el segundo sector de consumo durante los cuatro periodos de estudio 1990-2009 sin embargo a partir de 2010 -2018 se reduce su participación en cambio el sector del transporte evidencia un crecimiento en consumo durante todos los periodos de análisis, en este país no se refleja el consumo energético del sector agricultura. (Ver [Figura20](#), mayor detalle en [Tabla14](#) en [Anexo3](#)). El sector del transporte tiene mayor intensidad energética seguido del sector de la industria y el sector servicios, la intensidad del transporte muestra una tendencia al crecimiento durante el último periodo. (Ver [Figura21](#), mayor detalle en [Tabla15](#) en [Anexo4](#))

Figura 20

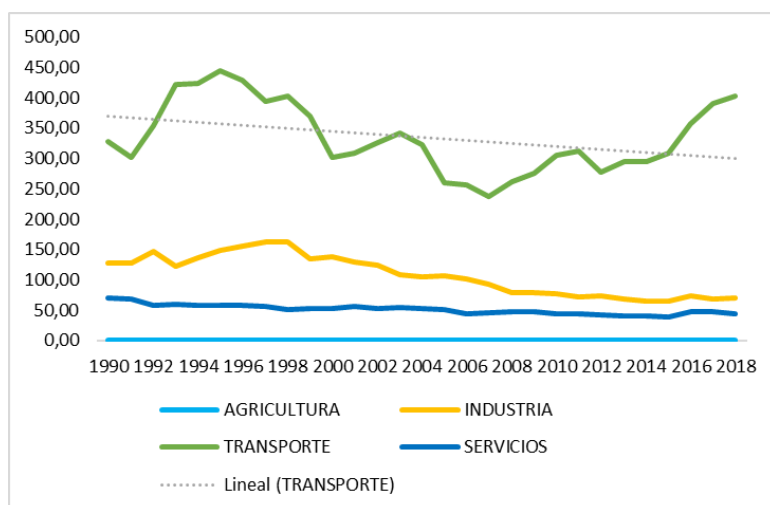
Contribución al PIB Sectorial y Consumo Energético Sectorial de Paraguay



Nota: a) Contribución al PIB, b) Consumo energético sectorial. Fuente: a) CEPAL 1990-2018, b) AIE 1990-2018

Figura 21

Intensidad energética Sectorial Paraguay



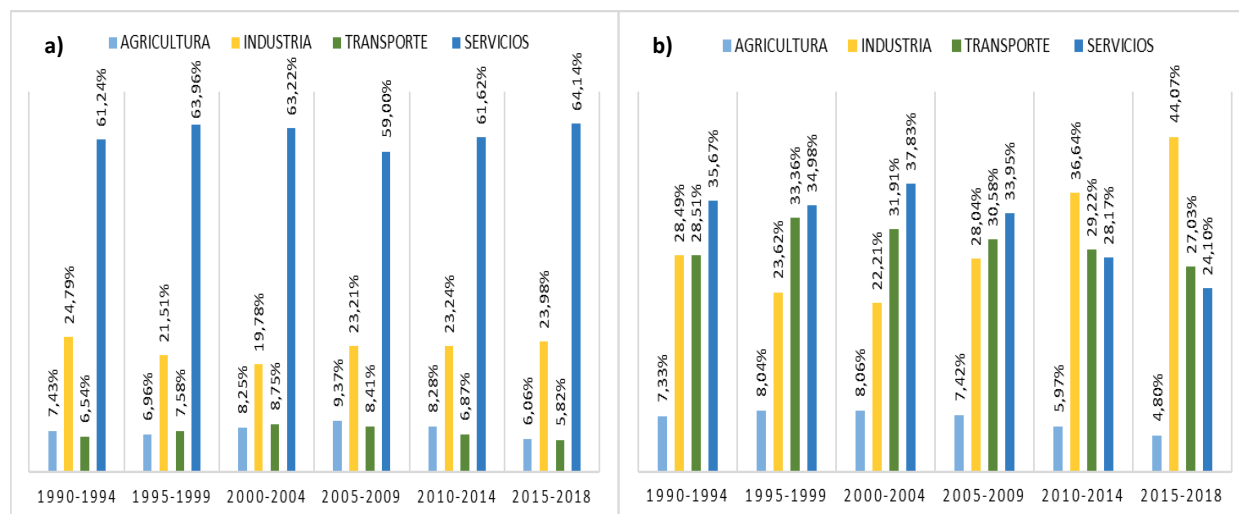
Fuente: Datos AIE 1990-2018

3.2.9. PIB y Consumo energético en Uruguay

El PIB de Uruguay tiene mayor contribución por parte del sector servicios sector, durante todos los periodos de estudio maneja una contribución mayor al 50% el segundo sector de contribución es el de la industria con fluctuaciones y pequeños márgenes de crecimiento, como tercer sector de contribución se tiene a la agricultura este sector presenta disminución en su contribución durante todos los periodos de estudio, como ultimo sector económico se tiene el sector del transporte. (Ver [Figura22](#), mayor detalle en [Tabla12](#) en Anexo2). En cuanto al consumo energético existen variaciones dentro de los periodos de estudio; el sector con mayor consumo es el de servicios durante los periodos 1990-2009, seguido del transporte y la industria, a partir del 2010-2018 el sector de la industria aumenta su consumo frente al sector del transporte y el de servicios, el sector de la agricultura representa un consumo mínimo. (Ver [Figura22](#), mayor detalle en [Tabla14](#) en Anexo3). El sector del transporte es el sector con mayor intensidad energética seguido del sector de la industria y el sector agricultura y el sector servicios, la intensidad del transporte no muestra mayores cambios de tendencia. (Ver [Figura23](#), mayor detalle en [Tabla15](#) en Anexo4).

Figura 22

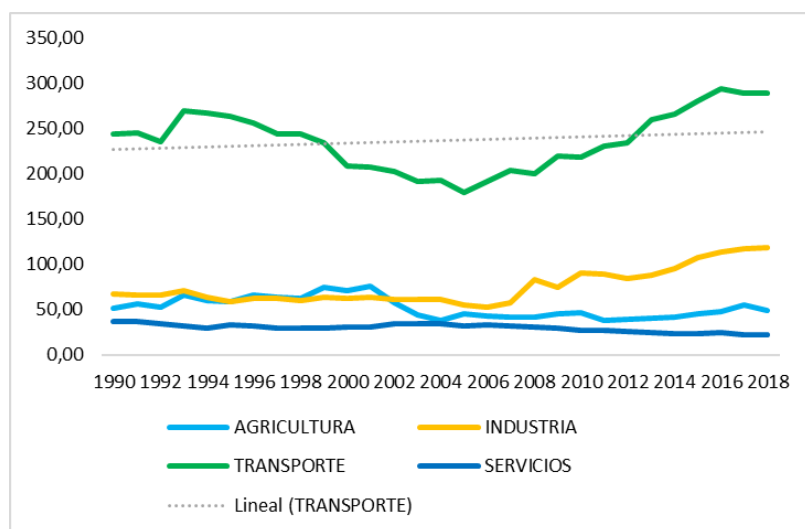
Contribución al PIB Sectorial y Consumo Energético Sectorial de Uruguay



Nota: a) Contribución al PIB, b) Consumo energético sectorial. Fuente: a) CEPAL 1990-2018, b) AIE 1990-2018

Figura 23

Intensidad energética Sectorial Uruguay



Fuente: Datos AIE 1990-2018

Los patrones históricos de consumo energético en Latinoamérica muestran que para la CAN, el sector de mayor consumo energético es el del transporte con dos particularidades: desde 1990 hasta el 2009 Colombia tenía a la industria como el sector de mayor demanda energética a partir del 2010 hasta el 2018 el transporte toma la delantera en el consumo, además en Perú el sector de mayor consumo energético desde 1990 hasta el 2009 el sector de mayor demanda era el sector de servicios a partir del 2010 hasta el 2018 el sector transporte incrementa su consumo manteniéndose de ese modo por los últimos ocho años.

Para MERCOSUR el patrón de consumo difiere: el sector de servicios es el de mayor consumo durante los últimos ocho años para Argentina país que durante 1990 a 2009 mantuvo mayor consumo en el sector de la industria. Brasil y Chile mantienen su mayor consumo en el sector de la industria, Paraguay tenía mayor consumo en el sector de servicios, pero desde 2010-2018 el sector con mayor consumo es el transporte y finalmente Uruguay que tenía mayor consumo en el sector de servicios, pero los últimos ocho años el mayor consumo se da en el sector de la industria. para los países de Brasil, Chile y Uruguay, sin embargo, el sector que continúa teniendo la mayor cantidad de intensidad energética es el del transporte, pues es el que más consume frente al PIB que aporta.

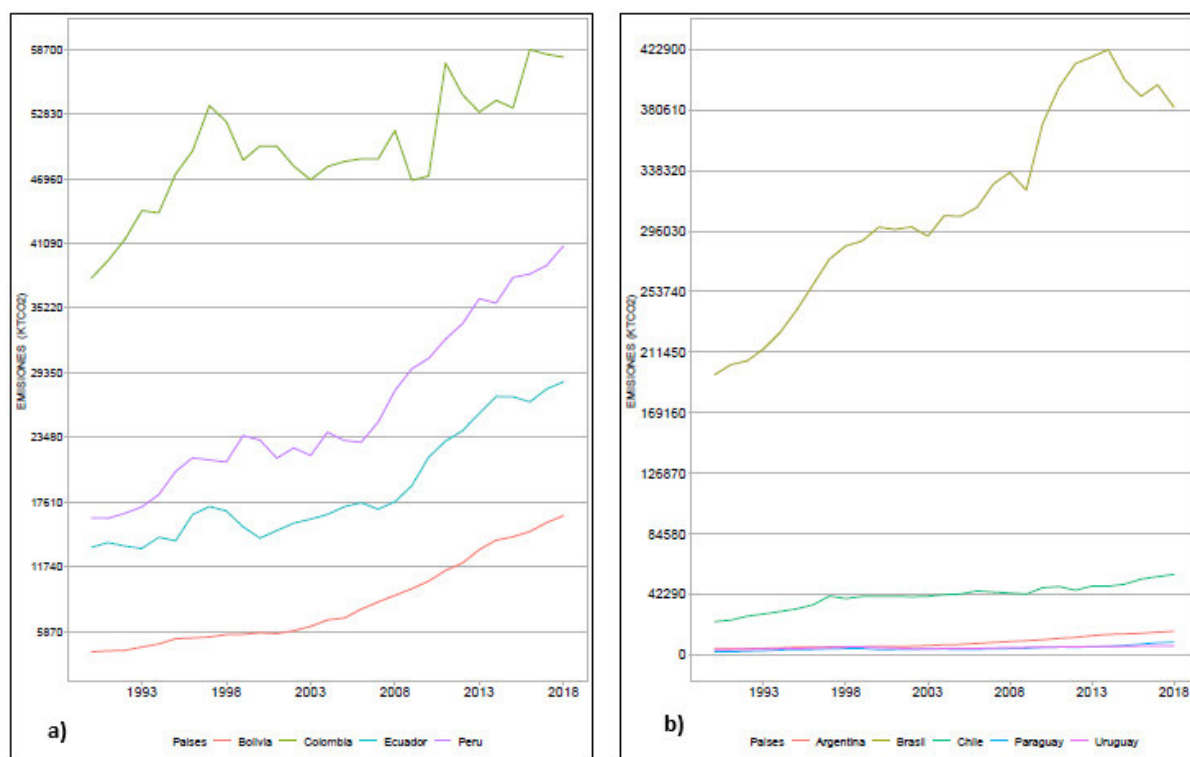
3.3. Emisiones de CO_2 e Intensidad de carbono

La dinámica de las emisiones en América Latina y el Caribe, provenientes de todos los sectores continúan en aumento y, al igual que en el resto del mundo, el mayor incremento se ha observado en el sector de la energía. Por ello, la importancia del componente de la energía es cada vez mayor en las emisiones de la región y, dentro de ese componente, el transporte es uno de los rubros que más ha crecido (Bárcena et al., 2020).

Las emisiones de CO_2 han sido analizadas del total del consumo energético de cada país, dando como resultado que para la región de la Comunidad Andina el país con mayor cantidad de emisiones de CO_2 es Colombia, seguido de Perú, Ecuador y Bolivia; en la región del MERCOSUR el país con mayor cantidad de emisiones es Brasil, seguido de Chile, Argentina, Paraguay y Uruguay. (Ver [Figura24](#), mayor detalle en [Tabla15](#) en [Anexo4](#)).

Figura 24

Emisiones de CO_2



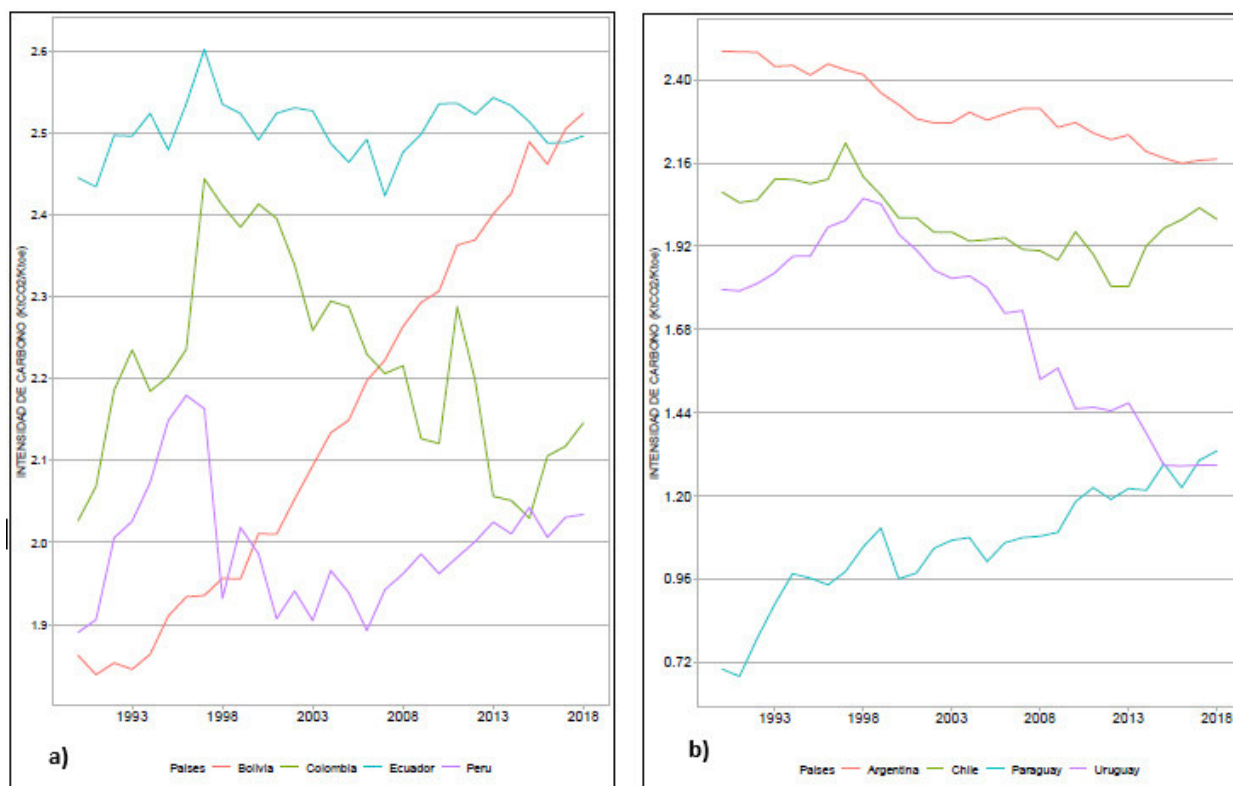
Nota: a) CAN b) MERCOSUR. Fuente: Datos AIE 1990-2018

El análisis de la intensidad de CO_2 , está estrechamente vinculado con la distribución de la matriz energética en un determinado país, este indicador representa la relación de emisiones de CO_2 y la energía consumida total expresada en términos de masa equivalente de petróleo. (Robalino-Lopez, 2014). La intensidad de CO_2 han sido analizadas del total del consumo energético y el total de emisiones de carbono de cada país, dando como resultado que para la

región de la Comunidad Andina el país con mayor intensidad de carbono es Ecuador, Colombia, Perú, y Bolivia con una fuerte tendencia a incrementarse; en la región del Merco Sur el país con mayor cantidad de emisiones es Argentina seguido de Chile, Uruguay con una tendencia pronunciada hacia la reducción de la intensidad de carbono, Brasil y Paraguay con una fuerte tendencia al crecimiento de la intensidad de carbono. (Ver [Figura25](#), mayor detalle en [Tabla15](#) en [Anexo4](#)).

Figura 25

Intensidad de carbono



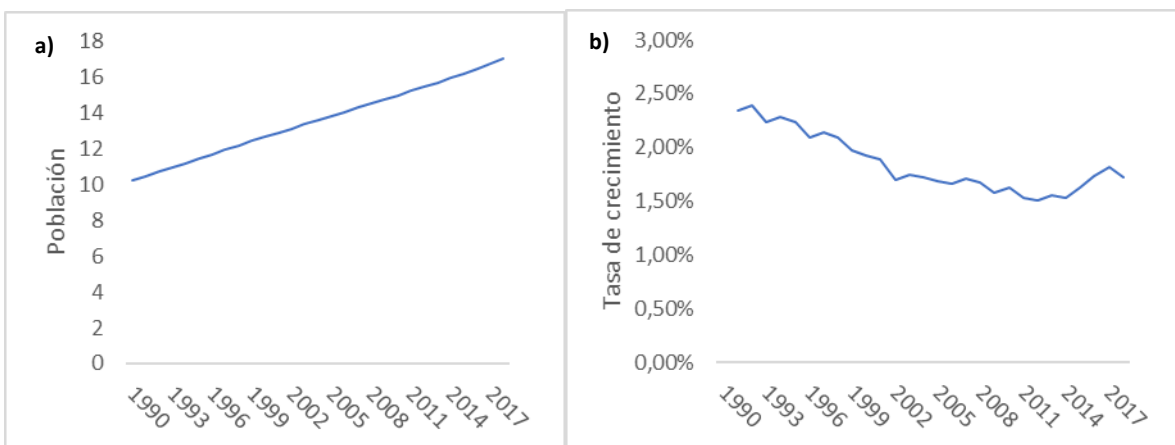
Nota: a) CAN b) MERCOSUR. Fuente: Datos AIE 1990-2018

3.4. Consumidor Energético por Sectores en el Ecuador

La Republica del Ecuador es un país situado en América del sur con una extensión territorial de 272046 km², una población de 17,7 millones; Ecuador tuvo una tasa de crecimiento poblacional de 2,35% 1991, para el año 2018 se redujo a 1,73. En general la tasa de crecimiento poblacional del país ha experimentado un descenso las últimas décadas (Ver [Figura26](#)). (Villacís & Carrillo, 2012).

Figura 26

Población y su tasa de crecimiento Ecuador 1990-2018



Nota: a) Población, b) Tasa de crecimiento. Fuente: Datos AIE 1990-2018

3.4.1. Contexto económico y energético del Ecuador

La historia económica de Ecuador a lo largo de sus distintas fases tiene periodos de crecimiento que son más acentuados los cuales coinciden principalmente con las fuertes demandas externas o con el despunte de los precios de petróleo que incentivan la demanda (Ponce & Vos, 2012). El motor del crecimiento del país se ha encontrado principalmente en las exportaciones para ello una situación favorable en el mercado internacional promueve el incremento de las exportaciones este mecanismo se ha mantenido así desde el siglo XVIII, con el boom cacaotero (1779), boom bananero (1950) y boom petrolero (1972). Los dos primeros auges económicos del

país refuerzan el modelo de acumulación agroexportador, enfocados en la exportación de cacao y banano; existe una diferencia en el desarrollo de esta época pues durante el boom bananero se da una participación estatal lo que permite que los excedentes de estas exportaciones puedan convertirse en inversión de infraestructura que ayude a promover la industrialización (Acosta, 2006; Hofman & Buitelaar, 1994).

Previo al horizonte temporal de estudio 1990-2018, el Ecuador ya había pasado por una etapa de industrialización dirigida por el estado 1965 y 1981, con la tendencia de la sustitución de importaciones por producción nacional (Díaz & Ruiz, 2018). Se plantea este como un nuevo modelo de desarrollo que es impulsado por la caída de los precios de los bienes primarios y que además se gesta en un contexto internacional que sugiere que el desarrollo de la industria es la principal fuente de crecimiento económico y acumulación, sustentándose en la fuerte intervención estatal y en la planificación del desarrollo (Hofman & Buitelaar, 1994; Ponce & Vos, 2012), el modelo de industrialización por sustitución de importaciones no obtiene los resultados esperados ya que no se transformó dinámicamente mercado interno, no hay una redistribución productiva, no se garantizó el flujo de capitales para la readecuación del aparato productivo y no hubo un real esfuerzo privado estatal para crear una infraestructura necesaria, no se crearon políticas arancelarias adecuadas para proteger a las industrias nacientes (Acosta, 2006; Díaz & Ruiz, 2018).

En 1972 Ecuador se convierte en un país petrolero con un modelo de acumulación económico basado en las rentas del petrolero administrado por el Estado; el país fue gobernado por militares con una postura desarrollista que le dieron el rol central al Estado en la producción distribución y acumulación de las rentas petroleras (Orbe León & Caria, 2019), enfocado en una fuerte inversión pública que buscaba principalmente dotarse de infraestructura necesaria para el desarrollo industrial (JUNAPLA, 1966) . Las nuevas fuentes de ingreso proveniente de petróleo

ocasionaron importantes cambios en la economía del país además que cambiaron su modelo agroexportador con modesta participación en el mercado internacional hacia una economía mucho más abierta (Díaz & Ruiz, 2018), pero la fuente de este crecimiento interno era básicamente el precio favorable del petróleo dejando a la economía expuesta a los sucesos del mercado externo, este crecimiento económico disparó el consumo interno de la población en general al igual que la demanda de bienes de capital sin que se desarrolle una capacidad productiva interna se suplió la demanda con los recursos externos que terminaron ocasionando una importante deuda tanto pública como privada (Acosta, 2006). Este desarrollo sería cada vez más problemático para el país y sus consecuencias se asentaron en la crisis de los ochenta cuando las condiciones de los precios del petróleo se deterioraron.

Posterior a la crisis de energía que se vive en los años setenta se da la colocación en agenda de las políticas energéticas para el Ecuador; al ser un país petrolero la crisis se vivió en forma tardía y el desarrollo de las políticas energéticas también han sido tardías.(Mckenzie, 1994). En el ámbito energético la principal preocupación desde 1964 a 1977 es aumentar la oferta agregada de electricidad y petróleo mediante control estatal, se crea el primer plan de electrificación mediante la creación del INECEL en 1966, entidad que contaba con una inversión del 50% de los ingresos provenientes del petróleo con lo que se comienza un proceso intensivo de electrificación (Bravo et al., 2015). Tras el descubrimiento de reservas sustanciales de petróleo en el oriente se crea la Corporación Estatal y Petrolera (CEPE), como una institución clave en la política energética del gobierno en la participación estatal de la industria petrolera. El plan de desarrollo 1964 a 1973 tenía dos objetivos para la energía: la construcción de una capacidad adicional de generación y la instalación de más líneas de transmisión. Para los años del Plan de Desarrollo 1973 a 1977 se plantean distintos programas; los objetivos del plan de hidrocarburos

estaban relacionados con el aumento de la oferta agregada y la maximización de los ingresos para el país, por otro lado, el programa de energía eléctrica tenía como objetivo “contribuir a la solución de los problemas más importantes del desarrollo económico nacional”. Los otros propósitos eran: mejorar las condiciones de vida de todos los ecuatorianos, contribuir al uso de todos los recursos naturales del país y crear las condiciones necesarias para ampliar la capacidad de absorber empleo del sistema económico.(Mckenzie, 1994) No es sino hasta el final de los setenta que se hacen los primeros intentos para crear e integrar una política energética.

En 1978 se crea el Instituto Nacional de Energía (INE), en 1978 estableció un Consejo Superior de Energía para crear un Plan Maestro de Energía (PME). El plan Nacional de 1980 a 1984 estableció un sector energético y planteó la necesidad de integrar, coordinar y desarrollar las diferentes fuentes de energía, incluyendo aquellas no convencionales, otorgando al INE un rol protagónico. Cabe mencionar que la electricidad tuvo siempre participación estatal pues era considerada esencial para la industrialización, como una llave maestra que permita el acceso al desarrollo económico.

Durante la década de 1980-1990 se acentúa la dependencia del Ecuador hacia las exportaciones primarias, a través de la instauración de las políticas neoliberales y con la liberalización comercial de los años noventa se reforzó aún más este patrón debido a la crisis de la deuda y el ajuste estructural de la deuda mecanismo obligatorio para obtener fondos a través de préstamos otorgados por el Fondo Monetario Internacional, se acentúa la participación privada y el Estado se contrae en la planificación y regulación de las fuerzas del mercado (Díaz & Ruiz, 2018).

En 1983 con Oswaldo Hurtado como presidente se opta por la sucretización de la deuda mecanismo consistía en transformar la deuda privada de las empresas en obligaciones por pagar

en sucres al Banco Central que a su vez asume la deuda externa denominada en dólares. Esta nacionalización de la deuda privada incrementó el peso de la deuda privada en el presupuesto nacional y por tanto se continuó con las medidas de ajuste. Por el Ecuador pasaron diversos gobiernos; desde 1984 hacia 1992 el gobierno de Febres Cordero y de Borja con tendencias de centro derecha y centro izquierda respectivamente. Febres Cordero maneja políticas neoliberales de “precios reales” que le darían mayor participación al sector privado, y grandes ganancias al sector empresarial en este gobierno se toma la decisión de extender de tres a siete años los plazos de repago de la sucretización de la deuda, se congeló la tasa de interés al 16% al igual que el tipo de cambio en 100 sucres, lo que implicó un sustancial subsidio al sector privado e ingentes pérdidas para el Banco Central del Ecuador. Por su parte el gobierno de Borja intenta parar la inflación y el déficit con un Plan Emergencia Económica Nacional, se utilizó como mecanismo de estabilización al gradualismo que consistía en pequeñas devaluaciones periódicas mensuales, se priorizó el gasto social, se planteó una reforma tributaria que, entre otros puntos, establecía el impuesto al valor agregado (IVA). La reforma privilegiaría este impuesto sobre otros como el impuesto a la renta, y pasaría a convertirse en el tributo más importante entre los ingresos no petroleros, se establecen mecanismo de renegociación de la deuda mismos que no prosperaron pese a la colaboración de Borja y su acercamiento a Washington, además varios grupos sociales en especial el movimiento indígena comienza a tomar fuerza, sin embargo, el gradualismo no logro frenar la inflación pese a los índices de crecimiento del PIB a pesar de ser considerado un gobierno de centro izquierda no se pudo esconder la política neoliberal que continuó gobernando.(Acosta, 2006; Díaz & Ruiz, 2018) en 1986 empresas extranjeras iniciaron una intensiva exploración de reservas, en búsqueda de evitar la disminución sostenida de las reservas de crudo que para 1984 habían disminuido cerca de 30%, también en esta década se reflejan

problemas en la capacidad interna de la estatal CEPE en la cual se realizan sustanciales inversiones para mejorar su capacidad, los problemas de capacidad tuvieron que ver con que el control efectivo del petróleo se encontraba en manos de empresa extranjeras que solo buscaban exportarlo por tanto las refinerías solo se construyeron con el fin de suplir estas necesidades, pese a la inversión en la refinería de Esmeraldas la misma continuaba teniendo problemas en las reservas de crudo y la capacidad de refinación. CEPE incrementa su deuda durante 1980 a 1986 proyectándose que para 1988-1992 el acumulado sería de 1900 millones de dólares el 46% de su presupuesto además que había sido incapaz de solventar sus compromisos ya adquiridos su crisis financiera se debía principalmente a su incapacidad para recobrar costos y además a la imposición de las sus transacciones de tasas de cambio sin actualizar, debido a su administración centralizada en el gobierno, sus voluminosos trámites le impidieron responder al dinamismo de la industria petrolera además contaba con un notable exceso de personal, en un intento por resolver estos problemas en 1989 se disolvió y se creó una nueva entidad PETROECUADOR; en la práctica a la entidad le ha sido complicado despegarse del legado cultural de CEPE (Acosta, 2006).

En 1992 asume la presidencia Sixto Duran Vallen, su gobierno tenía como propuesta la reducción de la inflación y la estabilización de la economía de la mano del vicepresidente Alberto Dahik, se empieza a usar el mecanismo de la terapia de shock que consistía en la devaluación drástica del sucre 35% y el incremento de los precios de combustibles y tarifas eléctricas. Durante toda la década el país experimenta una fuerte inestabilidad económica, marcada con dificultades en el sistema financiero, elevada inflación y devaluaciones frecuentes; en un contexto internacional donde domina el consenso de Washington y las políticas neoliberales fundamentadas en la ortodoxia el ajuste y la disciplina fiscal (Díaz & Ruiz, 2018). con un gobierno que quiere tomar el control de las exportaciones del crudo y las autorizaciones de exploración se esperaba

privatizar grandes secciones de la naciente PETROECUADOR. Es claro que durante este periodo se fortalecen las políticas de mercado y neoliberales se firma una nueva carta de intención con el FMI para obtener un crédito, se habla de la modernización del Estado a través de la privatización de las telecomunicaciones, los hidrocarburos y el sector eléctrico; así como la reforma del sistema de seguridad social, del mercado de trabajo y las leyes laborales, se comprometió a modificar aspectos de la ley de régimen monetario y a poner en vigencia la ley que liberalizó la acción de las entidades financieras finalmente con esto se logra la renegociación de la deuda en el marco del Plan Brady (Díaz & Ruiz, 2018). Ecuador sale de la OPEP en noviembre de 1992 y para 1993 se empezaba a planificar una importante reestructuración del sector eléctrico que incluía una privatización parcial y la introducción de un consejo regulador, se pone en evidencia el serio problema de las políticas energéticas y la planificación en el sector eléctrico, las debilidades administrativas, problemas de directorios, la deficiente gestión y escasez de los recursos, sin embargo, no se deja de destacar los esfuerzos colocados en los proyectos hidroeléctricos que han tenido participación de compañías y bancos extranjeros (Mckenzie, 1994).

Durante 1995- 1999 se evidencia un periodo de fuerte inestabilidad política con varios presidentes primero Bucaram gobierno que tiene la propuesta de la caja de convertibilidad misma que se aplicaría cuando se alcanzará los 4000 sucres por dólar esto ocasiona serias protestas que además se vinculaban a los escándalos de corrupción y a las medidas económicas. En 1996 acorde con la corriente política de esos años toda América Latina al igual que el Ecuador dejó el modelo de monopolio que hasta ese momento manejaba INECEL y se expidió la Ley del Régimen del Sector Eléctrico (LRSE), con la cual se estableció un modelo de competencia mayorista llamado Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) para poder aplicar este modelo se aplicaron varios cambios: se segmentaron las actividades en generación, transmisión y distribución, se crean entes de

regulación y control: Agencia de Regulación y Control del Sistema Eléctrico (ARCONEL), Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) (Bravo et al., 2015).

En 1997 Abdala Bucaram es destituido tras declararse su incapacidad mental para gobernar al Ecuador por parte del Congreso Nacional. En 1998 asume el poder el Dr. Fabián Alarcón como presidente interino en su periodo se crea la constitución de 1998 misma que se encontraba alineada con el consenso de Washington, en esta constitución se le da por primera vez al banco central autonomía técnica y administrativa pretendiendo formar un banco central independiente y aislado de presiones políticas. (Díaz & Ruiz, 2018). En agosto de 1998 electo en urnas asume el poder el Dr. Jamil Mahuad, en este gobierno la crisis estalla el 8 de marzo de 1999 se inicia el feriado bancario, el país sufre una caída del PIB del 4,75%, este último año de la década fue testigo de la crisis y de una economía en convulsión producto de todas las decisiones económicas y políticas previas (Ver [Figura27](#)). (Acosta, 2006); en este mismo contexto acorde con el artículo de la LRSE y por resolución del Consejo de Modernización del Sector Eléctrico (COMOSEL), las instalaciones de generación y las de transmisión que eran de propiedad del Estado, por intermedio del ex - INECEL, fueron transferidas a favor del Fondo de Solidaridad, constituyéndose seis empresas de generación (Hidropaute S.A. , Hidroagoyán S.A., Hidropucará S.A., Termoesmeraldas S.A., Termopichincha S.A., Electroguayas S.A) y una de transmisión Transelectric S.A. que se conformaron como sociedades anónimas e iniciaron su operación el 1 de abril de este año (MERNNR, 2018), se inició al funcionamiento del Mercado Eléctrico Mayorista, con el CENACE como el encargado del despacho se adopta el modelo marginalista de acuerdo al cual el precio viene determinado por la utilidad en relación a las necesidades en un momento dado, se establece el mercado a largo plazo y a corto plazo, existió una participación del Estado a través de las empresas privadas el Fondo de Solidaridad, propietario de las acciones de las

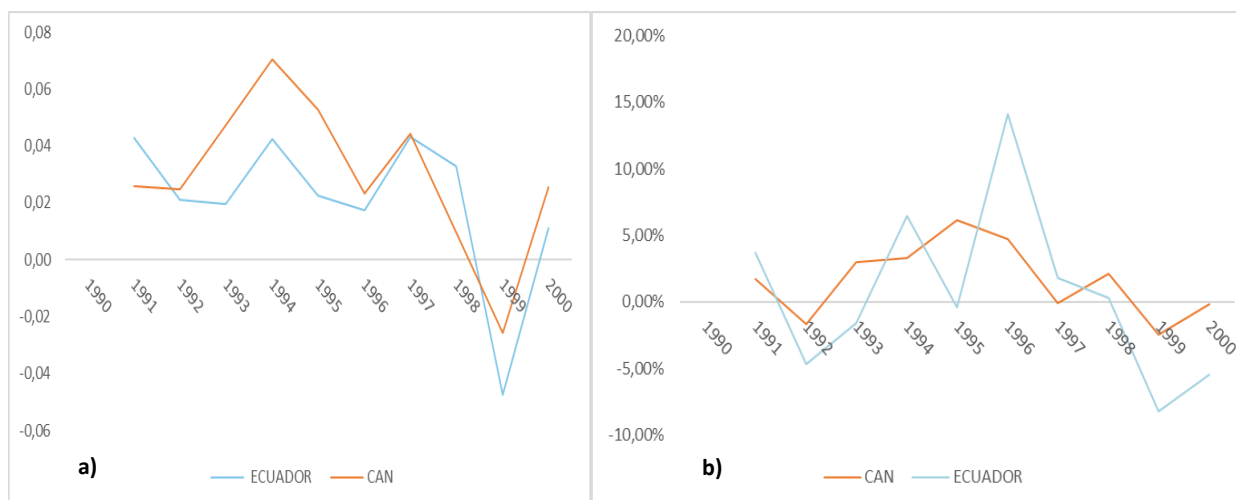
empresas más grandes de generación, accionista único de la empresa TRANSELECTRIC S.A encargada de la transmisión y mantuvo un importante paquete de acciones de las empresas de distribución. (Bravo et al., 2015)

El modelo energético planteado pretendía modernizar el sector eléctrico además de incrementar la inversión privada y pública; sin embargo al cabo casi diez años de funcionamiento no se lograron los resultados esperados y se puso en evidencia nuevamente los problemas del sector energético con muy poca inversión en nueva generación, alta dependencia de los combustibles fósiles para la generación, la volatilidad del precio de la energía en el mercado, altos índices de pérdidas en los sistemas de distribución bajos índices de recaudación por parte de las recaudadoras y una insuficiencia tarifaria que no permitía a los distribuidores si quiera recuperar sus costos. (Ver [Figura27](#)).

En enero del 2000 en plena crisis el presidente anunció la dolarización de la economía. Los resultados sociales fueron fuertes, las condiciones de vida de los ecuatorianos empeoraron significativamente entre 1995 y 2000. Los gobiernos no lograron estabilizar la economía, no hubo un incremento de inversión, se agravaron las brechas de acumulación de riqueza y desigualdad. El país acaba esta década con la peor crisis de la historia.

Figura 27

Tasa del PIB y Consumo energético Ecuador y la CAN 1990-2000



Nota: a) Tasa del PIB, b) Consumo energético. Fuente: Datos AIE 1990-2018

Le tomó tres años a la economía bajar la inflación, esta estabilización se encontraba impulsada por un nuevo auge petrolero, la construcción del nuevo oleoducto y por el incremento del precio del petróleo (Ponce & Vos, 2012), esto potenciaría la exportación de petróleo y para este año la inflación ya se encontraba en un dígito manteniéndose así hasta 2006, en el año 2000 se tenía una tasa de crecimiento del PIB de 1,10% para el año 2004 esta tasa alcanzó el 8,21%. (Ver [Figura 28](#))

La estabilidad económica no se acompañó de estabilidad política, Noboa culminó el periodo para el cual fue electo Mahuad. El Ing. Lucio Gutiérrez fue electo para el periodo 2003-2007 pero un golpe de Estado culminó con su destitución en 2005 el entonces vicepresidente Dr. Alfredo Palacios asumió la presidencia terminando el periodo hasta enero 2007 (Díaz & Ruiz, 2018).

La dolarización no logró poner fin a la inestabilidad política existente que se superaría con el ingreso del gobierno de la revolución ciudadana que gobernó en forma consecutiva desde 2007 hasta 2017 con condiciones internacionales bastante favorables y un gobierno que intenta plasmar en su forma de gobernar un nuevo modelo de desarrollo a partir de la aprobación de la nueva constitución en septiembre 2008 se replantearon las relaciones del Estado, sociedad y naturaleza, colocando como eje central el Buen Vivir se plantea un modelo de gobierno en el que es deber del Estado la aplicación de políticas públicas que permitan alcanzar la supremacía del ser humano sobre el capital; por lo tanto, se promueve un cambio en las relaciones de poder, con un Estado moderno y con base en la democracia participativa (Orbe León & Caria, 2019).

El modelo de gobierno de la revolución ciudadana vuelve a colocar al Estado en un rol central en el que planificación y la inversión pública eran ejes fundamentales, se pretende evitar la subordinación de los intereses de la sociedad a los de la clase empresarial nacional e internacional; se da el retorno hacia muchas políticas que se vivieron en 1970 con el auge petrolero (Díaz & Ruiz, 2018). En 2007 Rafael Correa mediante decreto N° 475 del 9 de julio del mismo año escindió el Ministerio de Energía en dos ministerios: el Ministerio de Minas y Petróleos y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), para 2008 con el cambio de gobierno, de la constitución y de políticas en general se adoptó una planificación energética centralizada, se expidió el mandato constituyente N°15 que establecía disposiciones relacionadas al sector eléctrico ecuatoriano, se suscribieron contratos regulados entre la generación y distribución para obtener una demanda regulada, se incorporó al sector con el carácter de estratégico configurándolo como un servicio público, en ese marco se dispone que el Estado asuma el control total a través de sus empresas. Los artículos 313 y 314 de la constitución se enfocan en este sector; el 313 habla específicamente del derecho del Estado a administrar, regular, controlar y gestionar

los sectores estratégicos entre los que se encuentra el sector eléctrico y el 314 designa como responsable al Estado de la provisión de servicio público eléctrico.

Para el 2009 se había iniciado y completado la firma de los contratos con todos los generadores, los estatales a través de contrato inmediato, en el sector privado la negociación era por precio y con los distribuidores a través de la demanda regulada. Los generadores futuros debían ser aceptados por selección con contratos regulados. Se plantea además la posibilidad de involucrar a empresas de la Economía Popular y Solidaria y delegar a la iniciativa privada en caso de que el Estado no pueda cubrir la oferta. En este mismo año se constituye la empresa Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC S.A. como resultado de la fusión de empresas de generación y transmisión. El 15 de septiembre del presente año mediante decreto ejecutivo N° 46 se creó el Ministerio de Recursos Naturales no Renovables. En 2013 se conforma la Corporación Nacional de Electricidad CNEL por fusión de empresas estatales de distribución, así dos empresas estatales pasaron a concentrar la mayor parte de la generación, transmisión y distribución. En 2014 se aprobó la “Ley Orgánica del Servicio de Energía Eléctrica” que reemplaza a la Ley del Régimen del Sector Eléctrico (LRSE) de 1996. El Estado se encargó de la formulación definición y planificación del sector a través del MEER, la ARCONEL, estableció un Plan Maestro de Electricidad (PME) y un “Plan de Eficiencia Energética”, se plantea que es fundamental promover la electrificación rural. El 13 de febrero de 2015 mediante decreto ejecutivo 578 el presidente Rafael Correa escindió el Ministerio de Recursos Naturales no Renovables y dispone la creación del Ministerio de Minería y la modificación del nombre de Ministerio de Recursos Naturales no Renovables por el de Ministerio de Hidrocarburos con el objetivo de propiciar un mayor enfoque y exploración a la minería del Ecuador. (Ver [Figura28](#)).

Figura 28

Tasa del PIB y Consumo energético Ecuador y la CAN 1990-2018



Nota: a) Tasa del PIB, b) Consumo energético. Fuente: Datos AIE 1990-2018

Este gobierno viene a generar una ruptura frente a la senda ortodoxa con la que se había manejado el país en décadas anteriores, Rafael Correa denominó a esta etapa el “socialismo del siglo XXI”, debido al enfoque de redistribución e igualdad que se pretendía introducir en la economía. Como todo gobierno con enfoque desarrollista en contra de las políticas neoliberales ortodoxas, el enfoque se cambió hacia la provisión de servicios públicos de educación y salud, los indicadores de pobreza y desigualdad presentaron grandes avances. Sin embargo, no se logró mayor cambio en cuanto a la diversificación productiva y el modelo de acumulación de la riqueza. (Orbe León & Caria, 2019)

A partir del 2015 los precios del petróleo caen y el modelo planteado entra nuevamente en crisis por lo que las posibilidades de sostener ese modelo de inversión pública se redujeron progresivamente.

El cambio de gobierno luego de las elecciones de 2017 marca una ruptura política con el distanciamiento de Lenin Moreno debido a los escándalos de corrupción de los miembros del anterior gobierno, tras agudizarse la crisis económica con el alto déficit fiscal y el peso de la

deuda pese a haber sido compañeros ideológicos y compartir el binomio presidencial en etapas anteriores Lenin Moreno cambia el rumbo de las políticas y del tipo de desarrollo para el país optando por un tinte más ortodoxo con poca intervención del Estado sentando su confianza en el sector privado y la austeridad, se plantea la idea de reducir el peso del Estado y las instituciones con lo que el 15 de mayo de 2018 a través del decreto ejecutivo 399 se dispone la fusión por absorción al Ministerio de Hidrocarburos las siguientes instituciones el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, Ministerio de Minería y la Secretaria de Hidrocarburos, cambiando su nombre por el de Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. A finales del 2018 e inicios del 2019 se da la firma de la carta de intención con el Fondo Monetario Internacional documento que viabiliza un nuevo paquete de financiamiento internacional multilateral condicionado nuevamente a un programa de estabilización y ajuste estructural como en los años ochenta, esta carta de intención incluyo una reforma laboral para flexibilizar las condiciones de trabajo.

Como se puede observar la economía del Ecuador sigue la tendencia de sus países vecinos influenciada principalmente por la economía externa. En momentos como el 2004 se evidencia un pico del crecimiento con una tasa del 8,21% frente al crecimiento promedio de la comunidad andina del 5,60%, en 2011 se evidencia una tasa del 7,87% frente al 7,01 de la comunidad andina estos picos están siempre vinculados con el despunte de precios del petróleo en el mercado externo; lo que resalta a vulnerabilidad de la economía. Se observa el grave desplome de la tasa de crecimiento que sufre el país en 2015-2016 0,1% y -1,23% respectivamente frente a la tasa de la comunidad andina 2,74% y 2,30% igualmente vinculado a la caída del precio internacional del petróleo. Los picos y valles económicos son coincidentes con los picos y valles de consumo energético en 2004 el consumo energético presenta una tasa del 4,34% frente al 3,39% de la CAN,

en 2010 la tasa de crecimiento del Ecuador es de 11,89% frente al 4,29 de la CAN, la caída del consumo en 2015-2016 con tasas del 0,67% y -0,69% respectivamente frente a la tasa de la CAN 1,40% y 3,65%.

El sector energético ha pasado los últimos quince años un proceso de institucionalización en el que se han creado y disuelto ministerios de acuerdo con los intereses políticos. A lo largo del periodo de estudio 1990-2018, se puede destacar que el Ecuador ha sido un país exportador de energía, pero no ha logrado ser autosuficiente, la estructura tanto de los procesos como de las refinerías es inadecuado a la composición del mercado local, evitando satisfacer las necesidades energéticas. Es necesario tomar en cuenta que los requerimientos de energía están ligados al crecimiento de la población, el desarrollo económico y el avance tecnológico. (Robalino-López et al., 2014)

3.4.2. Matriz energética del Ecuador

El Ecuador tiene una matriz energética centrada en el petróleo, dentro de la mayoría de sus sectores de producción, además el petróleo es la fuente de mayor utilización en los centros de transformación. (Bravo et al., 2015; MEER, 2017)

La agricultura tiene su consumo centrado en el petróleo 100% de su consumo durante el periodo de estudio 1990-2018 no existe participación de otras fuentes de consumo energético (Ver [Figura29](#), mayor detalle en [Tabla16](#), [Anexo5](#)).

El sector de la industria tiene el mayor consumo del petróleo y sus derivados con una participación promedio durante 1990-2018 del 65,12%, seguido la energía geotérmica, solar, eólica, otra, calor, electricidad 18,14% con una fuerte tendencia al incremento a partir del 2008 pasando del 9,49% en 1990 a 38,10% en el 2018, como tercera fuente se encuentran las energías renovables 16,46% con tendencia a la reducción en su consumo pasando de 19,70% en 1990 al

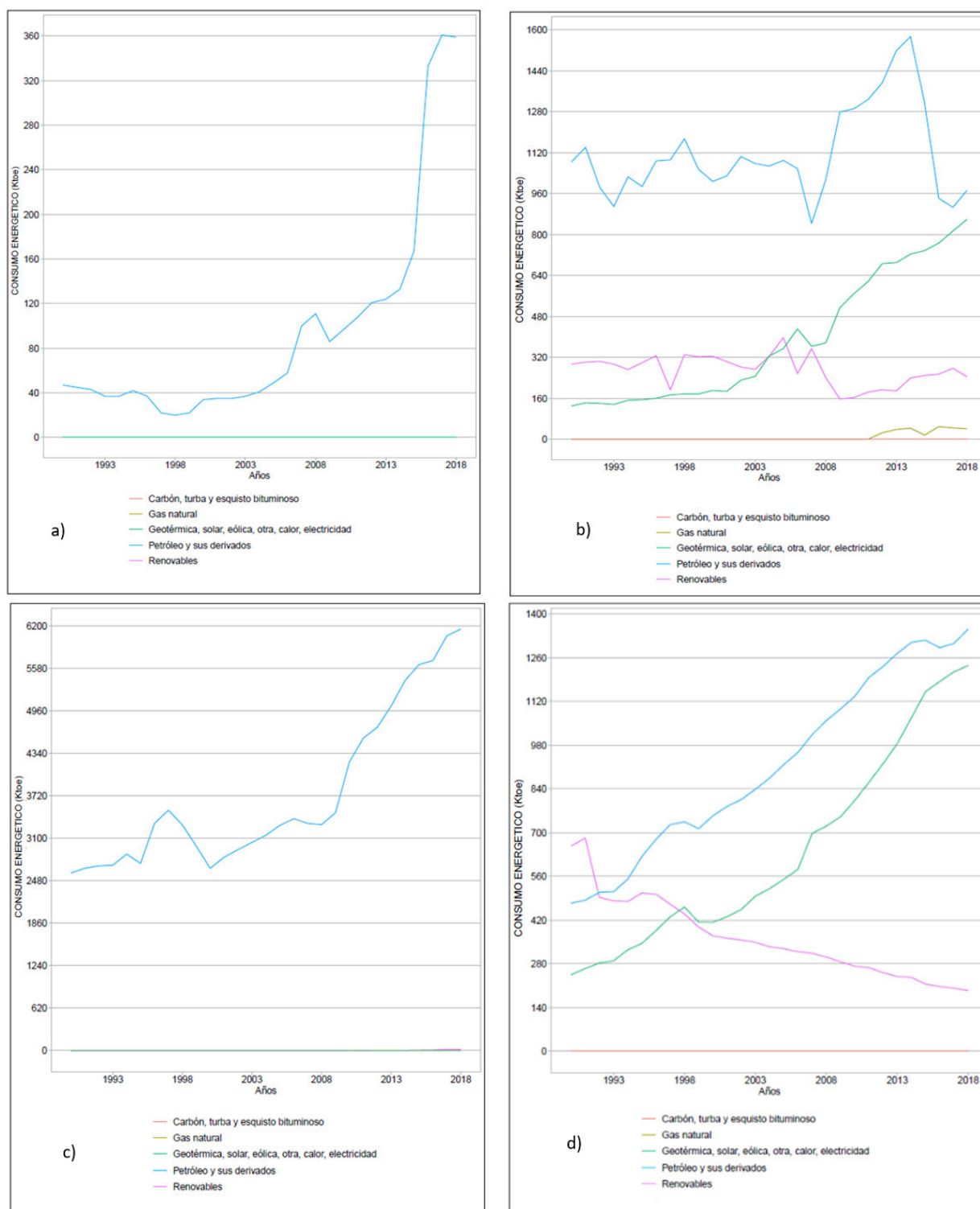
12,67% en 2018, la fuente con menor consumo es la del gas natural con un consumo promedio del 0,27% iniciándose el consumo en 2013. (Ver [Figura29](#), mayor detalle en [Tabla17](#) en [Anexo5](#)).

El sector del transporte tiene un consumo promedio 1990-2018 del 99,96% centrado en el petróleo y sus derivados con una incipiente participación de la energía geotérmica, solar, eólica, otra, calor, electricidad del 0,02%. (Ver [Figura29](#), mayor detalle en [Tabla18](#) en [Anexo5](#)).

El sector de servicios a lo largo del periodo de estudio 1990-2018 ha mantenido su consumo centrado en el petróleo y sus derivados con una participación promedio del 46,01%, seguido de la fuente geotérmica, solar, eólica, otra, calor, electricidad 26,29% y renovables 24,84% con una fuerte tendencia a la disminución de consumo en este tipo de energía durante los últimos años, pasando del 55,74% en 1990 al 7,76% en el 2018. (Ver [Figura29](#), mayor detalle en [Tabla19](#) en [Anexo5](#)).

Figura 29

Consumo por sectores y fuente energética en el Ecuador 1990-2018



Nota: a) Agricultura b) Industria, c) Transporte, d) Servicios. Fuente: Datos AIE 1990-2018

3.4.3. Emisiones sectoriales

Las emisiones CO_2 son el resultado de la identidad Kaya como tecnología de cuantificación y gestión aplicada para el análisis:

$$C = \sum_{ij} C_{ij} = \sum_{ij} Q \frac{Q_i E_i E_{ij} C_{ij}}{Q Q_i E_i E_{ij}} = \sum_{ij} Q \cdot S_i \cdot EI_i \cdot M_{ij} \cdot U_{ij}$$

El C_{ij} de cada sector es representado en Kilotoneladas de CO_2 , el sector con mayor cantidad de emisiones de CO_2 es el sector transporte, seguido del sector de la industria, el sector servicios y la agricultura.

Sector agricultura es el sector que menor cantidad de emisiones emite al ambiente con un promedio anual de 304,10 Kt CO_2 , tiene un leve crecimiento durante las tres décadas de estudio mostrando un durante el 2016 donde llega a un crecimiento del 99,40%, ha pasado de 151,22 Kt CO_2 en 1990 a 1155,034Kt CO_2 en 2018, la tasa promedio de crecimiento es de 10,39%. (Ver [Figura30](#), mayor detalle en [Tabla20](#) en [Anexo5](#)).

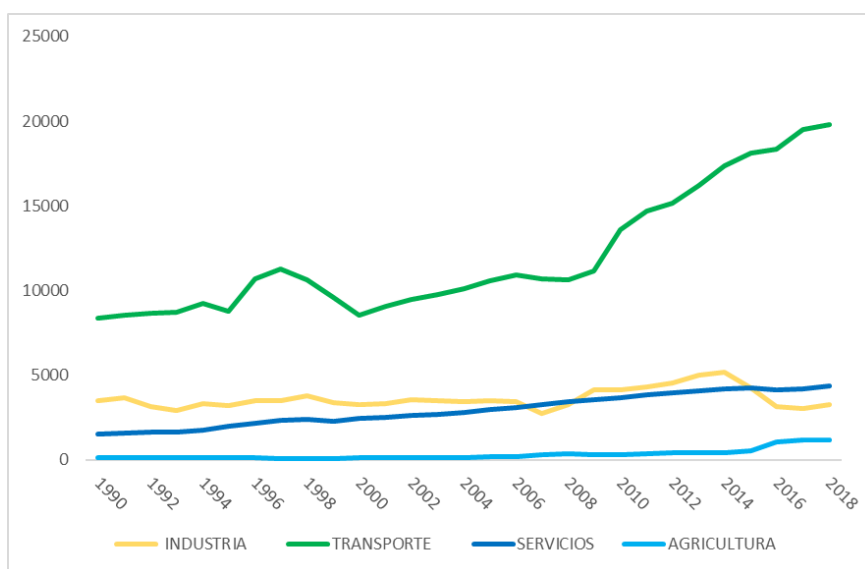
El sector industria, tiene un promedio de 3612,36 Kt CO_2 este sector tiene un fuerte crecimiento de emisiones desde 2008 hasta 2014 vinculado al crecimiento del PIB en 2015 se evidencia una reducción de las emisiones vinculado a la contracción del sector económico, el sector no ha presentado un crecimiento en emisiones realmente representativo pues en 1990 el sector emitía 3487,62 Kt CO_2 y en 2018 3233,01 Kt CO_2 , con una tasa de crecimiento promedio anual de 0,38%.

El sector transporte, tiene un promedio de emisiones 1990-2018 de 12003,43 Kt CO_2 , mantiene un crecimiento de emisiones sostenido con tendencia al crecimiento pasando de 8342,63 Kt CO_2 en 1990 a 19793,22 Kt CO_2 en 2018 con una tasa de crecimiento promedio del 3,36%.

El sector servicios tiene un promedio anual 1990-2018 de 2942,45 Kt CO_2 con una tendencia al crecimiento; pasando de 1525,03 Kt CO_2 en 1990 a 4349,88 Kt CO_2 en 2018, la tasa de crecimiento promedio anual de 3,86%.

Figura 30

Emisiones sectoriales de CO_2 Ecuador 1990-2018



Nota: Unidades $KtCO_2$. Fuente: Datos AIE 1990-2018

3.4.4. Intensidad de carbono sectorial

La intensidad de carbono es la relación entre las emisiones liberadas a la atmósfera y la energía consumida, es decir la comprensión de que tanto se contamina el medio ambiente por kilotonelada de energía consumida, ($KtCO_2/ Ktoe$); en el Ecuador los sectores con mayor intensidad de carbono son el transporte y la agricultura, seguidos de la industria y el sector servicios.

El sector de la agricultura con una intensidad promedio 1990-2018 $3,22 KtCO_2/ Ktoe$, la intensidad se ha mantenido durante el periodo de estudio debido a que la matriz energética no ha

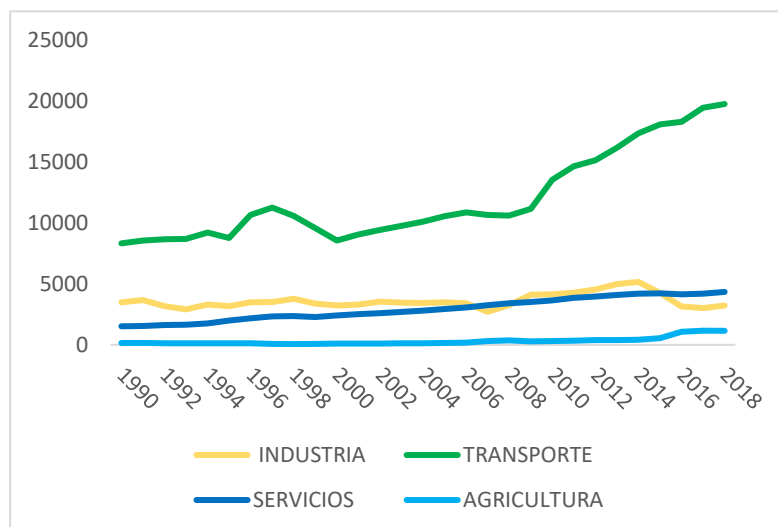
tenido mayores modificaciones, el mismo caso se presenta con el sector del transporte que tiene una intensidad promedio 1990-2018 de 3,22 KtCO₂/ Ktoe.

El sector de la industria tiene una intensidad promedio de 2,05 KtCO₂/ Ktoe, este sector posee la matriz energética más diversa de todos los sectores estudiados, pese a ello su matriz energética se encuentra centrada en el petróleo y sus derivados, la intensidad de carbono ha pasado de 2,31 KtCO₂/ Ktoe, en 1990 a 1,53 KtCO₂/ Ktoe, en 2018, es importante tomar en cuenta que este sector ha tenido una disminución en su dimensión económica y de consumo energético a partir del año 2015, tiene una tendencia al decrecimiento con una tasa del -1,30% promedio 1990-2018.

El sector servicios tiene una intensidad promedio de 1,51 KtCO₂/ Ktoe, presenta un crecimiento sostenido pasando de 1,11 KtCO₂/ Ktoe en 1990 a 1,56 KtCO₂/ Ktoe en 2018 con una tasa de crecimiento promedio anual 1990-2018 del 1,30% lo cual demuestra que el sector no tiene mayor crecimiento en intensidad de carbono ya que el sector tiene una matriz energética diversa, su participación no se encuentra centrada únicamente en el petróleo y sus derivados pues las fuentes renovables, geotérmica, solar, eólica, otra, calor, electricidad tienen más del 50% de la participación (Ver [Figura31](#), mayor detalle en [Tabla21](#) en [Anexo5](#)).

Figura 31

Intensidad de carbono por sectores Ecuador 1990-2018



Nota: Unidades KtCO₂/ Ktoe. Fuente: Datos AIE 1990-2018

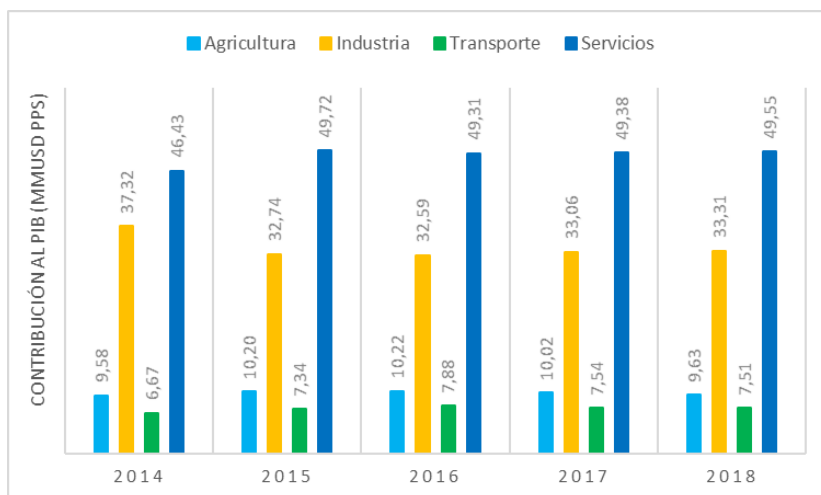
3.5. Consumo Energético Ecuador 2014-2018

3.5.1. Análisis de la matriz productiva

El Ecuador mantiene una matriz productiva similar durante los últimos años de estudio, se mantiene el patrón de producción donde el sector con mayor representación del PIB sector servicios con un porcentaje promedio anual durante 2014-2018 de 48,88% del PIB, seguido del sector de la industria con un porcentaje del 33,80%, agricultura 9,93% y finalmente el transporte 7,39%. (Ver [Figura32](#)).

Figura 32

Matriz productiva del Ecuador 2014-2018

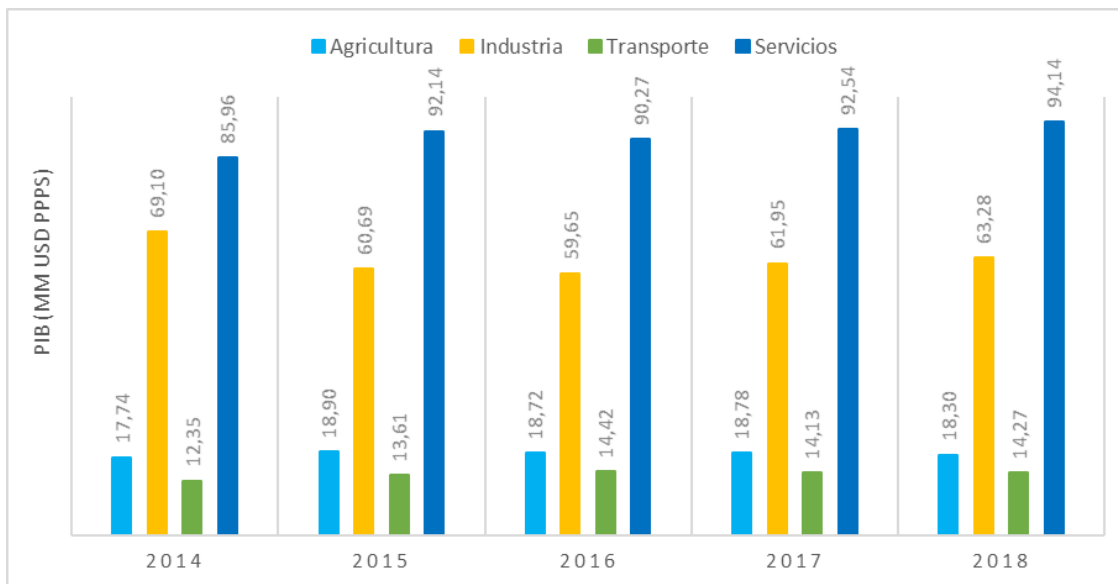


Nota: Fuente CEPAL 2014-2018

El sector con la mayor tasa de crecimiento para el periodo de análisis 2014-2018 es el sector servicios que paso de 85,96 miles de millones de dólares en 2014 a 94,14 miles de millones en 2018 con una tasa de crecimiento del 9,52%, seguido del sector de la industria que paso de 69,10 miles de millones a 63,28 miles de millones con una tasa de decrecimiento de - 8,42%, el sector del transporte 12,35 billones a 14,27 billones, la tasa de crecimiento fue de 15,48% y finalmente el sector de la agricultura que paso de 17,74 billones en 1990 a 18,30 billones en 2018 con un crecimiento de 3,13%. (Ver [Figura33](#) y [Figura34](#)).

Figura 33

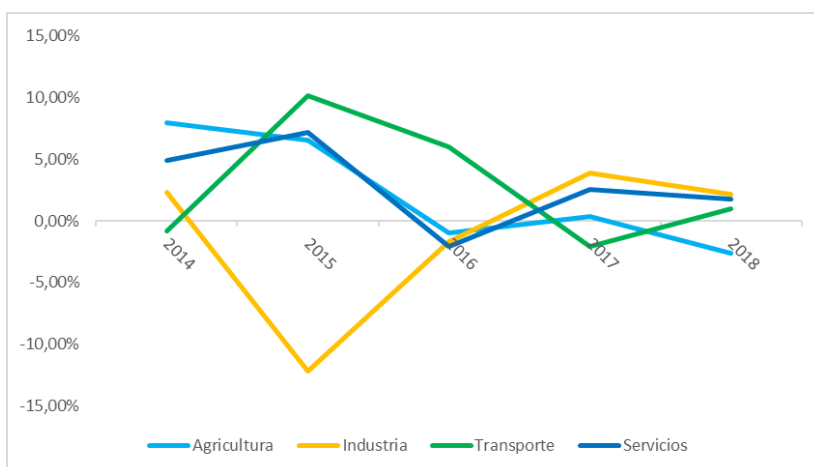
PIB sectorial del Ecuador 2014-2018



Nota: Fuente AIE 2014-2018

Figura 34

Tasa de crecimiento del PIB del Ecuador 2014-2018



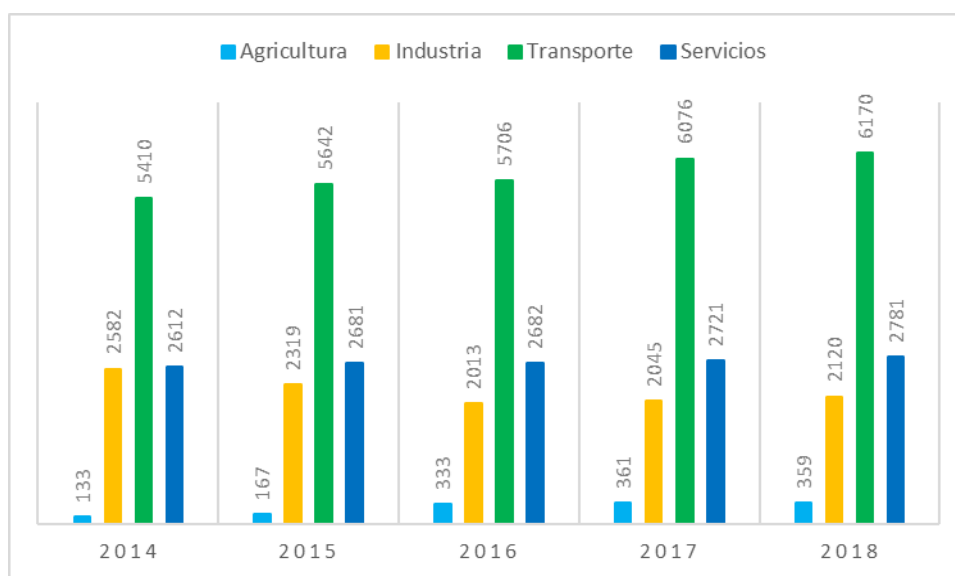
Nota: Fuente AIE 2014-2018

3.5.2. Consumo energético

El consumo energético del Ecuador se ha mantenido sin mayores modificaciones siendo siempre el sector de mayor consumo el sector del transporte, con una tasa de crecimiento promedio anual del 14,05%, seguido del sector servicios con una tasa de crecimiento del 6,47%, el tercer sector de consumo es el de servicios este sector presenta una tasa con tendencia a la baja del -17,89% finalmente el sector de la agricultura con una tasa de crecimiento del 169,92%. (Ver [Figura35](#)).

Figura 35

Consumo energético del Ecuador 2014-2018



Nota: Fuente AIE 2014-2018

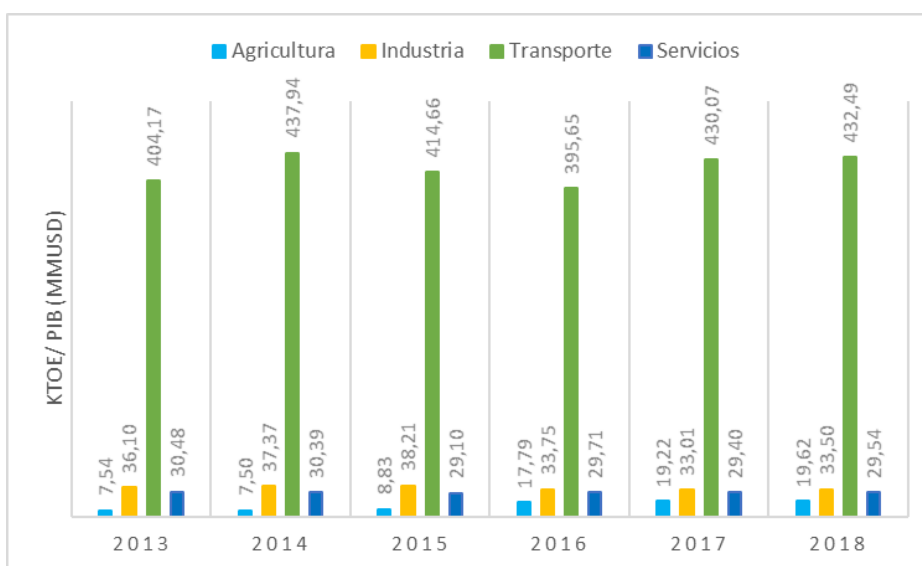
3.5.3. Intensidad energética sectorial

La intensidad energética permite evaluar la relación las unidades económicas producidas por unidad de energía consumida; el sector con mayor intensidad energética en el país es el sector del transporte, por lo que se determina que este es el sector menos eficiente, seguido del sector

industria, el sector de servicios y la agricultura. Es importante recalcar que la intensidad energética sectorial se ha mantenido con esta distribución a lo largo del estudio. (Ver [Figura49](#)).

Figura 36

Intensidad energética del Ecuador 2014-2018



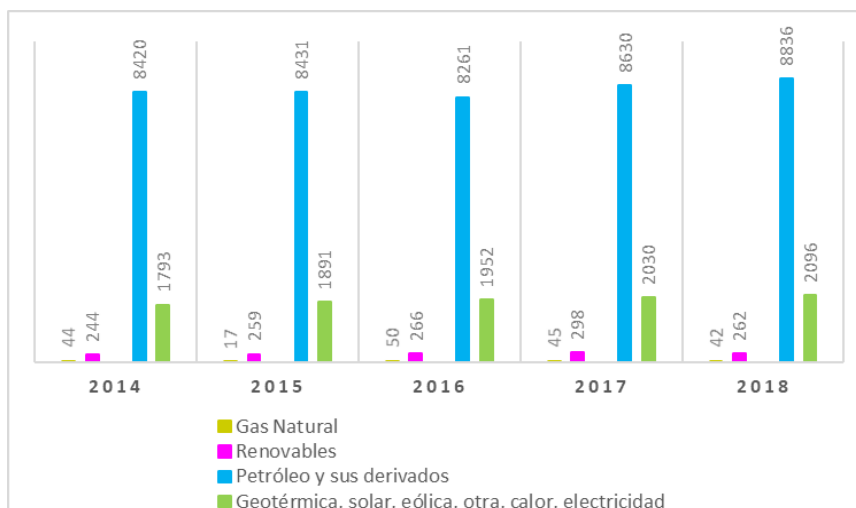
Nota: Fuente AIE 2014-2018

3.5.4. Matriz energética general

La matriz energética del Ecuador se ha mantenido sin mayores modificaciones siendo siempre el petróleo el tipo de energía con mayor consumo; entre 2014 a 2018 el consumo energético del país ha continuado centrado en la participación del petróleo y sus derivados con un porcentaje de participación promedio del 77,74%, seguido por la participación de las fuentes geotérmica solar, eólica otra, calor y electricidad con un porcentaje 17,58%, energías renovables 2,34% y gas natural 0,36%. (Ver [Figura37](#)).

Figura 37

Matriz energética del Ecuador 2014-2018



Nota: Fuente AIE 2014-2018

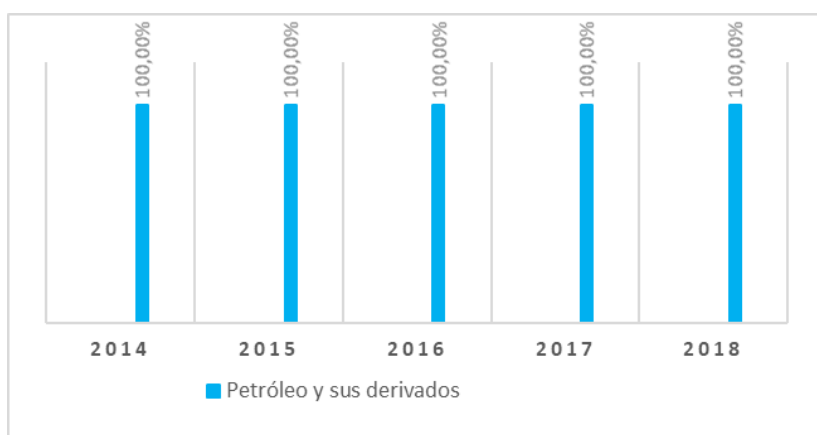
3.5.5. Matriz energética sectorial

El Ecuador mantiene su matriz energética centrada mayoritariamente en la participación del petróleo y sus derivados en todos sus sectores, el carbón la turba y el exquisito bituminoso no tienen participación en la mayoría de los sectores productivos analizados; esta matriz no ha sufrido mayor conversión dentro del periodo estudiado.

El sector de la agricultura mantiene su consumo centrado en el petróleo y sus derivados este comportamiento ha sido constante en el sector, se ha mantenido así durante todo el período de estudio, el consumo energético del sector es mínimo frente al consumo de los otros sectores económicos sin embargo presenta una tasa de crecimiento en el consumo de este tipo de energía del 28,02%. (Ver [Figura38](#)).

Figura 38

Matriz Energética Sector Agricultura Ecuador 2014-2018

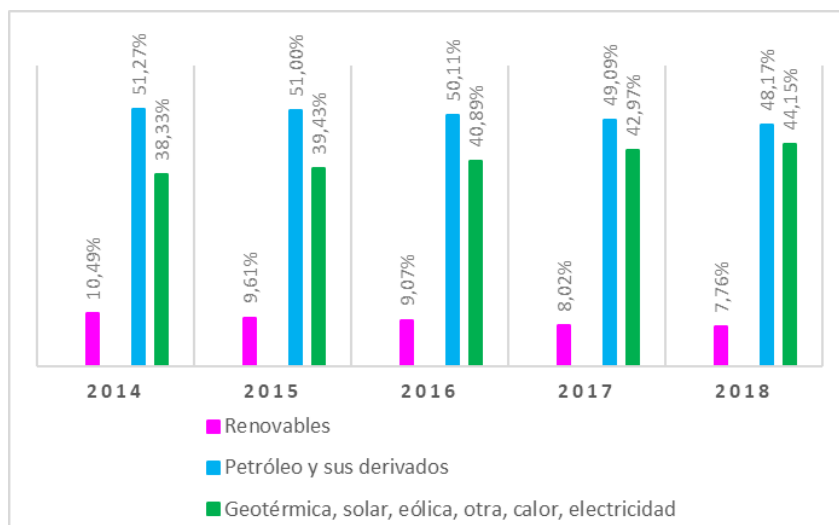


Nota: Fuente AIE 2014-2018

El sector de la industria tiene la matriz más diversa de todos los sectores pues tiene la participación de 4 tipos de energía, pero el tipo de energía con el mayor consumo es el petróleo y sus derivados con un 57,45%, este tipo de energía tiene ha experimentado una reducción en el consumo del sector con una tasa de decrecimiento del -7,53% para el periodo 2014-2018, la siguiente fuente de consumo es la energía geotérmica, solar, eólica, otra, calor, electricidad con un porcentaje de participación de 31,23% y un crecimiento promedio del 4,48% con una tendencia al crecimiento del consumo en los últimos dos años, las energías renovables tiene una participación del 9,79% con una tasa de crecimiento del 5,93%, finalmente el gas natural; este tipo de energía tiene una pequeña participación en el sector pero además este tipo de energía participa únicamente en este sector económico con un porcentaje promedio de 1,53% y una tasa de crecimiento del 25,78%, como se puede evidenciar la participación de este tipo de energía es mínimo. (Ver [Figura39](#)).

Figura 39

Matriz Energética Sector Industria Ecuador 2014-2018

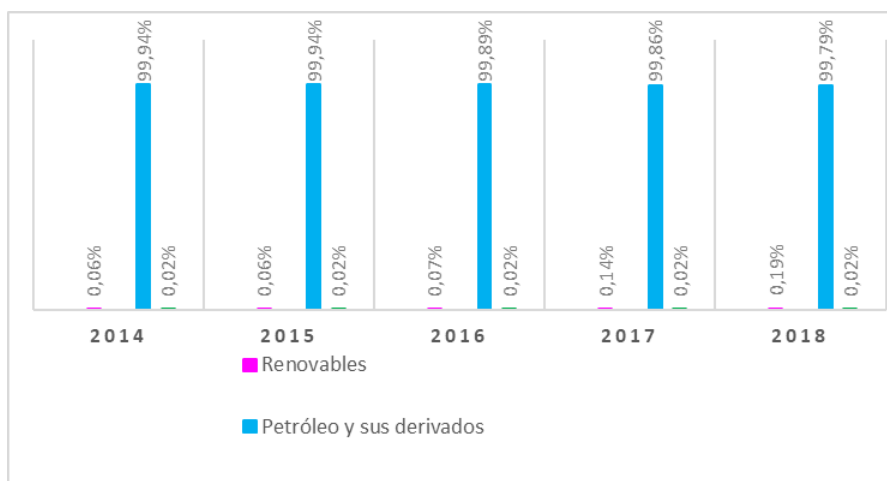


Nota: Fuente AIE 2014-2018

El sector del transporte es un sector que refleja en su comportamiento altos niveles de consumo pero sobre todo de intensidad energética, es decir es el sector más ineficiente del país esto relacionado a que su contribución al PIB es baja frente al porcentaje de consumo energético que el sector maneja; además hay que agregar que este sector ha mantenido su matriz centrada en el consumo de petróleo y sus derivados con una tasa promedio 2014-2018 del 99,88% con una tasa de crecimiento del 4,14% promedio anual, la fuente de energías renovables tiene un 0.11%; la tasa de crecimiento promedio anual de esta fuente es alta 46,61% sin embargo como se puede evidenciar su participación es mínima y la energía geotérmica, solar, eólica, otra, calor, electricidad 0,02% con valores de consumo constantes no se evidencia tasa de crecimiento durante el periodo 2014-2018. (Ver [Figura40](#)).

Figura 40

Matriz Energética Sector Transporte Ecuador 2014-2018

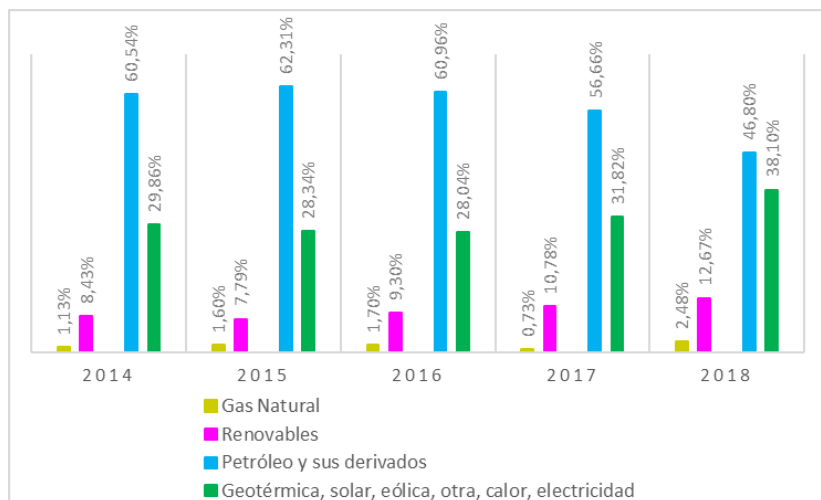


Nota: Fuente AIE 2014-2018

El sector servicios se ha diversificado la matriz de consumo pero sigue siendo el petróleo y sus derivados la fuente que lleva el mayor porcentaje con una tasa promedio 2014-2018 del 49,93% , a partir del 2015 se ha mantenido una reducción en el consumo de esta fuente pero se mantiene una tasa de crecimiento promedio para el periodo de estudio del 1,21%, el segundo tipo de energía es la energía geotérmica, solar, eólica, otra, calor, electricidad, con un porcentaje de participación promedio del 41,15%, esta fuente ha reflejado un incremento en su consumo a partir del 2015 con un tasa de crecimiento promedio anual del 4,67%, finalmente las energías renovables en el sector tienen una participación promedio del 8,99% con una tasa de consumo decreciente del 4,03% promedio anual. (Ver [Figura41](#)).

Figura 41

Matriz Energética Sector Servicios Ecuador 2014-2018



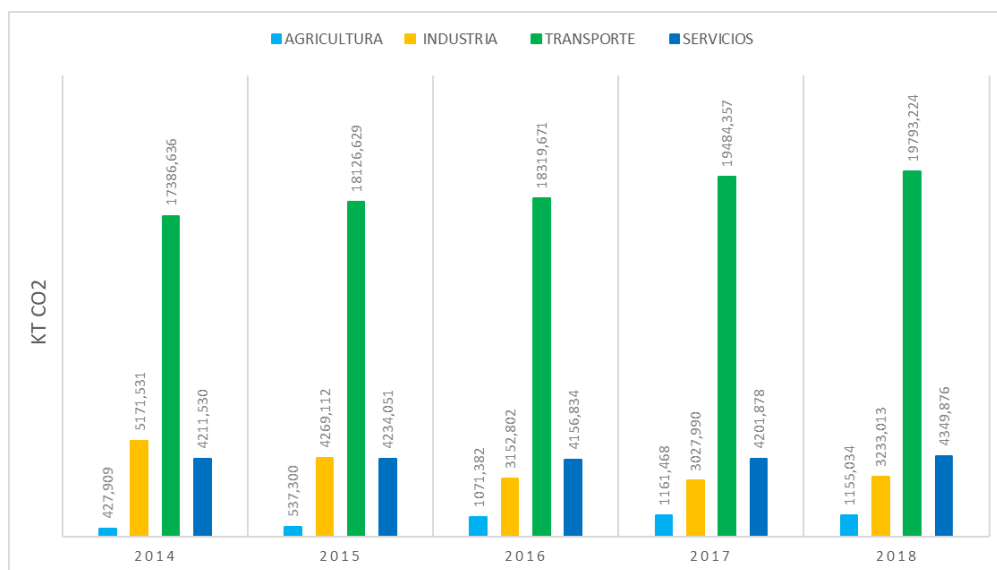
Nota: Fuente AIE 2014-2018

3.5.6. Emisiones de carbono sectoriales

El comportamiento de las emisiones sectoriales ha mantenido su patrón durante el periodo 2014-2018 es así que el sector con la mayor cantidad de emisiones es el sector del transporte con emisiones promedio de 18622,10 Kt CO_2 , las emisiones en el sector tiene una tasa de crecimiento del 4,14%, seguido del sector servicios emisiones promedio de 4230,83 Kt CO_2 este sector presenta un leve crecimiento sostenido del 1,21% promedio, en tercer lugar la industria con unas emisiones promedio de 3770,89 Kt CO_2 este sector presenta una reducción en su contribución al PIB como en consumo energético; por tanto las emisiones del sector tiene una tendencia decreciente con una tasa de -7,40% promedio durante los últimos 5 años, el sector agricultura tiene la menor cantidad de emisiones promedio de 870,62 Kt CO_2 con una tasa de crecimiento del 28,02%. (Ver [Figura42](#)).

Figura 42

Emisiones de carbono sectoriales Ecuador 2014-2018



Nota: Fuente AIE 2014-2018

3.5.7. Intensidad de carbono sectorial

La intensidad del carbono es la relación entre las Kt CO_2 emitidas al medio ambiente y la energía consumida en cada sector, esta intensidad está directamente relacionada con el mix o matriz energética pues es allí donde se verifica que tan contaminante es la energía que se consume, el comportamiento de la intensidad de carbono ha mantenido su patrón durante el periodo 2014-2018 es así que el sector con la mayor intensidad de carbono es el sector agricultura seguido del transporte, la industria y el sector servicios.

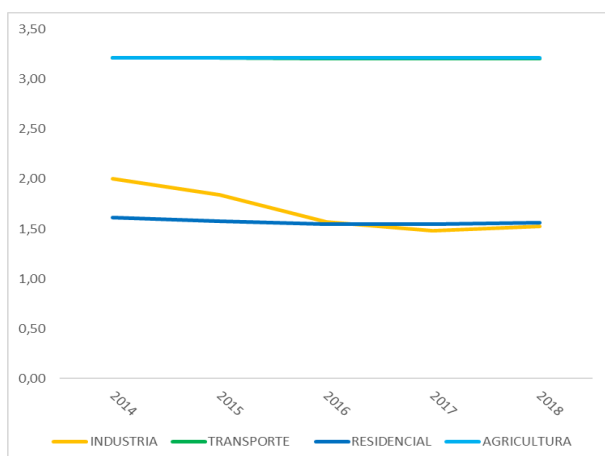
El sector la agricultura tiene una intensidad promedio 2014-2018 de 3,22 $KtCO_2/ Ktoe$, esta intensidad se ha mantenido durante todo el periodo de estudio, similar al sector del que transporte tiene una intensidad promedio de 3,21 $KtCO_2/ Ktoe$, las intensidades no poseen variación debido a que la matriz energética no ha tenido mayores modificaciones.

El sector de la industria tiene una intensidad promedio de 1,74 $KtCO_2/ Ktoe$, este sector posee la matriz energética más diversa de todos los sectores estudiados, pese a ello su matriz energética se encuentra centrada en el petróleo y sus derivados, la intensidad de carbono ha pasado de 2,00 $KtCO_2/ Ktoe$, en 2014 a 1,53 $KtCO_2/ Ktoe$, en 2018, es importante tomar en cuenta que este sector ha tenido una disminución en su dimensión económica y de consumo energético a partir del año 2015, tiene una tendencia al decrecimiento promedio durante los últimos cinco años de -5,49%.

El sector servicios tiene una intensidad promedio de 1,58 $KtCO_2/ Ktoe$, presenta un decrecimiento sostenido durante los últimos cinco años de estudio pasando de 1,64 $KtCO_2/ Ktoe$ en 2014 a 1,56 $KtCO_2/ Ktoe$ en 2018, con una tasa de decrecimiento promedio anual 2014-2018 del -0,95% lo cual demuestra que el sector ha empezado a disminuir su nivel de contaminación ; el sector tiene una matriz energética diversa, su participación no se encuentra centrada únicamente en el petróleo y sus derivados pues el tipo de energía renovable y geotérmica, solar, eólica, otra, calor, electricidad en 2014 suman el del 52% participación se puede evidenciar que existe un crecimiento de la participación de estas fuentes durante los últimos cinco años. (Ver [Figura43](#)).

Figura 43

Intensidad de carbono sectorial Ecuador 2014-2018



Nota: Fuente AIE 2014-2018

3.6. Pruebas de Correlación de las Variables Desagregadas

El análisis de correlación permitirá medir la asociación lineal o tendencia línea entre las dos variables estudiadas; constituye una medida del grado en que la variación en una variable determina la variación en la otra.

El análisis toma en cuenta las variables del sector económico, energético y ambiental, desagregadas en sus cuatro sectores dando un total de 12 variables (cuatro sectores y tres dimensiones): Agricultura PIB (MmUSD-PPPs), Industria PIB (MmUSD-PPPs), Transporte PIB (MmUSD-PPPs), Servicios PIB (MmUSD-PPPs), Agricultura Consumo energético (ktoe), Industria Consumo energético (ktoe), Transporte consumo energético (ktoe), Servicios consumo energético (ktoe), Agricultura Emisiones (Kt CO₂), Industria Emisiones (Kt CO₂), Transporte Emisiones (Kt CO₂), Servicios Emisiones (Kt CO₂), cabe mencionar que hay un total de 12 variables; 29 observaciones lo que implica 348 medidas totales; obteniéndose las correlaciones de la [Tabla5](#)

Tabla5

Análisis correlación Pearson variables desagregadas.

	Agricultura PIB (MmUSD-PPPs)	Industria PIB (MmUSD-PPPs)	Transporte PIB (MmUSD-PPPs)	Servicios PIB (MmUSD-PPPs)	Agricultura Consumo Energético (ktoe)	Industria Consumo Energético(ktoe)	Transporte Consumo Energético (ktoe)	Servicios Consumo Energético (ktoe)	Agricultura Emisiones (Kt CO2)	Industria Emisiones (Kt CO2)	Transporte Emisiones (Kt CO2)	Servicios Emisiones (Kt CO2)
Agricultura PIB (MmUSD-PPPs)	1,00				0,17				0,17			
Industria PIB (MmUSD-PPPs)	***	1,00				0,90				0,53		
Transporte PIB (MmUSD-PPPs)			1,00				0,61				0,61	
Servicios PIB (MmUSD-PPPs)				1,00				0,99				0,98
Agricultura Consumo Energético (ktoe)	0,17				1,00				1,00			
Industria Consumo Energético(ktoe)		0,90				1,00				0,78		
Transporte Consumo Energético (ktoe)			0,61				1,00				0,99	
Servicios Consumo Energético (ktoe)				0,99				1,00				0,98
Agricultura Emisiones (Kt CO2)	0,17				1,00				1,00			
Industria Emisiones (Kt CO2)		0,53				0,78				1,00		
Transporte Emisiones (Kt CO2)			0,61				0,99				1,00	
Servicios Emisiones (Kt CO2)				0,98				0,98				1,00

Nota. Fuente Procesamiento de datos Python

- *Los espacios en blanco son valores de correlaciones no requeridas para el análisis por lo que han sido omitidas*

Del análisis se desprende que todas las correlaciones son positivas, es decir son relaciones directamente proporcionales, lo que indica que si la una variable aumenta la otra también lo hará y si disminuyen lo harán las dos de manera proporcional.

El sector agricultura maneja correlaciones positivas muy débiles⁵ entre el PIB - consumo energético y el PIB – emisiones de CO₂, lo que implica que la variación del PIB no determina la variación del consumo energético, ni la de las emisiones de CO₂. La correlación positiva perfecta⁶ entre el consumo energético - emisiones de CO₂ indica que la variación de consumo energético impacta fuertemente en la variación de las emisiones de CO₂.

El sector industria tiene tres tipos de correlaciones una positiva muy fuerte⁷ entre el PIB - consumo energético, es decir la variación del PIB impacta en alto grado a la variación del consumo energético, correlación positiva considerable⁸ entre consumo energético - emisiones de CO₂ el grado en que consumo energético impacta a las emisiones de CO₂ es considerable y una correlación positiva media⁹ entre PIB – emisiones de CO₂, el grado de variación de la una variable sobre la otra es medio.

El sector transporte tiene una correlación positiva media entre PIB - consumo energético y PIB – emisiones de CO₂; el grado de variación del PIB impacta medianamente al consumo energético y a las emisiones; maneja una correlación positiva muy fuerte entre consumo

⁵ Correlación positiva muy débil=+0.10

⁶ Correlación positiva perfecta= +1.00

⁷ Correlación positiva muy fuerte=+0.90

⁸ Correlación positiva considerable=+0.75

⁹ Correlación positiva media=+0.50

energético - emisiones de CO_2 , es decir el grado de variación del consumo energético impacta fuertemente a las emisiones de CO_2 .

Finalmente, el sector servicio tiene las tres correlaciones positivas muy fuertes lo que indica que el grado de variación del PIB determina en alto grado la variación tanto del consumo energético como de las emisiones, al igual que la variable consumo energético determina el grado de variación de las emisiones.

3.7. Pruebas de Cointegración Variables Desagregadas

Estas pruebas fueron realizadas para poder determinar una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables de estudio, hecho que sucede si los residuales son estacionarios, es decir hay cointegración (Gujarati & Porter, 2010); este análisis complementario al análisis correlacional permite generar un entendimiento más completo de las variables involucradas, de forma sectorial previniendo principalmente las relaciones espurias; para poder aportar al entendimiento y mejoras en la gestión del Ecuador. Si dos variables se encuentran cointegradas se entiende que su crecimiento o caída se dará de forma sincronizada a lo largo del tiempo.

El análisis de cointegración se ha realizado de cada sector del Ecuador: agricultura, industria, transporte y servicios tomando en cuenta las relaciones $PIB \rightarrow$ emisiones de CO_2 , $PIB \rightarrow$ consumo energético y $consumo\ energético \rightarrow$ emisiones de CO_2 .

Para establecer cointegración de las variables se realizó la prueba de raíces unitarias mediante la prueba DFA, para determinar estacionariedad, el software R permite realizar la prueba DFA en sus tres tipos:

Sin constante y sin tendencia (tipo 0)

Con constante (tipo 1)

Con constante y tendencia (tipo2)

La elección de la clase de prueba se realiza acorde al tipo de serie numérica indicándose que si la serie original tiene tendencia se debe tomar la prueba tipo 2, si la serie original no posee tendencia y su media es cero la más optima será la prueba tipo 1 y si la serie fluctúa en torno a su valor medio cero la prueba adecuada es tipo 0. (Gujarati & Porter, 2010). Para el caso de las series de estudio se toma la prueba de tipo 2, pues las mismas tienen constante y tienen tendencia.

La prueba maneja dos hipótesis:

H0: Los errores de las series son no estacionarios, por tanto, son procesos con raíz y no hay cointegración.

H1: Los errores de las series son estacionarios por tanto no son procesos sin raíz unitaria y existe cointegración.

Entonces se toma en cuenta el valor tau y el valor crítico de cada prueba, en la mayoría de las aplicaciones realizadas el valor tau es negativo por lo que se puede señalar que; valor tau (negativo), más negativo o alejado de 0 que el valor crítico se rechaza *H0*, los residuales de las series son estacionarios, caso contrario se acepta *H0*, es decir las series son no estacionarias:

valor tau < valor crítico rechazo *H0*, acepto *H1*.

valor tau > valor crítico rechazo *H1*, acepto *H0*.

Los valores son comprobados al 1%, 5% y 10% de confianza.

Si se logra establecer estacionariedad se genera el modelo 1 de cointegración, lo que indica que las variables se encuentran en equilibrio en el largo plazo, pasando directamente al modelo 3 del mecanismo de corrección de errores, para acoplar la serie a un equilibrio en el corto plazo, si

al realizar la prueba las series demuestran no ser estacionarias se genera el modelo 2 agregando la tendencia es necesario estimar nuevamente la ecuación con la variable tendencia generar y aplicar la prueba DFA verificando si es posible llegar a la estacionariedad de las series para verificar su cointegración; las pruebas realizadas han generado los resultados mostrados en la [Tabla6](#) .

Tabla6*Análisis de cointegración del Ecuador variables desagregadas*

	VARIABLES	MODELO 1 COINTEGRA CIÓN	COMPROBACIÓN DICKEY Y FULLER	MODELO 2 CON TENDENCIA	COMPROBACIÓN DICKEY Y FULLER	MODELO 3 CON MECANISMO DE CORRECCIO N DE ERRORES
<i>AGRICULTURA</i>	PIB → CONSUMO ENERGÉTICO		No hay estacionariedad, variables no cointegradas no hay equilibrio a largo plazo.		Residuales no estacionarios, no hay cointegración, no hay equilibrio en el largo plazo	No se pasa a esta prueba
	PIB → EMISIONES DE CO ₂		No hay estacionariedad, variables no cointegradas no hay equilibrio a largo plazo.		Residuales no estacionarios, no hay cointegración, no hay equilibrio en el largo plazo	No se pasa a esta prueba
	CONSUMO ENERGÉTICO →EMISIONES DE CO ₂	LCE=- 1.169e+1.000 eLECO2	Estacionariedad al 1%, 5 % y 10% en todas las pruebas DFA aplicadas		Al agregar la tendencia se pierde estacionariedad.	LCE=-5,34e-17+1.0eLECO2-4.013e-01res
<i>INDUSTRIA</i>	PIB → CONSU MO ENERGÉTICO	LPIB= - 9,7383+1,796 8 LCE	Estacionariedad con constante y tendencia al 10%, Con constante 5% y 10%. Sin constante y sin tendencia al 1%, 5 % y 10%		Modelo con tendencia no registra estacionariedad.	LPIB= 0,032+0,04LC E-0,18 res
	PIB → EMISIO NES DE CO ₂	LPIB=- 5,185+ 1,084LECO2	Estacionariedad con constante y tendencia al 10%.		Modelo con tendencia no registra estacionariedad.	LPIB=0,032+ 0,0024LECO2 -0,18res
	CONSUMO ENERGÉTICO →EMISIONES DE CO ₂		Residuales no estacionarios, no hay cointegración, no hay equilibrio en el largo plazo		Residuales no estacionarios, no hay cointegración, no hay equilibrio en el largo plazo	No es posible pasar a esta prueba

TRANSPORTE	PIB→CONSUMO ENERGÉTICO		Residuales no estacionarios, no hay cointegración, no hay equilibrio en el largo plazo excepto para prueba sin intercepto y sin tendencia al 10%	LCE=8,67+(0,05485) + 0,87344 LPIB	Estacionariedad al 5% y 10%	LCE=0,05-0,65LPIB-0,17res
	PIB→EMISIONES DE CO₂		Residuales no estacionarios, estacionariedad solo sin constante y sin tendencia al 10%.	LECO2=9,71 + (0,054868)-0,876199LPIB	Estacionariedad al 5% y 10%	LECO2=0,045-0,65 LPIB-0,17res
	CONSUMO ENERGÉTICO →EMISIONES DE CO₂		No hay estacionariedad con constante y tendencia, hay estacionariedad con constante del 5% y 10%. Sin constante y sin tendencia al 1%, 5 % y 10%		Residuales no estacionarios, no hay cointegración, no hay equilibrio en el largo plazo	No es posible pasar a esta prueba
SERVICIOS	PIB→CONSUMO ENERGÉTICO	LPIB= -6,15725+1,35 LCE	Estacionariedad al 1%, 5 % y 10% en todas las pruebas DFA aplicadas			LPIB=0,03+0,50 LCE+0,07res
	PIB→EMISIONES DE CO₂		No hay estacionariedad con constante y tendencia, hay estacionariedad con constante del 10%, sin constante y sin tendencia al 1%, 5 % y 10%	LECO2=1,795+ (0,0314) +0,2210 LPIB	Estacionariedad con al 1%,5% y 10%.	LPIB=0,023+0,42LECO2+0,07res
	CONSUMO ENERGÉTICO →EMISIONES DE CO₂	LCE=-1,89+0,71 LECO2	Estacionariedad con constante y tendencia al 5% y 10%, Con constante no hay estacionariedad. Sin constante y sin tendencia al 5 % y 10%		Con tendencia la estacionariedad se mantiene al 5% y al 10%.	LCE=-0,001+0,68 LECO2+0,019 res

Nota. Fuente Procesamiento de datos R Studio

La [Tabla6](#) muestra que al realizar un tratamiento desagregado de las variables de forma sectorial es posible establecer la cointegración es decir el equilibrio a largo plazo en la mayoría de

las relaciones por lo que se puede pasar hacia el mecanismo de corrección de errores MCE, que permita obtener un modelo de equilibrio en el corto plazo. (Gujarati & Porter, 2010)

El sector de la agricultura posee una sola relación de cointegración comprobada desde el modelo 1, que se genera entre las variables consumo energético → emisiones de CO₂, lo que indica que estas variables poseen un equilibrio a largo plazo es decir crecen o decaen en forma sincrónica.

El sector de la industria posee dos relaciones de cointegración desde el modelo 1, entre las variables PIB → consumo energético y PIB → emisiones de CO₂ se demostró el equilibrio tanto en el largo plazo como en el corto plazo para estas variables.

El sector del transporte posee dos relaciones de cointegración entre las variables PIB → consumo energético y PIB emisiones de CO₂, que se generan al realizar la regresión cointegrante con la variable tendencia, se obtuvo la relación tanto en el largo plazo como en el corto plazo.

Finalmente, el sector de servicios tiene las tres relaciones cointegrantes PIB → consumo energético y consumo energético emisiones de CO₂ que se generan en el modelo 1 de regresión cointegrante; PIB → emisiones de CO₂ se genera en el modelo 2 de regresión cointegrante agregando la variable tendencia con lo que se identifica la cointegración en todas las relaciones del sector existe un equilibrio en el largo plazo, no se identifica equilibrio en el corto plazo pues el residual generado es positivo.

3.8. Análisis de Causalidad de Granger

Mediante este análisis se pretende determinar si la causalidad entre las variables es de tipo unidireccional, bidireccional o inexistente (Gujarati & Porter, 2010); el test maneja una hipótesis nula y una alternativa del siguiente modo:

H0: El PIB (X) no causa el consumo energético (Y)

H1: El PIB (X) si es causa el consumo energético (Y)

Las variables son evaluadas con un cierto retraso, el programa Python permite evaluar las relaciones a un 95% de confianza y se consideran significativas las relaciones con un P-valoré menor a 0.05 para poder rechazar H0 y aceptar H1.

Mediante el programa se obtiene el p-valor de varias pruebas: el de la distribución F, distribución chi2, que permiten para probar diversas hipótesis en el contexto de los modelos de regresión lineal; con distribución normal ; la prueba de razón de verosimilitud y la prueba de Wald son pruebas de verosimilitud como las anteriores pero que permite probar hipótesis con los que se manejen modelos de regresión lineales o no lineales, por lo general no es necesario el uso de estas últimas pruebas pues la investigación maneja una muestra finita de casos de estudio y para modelos de regresión lineal, con errores normales o sin ellos, no hay necesidad de revisar el multiplicador de Lagrange (ML), prueba de Wald y la prueba de razón de verosimilitud (RV), pues, al hacerlo no se gana información adicional a la contenida en F.(Gujarati & Porter, 2010; Hernández Sampieri et al., 2014); la presente investigación usara las cuatro pruebas con un p-valor menor a 0,05 como criterio para poder rechazar H0 y aceptar H1.

Tabla7

Tabla análisis de causalidad de Granger

Sector Agricultura				
Retraso 2				
Variables	Prueba-F	Prueba- chi2	Prueba-RV	Prueba -Wald
PIB→CE^a	p=0.6653	p=0.6008	p=0.6065	p=0.6653
CE→PIB	p=0.8369	p=0.8022	p=0.8037	p=0.8369
PIB→ECO₂^b	p=0.6653	p=0.6008	p=0.6065	p=0.6653

ECO2→PIB	p=0.8369	p=0.8022	p=0.8037	p=0.8369
CE→ECO₂	p=1.0000	p=1.0000	p=1.0000	p=0.0000
ECO2→CE	p=1.0000	p=1.0000	p=1.0000	p=0.0000

Sector Industria

Retraso 2

Variables	Prueba-F	Prueba- chi2	Prueba-RV	Prueba -Wald
PIB→CE	p=0.9409	p=0.9278	p=0.9280	p=0.9280
CE→PIB	p=0.0038	p=0.0001	p=0.0011	p=0.0038
PIB→ECO₂	p=0.9356	p=0.9213	p=0.9216	p=0.9356
ECO2→PIB	p=0.0433	p=0.0116	p=0.0212	p=0.0433
CE→ECO₂	p=0.0922	p=0.0382	p=0.0537	p=0.0922
ECO2→CE	p=0.4393	p=0.3506	p=0.3644	p=0.4393

Sector Transporte

Retraso 2

Variables	Prueba-F	Prueba- chi2	Prueba-RV	Prueba -Wald
PIB→CE	p=0.4037	p=0.3133	p=0.3285	p=0.4037
CE→PIB	p=0.3756	p=0.2845	p=0.3007	p=0.3756
PIB→ECO₂	p=0.4041	p=0.3138	p=0.3289	p=0.4041
ECO2→PIB	p=0.3755	p=0.4066	p=0.3006	p=0.3755
CE→ECO₂	p=0.4879	p=0.4025	p=0.4145	p=0.4879
ECO2→CE	p=0.4917	p=0.4066	p=0.4184	p=0.4917

Sector Servicios

Retraso 2

Variables	Prueba-F	Prueba- chi2	Prueba-RV	Prueba -Wald
PIB→CE	p=0.0670	p=0.0233	p=0.0362	p=0.0670
CE→PIB	p=0.1111	p=0.0505	p=0.0674	p=0.1111
PIB→ECO₂	p=0.0075	p=0.0005	p=0.0025	p=0.0075
ECO₂→PIB	p=0.2249	p=0.1407	p=0.1602	p=0.2249
CE→ECO₂	p=0.0122	p=0.0013	p=0.0045	p=0.0122
ECO2→CE	p=0.4530	p=0.3651	p=0.3784	p=0.4530

Nota. Fuente Procesamiento de datos Python

CE: ^a consumo energético, ^b emisiones de CO₂

El análisis no muestra relaciones de causalidad en ningún sentido para el sector de la

agricultura al igual que para el sector del transporte.

Muestra relaciones de causalidad unidireccional en el sector de la industria se aceptan las hipótesis alternativas H1 el consumo energético causa el PIB y las emisiones de CO₂ causan el

PIB. En el sector de servicios se aceptan las hipótesis alternativas H1, el PIB causa las emisiones de CO₂ y el consumo energético causa el CO₂.

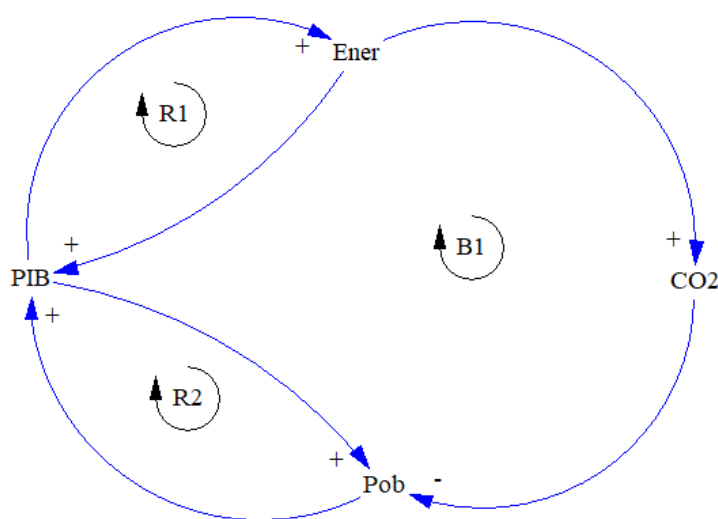
La causalidad a la manera de Granger está relacionada con la capacidad predictiva de la una variable sobre la otra, lo que indica que los valores pasados de una variable x pueden explicar significativamente los valores actuales de otra variable y y (Gujarati & Porter, 2010), el análisis indica que para el sector del transporte no ninguna de las relaciones estudiadas tienen capacidad predictiva; para el sector de la industria y de servicios hay relaciones predictivas unidireccionales.

3.9. Planteamiento del Modelo de Dinámica de Sistemas Teórico y Empírico

Siguiendo a Robalino-López et al (2014) se utiliza el enfoque sistémico y se considera el proceso de consumo energético como un proxy de desarrollo para el Ecuador en un periodo de estudio de 1990 a 2018, tomando en cuenta los fenómenos económicos y de consumo energético que se han suscitado en este horizonte temporal.

Figura 44

Modelo Teórico



Nota: Fuente Adaptado de Robalino-López et al (2014)

La descripción del proceso se da por medio del establecimiento de las Hipótesis Dinámicas (HD):

HD1: El desarrollo económico permite a la población obtener más y mejores bienes y servicios que satisfagan necesidades más sofisticadas, en la búsqueda de estándares más altos de vida, y las industrias proporcionarían más productos para satisfacer estas demandas de los consumidores, lo que lleva a un aumento en el consumo de energía; el consumo energético estimula el desarrollo económico (PIB); el desarrollo económico (PIB) lleva a un aumento en el consumo de energía. Lo anterior se refleja en el bucle de refuerzo “R1”. (Chiu & Lee, 2020; González-Eguino, 2015; Malaquias et al., 2019; Sadorsky, 2010, 2011)

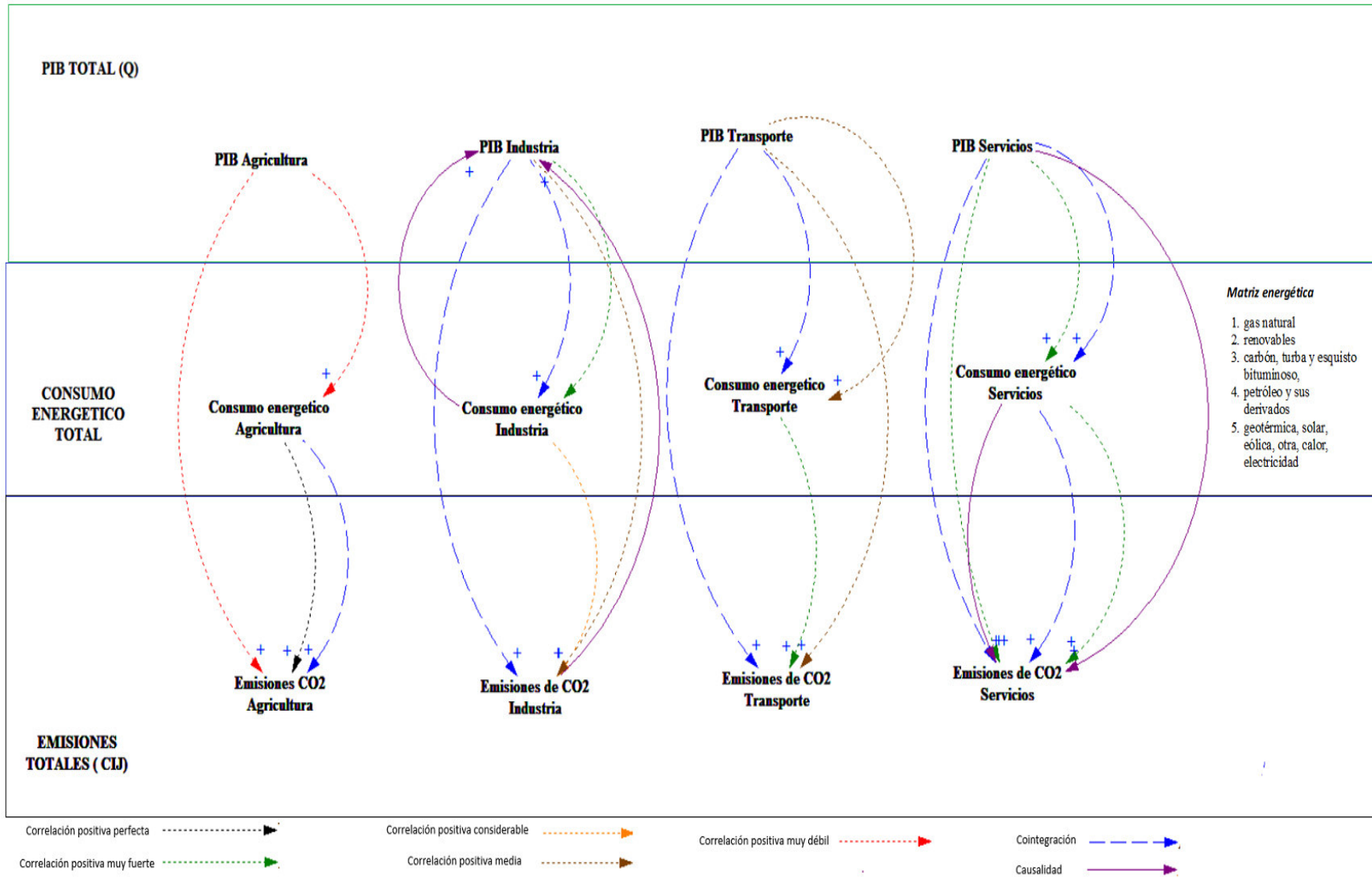
HD2: El desarrollo económico y el mayor consumo de energía, influyen negativamente en la esperanza de la población esto debido a que se ha promovido nuevos hábitos de consumo dentro de la sociedad con impacto ambiental mayor, las degradaciones ambientales causadas por las emisiones de CO₂ disminuyen la tasa de crecimiento de la población; una economía con pocas capacidades tecnológicas y escaso capital humano no será capaz de cuidar el medio ambiente, estando siempre supeditada a sostener su crecimiento mediante el uso intensivo de recursos naturales que, junto con la mano de obra barata, son su fuente de competitividad internacional. Lo anterior se refleja en el bucle de balance “B1”.(Alvarado et al., 2018; Cherniwchan, 2012; OLADE, 2017^a, 2019; ONU CDS, 2002; Vona et al., 2018; R. Wang et al., 2020; Z. Wang et al., 2020)

HD3: El desarrollo económico incrementa la calidad de vida de la población, el incremento del PIB impacta población de forma positiva siempre que su incremento está relacionado a buenas prácticas ambientales, es decir a los cambios en el mix energético sectorial consumo se evita la degradación con lo que se garantiza condiciones de vida adecuadas y por lo

tanto no hay afección de la población. Se refuerza el desarrollo económico. Lo anterior se refleja en el bucle de refuerzo “R2”. (Araujo et al., 2019; Andrés Robalino-López et al., 2014; Andrés Robalino-López & Aniscenko, 2017)

Figura 45

Modelo empírico



Por simplificación, el modelo empírico integra a la variable demográfica con la económica y toma en cuenta el resto de las relaciones propuestas para la respectiva contrastación, en el horizonte temporal 1990-2018, las variables han sido desagregadas por sectores económicos estudiados a través del balance energético y una variante de la identidad KAYA como tecnologías de cuantificación:

Desde el análisis de la demanda se ha tomado en cuenta de manera sectorial las variables que alimentan esta sección del balance energético, el PIB total se encuentra alimentado de forma positiva por la composición del PIB sectorial (Q_i), el consumo energético desglosado en sectores y tipo de combustible alimenta el consumo energético total, y las emisiones sectoriales forman parte de las emisiones totales del país.

Las relaciones estadísticas representadas en el modelo empírico demuestran que los sectores más influyentes son el sector de la industria y el sector de servicios; puesto que tienen la mayor cantidad de relaciones y son los sectores en los que se ha logrado determinar relaciones causales unidireccionales, además de ser los sectores con mayor aporte al desarrollo económico (PIB).

El sector de la agricultura muestra que, de las variables de estudio, el PIB se encuentra determinando de forma muy débil el grado de variación del consumo energético y de las emisiones de CO_2 , sin embargo, la variación de consumo energético implicaría de forma fuerte la variación de las emisiones de CO_2 ; vinculado principalmente al tipo de matriz energética que se maneja en este sector; el 100% de la misma se encuentra centrada en el petróleo desde 1990 hasta 2018. Las variables que tienen un equilibrio en el largo plazo son igualmente el consumo energético y las emisiones lo que indicaría que las dos pueden tener un crecimiento o una caída

sincrónica; sin que esto signifique que existe capacidad predictiva para este sector pues no se establecen relaciones causales. Acorde a este análisis se propone como estrategia de mejora en la gestión la diversificación de la matriz energética con enfoque en el uso de biofertilizantes para el sector, tomando en cuenta que la influencia directa se da en la relación consumo energético → emisiones de CO₂, existen evidencias que demuestran que el uso de un biodigestor en zonas rurales permite reducir el gasto energético mensual y marcar una diferencia tangible al nivel de vida de los hogares rurales debido a ciertos costos económicos se sugiere una intervención estatal en búsqueda de beneficios más amplios para toda la economía. (Smith et al., 2014), es importante mencionar que mitigar el impacto ambiental en este sector no tiene el mismo efecto que en los demás sectores productivos puesto que el consumo energético es mínimo y por tanto es un emisor de CO₂ insignificante. (Araujo et al., 2019)

El consumo energético y las emisiones del sector de la industria causan el PIB del sector, es decir los valores pasados del consumo energético del sector y de sus emisiones pueden explicar los valores actuales del PIB, es decir existe capacidad predictiva. Además, en el sector la variación del consumo energético determina de forma muy fuerte la variación del PIB, la variación de CO₂ determina medianamente la variación del PIB y la variación del consumo energético determina las emisiones de CO₂ en forma considerable; tomando en cuenta que la matriz energética del sector si se encuentra mucho más diversificada y tiene la participación de diversas fuentes pero continúa manteniendo el 65.12% en energías fósiles y una participación de energías limpias del 34.6%; el análisis de cointegración indica un equilibrio en el largo plazo entre el PIB y el consumo energético y entre el PIB y las emisiones lo que demuestra que se puede dar un crecimiento o caída sincrónica en las relaciones de las variables de este sector. Las relaciones causales encontradas en el sector permiten proponer una estrategia de mejora en la gestión, vinculada al

uso de energías no convencionales, incrementar el uso de la energía solar en un 4.60% anual este valor es tomado del crecimiento promedio mundial desde 2014-2018 para el sector de la industria con el tipo de energía solar, eólica y otra (AIE, 2020).

El en el subsector agroalimentario del Ecuador consume el 71% del total de la energía destinada para este sector; (Jácome et al., 2019) , con esta estrategia se impactaría directamente en las emisiones de CO₂, y en el PIB permitiendo un desarrollo más sustentable, existe evidencia de que la tecnología solar puede ser un actor importante en la diversificación de la matriz energética ecuatoriana, con participación de industria local que permita mejorar los costos en el uso de este tipo de tecnología, cabe mencionar que los países en desarrollo están prestando mayor atención al uso de la energía solar, en este sector enfocar políticas públicas de incentivo a esta tecnología es importante para brindar acceso a los recursos en forma de conocimiento, financiamiento y legitimidad desde el exterior.(Gil Perez & Hansen, 2020; Jácome et al., 2019; Andrés Robalino-López & Mena-Nieto, 2015)

El sector de transporte no maneja relaciones que evidencien capacidad predictiva de una variable sobre la otra es decir los valores pasados de una variable no son capaces de explicar significativamente los valores actuales de la otra, en las relaciones estudiadas; este sector tiene en sus variables un comportamiento en que la variación del PIB determina medianamente la variación del consumo energético y de las emisiones, la variación de consumo energético implicaría de forma fuerte la variación de las emisiones de CO₂; esto vinculado al mix energético del sector su matriz energética se encuentra centrada en el petróleo 99.96%. Las relaciones cointegrantes indican una relación de equilibrio en el largo plazo con las variables PIB consumo energético y PIB emisiones de CO₂, lo cual implicaría un crecimiento o una caída sincrónica de las variables estudiadas. Como estrategia de mejora se plantea incrementar el uso de

biocombustibles en un 3.62% anual mediante políticas que se centren en el transporte público que es el sector en el que el Estado puede tener influencias, esta estrategia impactaría directamente en las emisiones de CO₂, del país. El valor porcentual de la estrategia es tomado del crecimiento promedio que refleja Colombia desde 2014-2018 en biocombustibles para el sector del transporte. (AIE, 2020).

En el sector de servicios la variación del PIB determina la variación del consumo energético y emisiones, además que el consumo energético determina la variación de las emisiones del CO₂ de forma positiva muy fuerte, el mix energético del sector indica que usa en un 46.01% energías fósiles y un 51.13% de energías limpias, la cointegración de las variables se encuentra en las tres relaciones por lo que se puede determinar que hay un equilibrio a largo plazo y que las variables en el sector crecerán o decaerán de forma sincronizada; las relaciones de causalidad son unidireccionales desde el PIB de los servicios hacia las emisiones de CO₂ y desde el consumo energético a las emisiones de CO₂. La estrategia de mejora debe enfocarse en la reducción de las emisiones de CO₂, para ello se plantea hacer uso de la eficiencia energética, sobre todo en los hogares mediante políticas de subsidio focalizadas, que poco a poco permitan eliminar los subsidios de derivados del petróleo y el incremento de la eficiencia energética cabe mencionar que para este sector el Ecuador ha manejado planes de eficiencia vinculados a la sustitución de elementos con alto consumo energético por otros más eficientes: plan RENOVA 2012-2016 cambio de refrigeradores, plan iluminación eficiente 2008-2014, uso de lámparas de mayor eficiencia y plan de cocción eficiente 2014-2018 cambio de cocinas que usan gas licuado de petróleo por las de inducción, sin embargo estos planes no han tenido el impacto esperado pues no se ha dado el enfoque correcto hacia la transformación del comportamiento pues no se ha generado el entendimiento del consumidor energético. (Araujo & Robalino-López, 2019)

La comparación del modelo teórico con el modelo empírico demuestra que existen diferencias respecto a los bucles que se forman, de forma sectorial:

La HD1 indica la presencia de un bucle de refuerzo entre el PIB y el consumo energético, este bucle causal de refuerzo no se refleja en ninguno de los sectores estudiados sin embargo, en el sector de la industria crea la relación causal en dirección del consumo energético hacia el PIB, por lo que solo se cumpliría que el consumo está incentivando el desarrollo económico del sector y no que el desarrollo económico genere el aumento en el consumo de energía; el nexo causal en esta dirección indicaría de forma teórica que mediante el desarrollo económico los consumidores podrían comprar más y mejores bienes y servicios que satisfagan necesidades más sofisticadas, en la búsqueda de estándares más altos de vida, y las industrias proporcionarían más productos para satisfacer estas demandas de los consumidores, lo que lleva a un aumento en el consumo de energía. (Sadorsky, 2010, 2011), refuerzo que no se evidencia.

La HD2 indica que el desarrollo económico y el mayor consumo de energía influencia negativamente la esperanza de la población esto debido a que se ha promovido nuevos hábitos de consumo dentro de la sociedad con impacto ambiental mayor, las degradaciones ambientales causadas por las emisiones de CO₂ disminuyen la tasa de crecimiento de la población, este bucle de balance teórico es diferente en el modelo empírico ya que al utilizar una variación de la identidad KAYA no se tomó en cuenta a la población, sin embargo se evidencian las relaciones causales desde las emisiones de CO₂ hacia el PIB en el sector de la industria y desde el PIB hacia las emisiones de CO₂ en el sector de los servicios; además de la relación en que el consumo energético está causando emisiones de CO₂

Se rechaza la HD3 pues el modelo agrupa la variable demográfica y la económica debido a que se usa como aproximación una variación de la identidad como la tecnología de cuantificación para dar entendimiento a este fenómeno complejo.

Por lo tanto el modelo dinámico estaría resaltando que el país se encuentra en la etapa inicial de la curva de Kuznets, donde el PIB del sector servicios se encuentra causado emisiones de CO₂ a su vez el refuerzo del bucle se da por el sector industria en el que se indica que las emisiones producidas están causando el PIB del sistema; los dos sectores son los más representativos económicamente para el Ecuador, según la hipótesis de EKC, la relación entre el ingreso per cápita y la contaminación es una U invertida; el comportamiento establece que a medida que el PIB per cápita crece, el daño ambiental aumenta, cuando alcanza su máximo estadio empieza a disminuir. La razón de este comportamiento es que cuando el PIB alcanza un cierto umbral, la economía pasa a un régimen diferente, donde la tasa de emisiones con respecto a la renta se puede reducir con respecto al régimen inicial. En la etapa inicial, como en los países en desarrollo, las emisiones de CO₂ aumentan con el tamaño de la economía porque las industrias son relativamente rudimentarias, improductivas y contaminantes. En la segunda etapa, el impacto de la economía en la degradación ambiental se reduce a través del efecto de estructura y composición, porque el crecimiento de la economía induce cambios estructurales. En particular, eso sucede cuando una economía basada en la agricultura se transforma en una economía basada en los servicios de manufactura. Finalmente, la tercera etapa aparece cuando las naciones invierten intensamente en investigación y desarrollo y las tecnologías sucias y obsoletas son reemplazadas por tecnologías limpias. En este punto, la contaminación comienza a disminuir en función del PIB. (M. del P. Pablo-Romero & De Jesús, 2016; A Robalino-López et al., 2015; Andrés Robalino-López et al., 2014; Salari et al., 2021). En efecto acorde a las bases teóricas

tratadas se puede establecer que el país aún posee poco grado de sofisticación industrial, la matriz energética se encuentra con fuerte participación del petróleo por lo que es contaminante; lo que reafirma los resultados obtenidos de forma cualitativa a través del análisis histórico, cuantitativa mediante el procesamiento de datos, estudio de índices y análisis estadísticos.

En un escenario propuesto por Robalino (2014), el Ecuador estaría listo para ingresar en el área de estabilidad de la curva de Kuznets a medio plazo en los 2019-2021, para obtener esta meta es esencial implementar políticas que permitan la diversificación de los recursos energéticos, se aumente la eficiencia energética en los sectores productivos para obtener un desarrollo sustentable (Andrés Robalino-López et al., 2014); sin embargo, acorde a la información presentada en el contexto histórico como información cualitativa y con los índices obtenidos de intensidad energética y demás análisis cuantitativos se puede observar que definitivamente el Ecuador no ha realizado un mayor esfuerzo para aumentar eficiencia energética en los sectores productivos más bien se mantiene una intensidad energética constante en todos los sectores, lo cual indica que su eficiencia energética no ha sido mejorada, la diversificación en recursos energéticos para los sectores del transporte y la agricultura no se han generado, sin embargo el sector de la industria si ha pasado de un 1292 Ktoe de uso de petróleo y sus derivados en 2010 a 973 Ktoe en 2018 incrementando el uso de fuentes energéticas no contaminantes (ver [Tabla15](#) en [Anexo5](#)), el sector de servicios no ha logrado reducir su consumo y desde el 2010 a la fecha a incrementado pasando de 1136 Ktoe en 2010 a 1352 Ktoe en 2018. (ver [Tabla17](#) en [Anexo5](#)).

Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo se realiza una síntesis de los resultados y su interpretación, se presentan los puntos más destacados del estudio. Como primer abordaje se realizó la descripción del desarrollo económico, energético y de las emisiones de carbono desde 1990 hasta 2018 en el contexto histórico de los 9 países estudiados, posteriormente se presenta un análisis de la contribución al PIB de cada uno de los sectores económicos, al igual que el consumo energético de cada sector mediante la aplicación del indicador intensidad energética. En el segundo abordaje se realiza un análisis del consumidor energético por sectores en el Ecuador acentuando el comportamiento actual desde 2014 a 2018, mediante la descripción del contexto tanto económico como energético, el análisis de la matriz productiva, de las emisiones y la intensidad sectorial finalmente se plantea un modelo mediante dinámica de sistemas teórico y un modelo empírico para generar una discusión del entendimiento y las particularidades de cada sector, así se proponen estrategias de mejora en la gestión del consumo energético del sector de la industria del Ecuador. La metodología combina el uso del balance energético y la identidad Kaya como tecnologías de cuantificación para el análisis de indicadores y el uso del análisis estadístico, correlacional, de cointegración y de causalidad de Granger; para analizar la evolución temporal de las variables de estudio, así se logra establecer los patrones históricos de consumo energético generales y locales, las tecnologías de cuantificación utilizadas para su medición y gestión, y además proponer estrategias de mejora en la gestión del consumo energético sectorial del Ecuador.

Se limitó el alcance del estudio debido a que Venezuela tuvo que ser eliminada puesto que no se encontró información reportada en la base de datos de la CEPAL. Se requiere la profundización en el análisis causal de las variables para de los sectores de la agricultura y el transporte tomando en cuenta las particularidades de estos sectores, ya que pese a aplicarse ocho

valores rezagados en el análisis de causalidad de Granger no se pudo establecer causalidad en ninguna de las pruebas aplicadas; una posibilidad de futura investigación implicaría plantear otras combinaciones de variables, y establecer nexos entre variables agregadas y desagregadas. Por ejemplo el vínculo entre el crecimiento económico y el consumo energético de petróleo y sus derivados en el transporte , (Pinzón, 2018), adicional acorde a la revisión de la literatura es posible plantear modelos estadísticos de vectores autorregresivos (VAR) y continuar probando los análisis de causalidad de forma que se complemente el presente estudio .(Pinzón, 2018; Andrés Robalino-López et al., 2014; Zafar et al., 2019)

En el contexto histórico se muestra que en los países de la CAN, Colombia es el país con mayor desarrollo económico, seguido de Perú, Ecuador y Bolivia, se mantiene el orden de los países para el consumo energético; el sector con mayor aporte al PIB para estos países es sector residencial seguido de la industria el transporte y la agricultura, el consumo energético se ha mantenido centrado en el sector del transporte desde 1990 hasta 2018 con excepción de Colombia que por 19 años mantenía a la industria como el sector de mayor demanda energética pero partir del 2010 al 2018 el transporte toma la delantera en el consumo y Perú que mantuvo por 19 años como sector de mayor consumo energético al sector de servicios a partir del 2010 hasta el 2018 el sector transporte incrementa su consumo manteniéndose de ese modo por los últimos ocho años; pasando a ser el sector con mayor demanda energética, mediante el abordaje del indicador de la intensidad energética se concluye que el sector más intenso en la región es el sector del transporte. En la región del MERCOSUR, el país con mayor desarrollo económico es Brasil, seguido de Argentina, Chile, Paraguay y Uruguay, el sector con mayor aporte al PIB de la región es el sector de los servicios, seguido de la industria, el transporte y la agricultura, el consumo energético se mantiene centrado en el sector de la industria, sin embargo el sector con mayor intensidad

energética es el transporte al igual que en la CAN, este sector es el más ineficiente de todos los sectores económicos pues demanda una cantidad de energía que no representa en su aporte al PIB, sin embargo es indispensable para todas las actividades económicas.

El análisis general de las emisiones de carbono para Latinoamérica resalta la gran brecha que existe incluso entre los países de la región es así como Brasil tiene una cantidad de emisiones de carbono que triplica el promedio global de todos los países estudiados. Los países de la CAN muestran una tendencia al decrecimiento de las emisiones globales para el último periodo 2015-2018, el país con mayor cantidad de emisiones es Colombia seguido de Perú, Ecuador y Bolivia. En el MERCOSUR se evidencia una tendencia hacia la reducción de emisiones por parte de Argentina, Brasil y Uruguay; Brasil maneja la tasa más alta de decrecimiento de la región -9.52%; por otra parte, Chile y Paraguay evidencian un crecimiento en sus emisiones de carbono. Desde el abordaje del indicador intensidad de carbono se puede concluir que el país con mayor intensidad de carbono de la CAN es el Ecuador, para el MERCOSUR, el país con mayor intensidad de CO₂ es Uruguay; esta medida permite determinar cuántas KtCO₂ se emiten a la atmósfera por cada ktoe de energía consumida. Estos dos indicadores, se encuentran estrechamente vinculados con la matriz energética de cada país.

El consumo energético en el Ecuador ha venido vinculado principalmente a políticas e institucionalización de dos ejes principales: la explotación de petróleo y la electricidad, las políticas se han vinculado a los intereses del gobierno de turno sin embargo y pese a los esfuerzos realizados, el país mantiene su perfil de exportador de energía, con una fuerte dependencia tanto económica como energética del petróleo lo que lo ha mantenido vulnerable frente a los choques económicos externos. La matriz energética sectorial se ha mantenido durante el periodo de estudio 1990-2018 centrada en el petróleo y sus derivados con excepción del sector servicios que tiene un

porcentaje mayor de participación en energías limpias; las emisiones sectoriales como resultado de la tecnología de cuantificación demuestran que el sector con mayor cantidad de emisiones de carbono es el sector del transporte, seguido de la industria, el sector servicios y la agricultura, la intensidad de carbono indica que el sector con mayor intensidad es el sector de transporte seguido del sector agricultura, industria y servicios, el comportamiento del consumidor energético se ha mantenido así desde 1990 hasta el 2018, sin que haya mayor variación del comportamiento durante los últimos cinco años (2014-2018) ; se mantiene el sector del transporte como el sector con mayor consumo energético, mayor intensidad energética y de carbono.

El modelamiento del sistema complejo mediante dinámica de sistemas ha tomado como punto de partida la hipótesis de trabajo generada para el presente estudio, en el que se indica que un mejor entendimiento del comportamiento del consumo energético permite aplicar instrumentos de gestión mejor ajustados a los objetivos del desarrollo, partiendo de esta premisa se han planteado las hipótesis dinámicas para poder explicar el comportamiento del sistema complejo; el modelo empírico permite comprender de mejor forma el comportamiento de las variables dentro de cada sector analizado se han encontrado relaciones importantes que ayudan a explicar y comprender mejor el comportamiento del sistema: las relaciones estadísticas estudiadas para el sector de la agricultura indican que no hay mayor capacidad de gestión en la relación de las variables PIB \rightarrow consumo energético y PIB \rightarrow emisiones CO₂; pero si es posible realizar un esfuerzo en la diversificación y de la matriz energética sectorial de modo que la variación en el consumo energético haga variar de forma fuerte a las emisiones del sector, puesto que la relación consumo energético \rightarrow emisiones CO₂ es fuerte; tomando en cuenta que además esta relación tiende al equilibrio en el largo plazo y las variables tendría un incremento o una caída sincrónica,

no se estaría buscando repercutir en la cantidad de energía consumida que para el sector es mínima sino en su calidad; de forma que se puedan reducir las emisiones de CO₂.

El sector de la industria tiene relaciones estadísticas de causalidad unidireccional que permiten comprender su comportamiento de forma mucho más clara; los nexos causales en este sector se dan desde el consumo energético hacia el PIB y desde las emisiones hacia el PIB, el resultado tiene sentido pues el sector de la industria es el sector que aporta directamente al PIB, las emisiones se vinculan a que en efecto se ha optado por tecnologías que son contaminantes, se opta en la mayoría por el uso de los combustibles fósiles en el sector lo que afecta directamente a la degradación ambiental, se está primando el crecimiento sin importar el desarrollo sostenible .(Alvarado et al., 2018; Vona et al., 2018; C. Wang et al., 2017), en el sector se evidencia la imposibilidad de reducir el consumo energético pues se generaría un impacto directo en el PIB (Desarrollo económico), la estrategia de mejora se ha vinculado a la promoción del uso de la energía solar como una posibilidad para incrementar el uso de energías alternativas no convencionales.

El sector del transporte tiene un comportamiento similar al de la agricultura, no se logran establecer relaciones causales lo que indicaría que dentro de las variables estudiadas ninguna puede explicar mediante sus valores pasados los valores actuales de su variable relacionada, no existe la capacidad predictiva dentro del sector. Sin embargo, la relación de mayor posibilidad de variación de la una sobre la otra es la del PIB → emisiones CO₂, por lo tanto, se realiza una propuesta en la mejora de gestión vinculada a la posibilidad del uso de biocombustibles en el sector, tomando en cuenta que el 99% de las fuentes de consumo energético es el petróleo.

El sector servicios maneja nexos causales unidireccionales desde PIB hacia las emisiones de CO₂ y desde el consumo energético a las emisiones de CO₂, los resultados se apegan al

procesamiento de los datos estadísticos, puesto que es el sector de mayor aporte al PIB; pese a tener la matriz energética más diversa de todos los sectores el petróleo y sus derivados continúa siendo la fuente más demandada; lo que indicaría que se está sosteniendo el desarrollo mediante el uso intensivo de recursos; es decir la economía tiene aún pocas capacidades tecnológicas y escaso capital humano, encontrando en los recursos naturales y la mano de obra barata una fuente para sostener competitividad internacional (Vona et al., 2018), la estrategia de mejora planteada para el sector se vincula hacia fomentar el uso de hidroelectricidad, sobre todo en el sector residencial de forma que se impacte directamente sobre el consumo energético, generando variación en las emisiones que no afecten al PIB, pues no se debe incentivar una política de menor consumo de energía ya que el sector aporta fuertemente al desarrollo económico del país; lo recomendable es realizar cambios que solo impacten en las emisiones a través del uso de tecnologías menos contaminantes.

De manera global los sectores que forman un bucle de refuerzo son el sector de la industria desde las emisiones hacia el PIB y el sector de servicios desde el PIB hacia las emisiones, estas relaciones muestran claramente al Ecuador como una economía que se encuentra en la etapa inicial de la curva de Kuznets, ya que, al ser un país en desarrollo, las emisiones aumentan con el tamaño de la economía pues las industrias aún son relativamente rudimentarias, improductivas y contaminantes.(M. D. P. Pablo-Romero & De Jesús, 2016; A Robalino-López et al., 2015; Salari et al., 2021).

El enfoque de las estrategias de mejora se han vinculado al uso de energías renovables no convencionales en búsqueda del desarrollo sustentable, a través de la diversificación de la matriz energética, de forma que el país continúe moviéndose hacia la consecución del séptimo objetivo para el desarrollo sostenible que es “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura,

sostenible y moderna.”; es importante recalcar que Latinoamérica es considerada un líder en energías renovables debido principalmente al uso de energía hidroeléctrica sin embargo esta fuente ha ido decreciendo los últimos años es por ello que se plantea la importancia de incurrir en nuevos tipos de energías renovables no convencionales como el uso de la energía solar, de la biomasa o de energía eólica; estas propuestas de mejora en la gestión sectorial buscan mejorar las condiciones ambientales sin generar impacto en el desarrollo económico, pues esta es una preocupación para los hacedores de políticas públicas.(M. D. P. Pablo-Romero & De Jesús, 2016; Pinzón, 2018; Zafar et al., 2019)

Referencias Bibliográficas

- Acosta, A. (2006). Breve Historia Económica del Ecuador. In *La Flacso* (Corporación). <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/111157-opac>
- Adelman, I. (2002). Summary for Policymakers. In Intergovernmental Panel on Climate Change (Ed.), *Climate Change 2013 - The Physical Science Basis* (Primera, pp. 1–30). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- AIE. (2020). 2020 Edition. In *World Energy Balances 2020 Edition* (Issue January). https://ncdc.gov.ng/themes/common/docs/protocols/111_1579986179.pdf
- Alvarado, R., Ponce, P., Criollo, A., Córdova, K., & Khan, M. K. (2018). Environmental degradation and real per capita output: New evidence at the global level grouping countries by income levels. *Journal of Cleaner Production*, 189, 13–20. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.064>
- Alvarado, R., & Toledo, E. (2017). Environmental degradation and economic growth: evidence for a developing country. *Environment, Development and Sustainability*, 19(4), 1205–1218. <https://doi.org/10.1007/s10668-016-9790-y>
- Araujo, G., & Robalino-López, A. (2019). XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC 2019 Medellín. *ALTEC 2019: XVIII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, December*.
- Araujo, G., Robalino-López, A., & Tapia, N. (2019). Energy foresight: Exploration of CO₂ reduction policy scenario for Ecuador during 2016–2030. *Energetika*, 65(1), 51–70. <https://doi.org/10.6001/energetika.v65i1.3975>
- Arbex, M., & Perobelli, F. S. (2010). Solow meets Leontief: Economic growth and energy consumption. *Energy Economics*, 32(1), 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.05.004>
- Astorga, E., Carrillo, F., Folchi, M., García, M., Grez, B., McPhee, B., Sepúlveda, C., & Stein, H. (2017). *Evaluación de conflictos socio-ambientales de proyectos de gran tamaño con foco en agua y energía para el periodo 1998 al 2015*. 1–264.
- Auffhammer, M., & Carson, R. T. (2008). Forecasting the path of China's CO₂ emissions using province-level information. *Journal of Environmental Economics and Management*, 55(3), 229–247. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2007.10.002>
- Azhgaliyeva, D., Liu, Y., & Liddle, B. (2020). An empirical analysis of energy intensity and the role of policy instruments. *Energy Policy*, 145(July 2019), 111773. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111773>
- Bala, B. K., Arshad, F. M., & Noh, K. M. (2018). System dynamics: Modelling and simulation. In *Springer*.
- Banco Mundial. (2008). *Informe sobre el crecimiento sostenido y el desarrollo incluyente*.
- Bárcena, A., Samaniego, J., Peres, W., & Alatorre, J. E. (2020). La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe. In *Comisión Económica para América Latina y el*

- Caribe (CEPAL), Informe sobre el impacto económico en América Latina y el Caribe de la enfermedad por coronavirus (COVID-19): estudio elaborado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) e. www.cepal.org/apps*
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (P. Hall (ed.); Tercera).
- Bhattacharyya, S. C. (2006a). Energy access problem of the poor in India: Is rural electrification a remedy? *Energy Policy*, *34*(18), 3387–3397. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.08.026>
- Bhattacharyya, S. C. (2006b). Renewable energies and the poor: niche or nexus? *Energy Policy*, *34*(6), 659–663. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2004.08.009>
- Bhattacharyya, S. C. (2011). *Energy Economics* (Vol. 53, Issue 9). Springer London. <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-268-1>
- Bhattacharyya, S. C., & Timilsina, G. R. (2010). Modelling energy demand of developing countries: Are the specific features adequately captured? *Energy Policy*, *38*(4), 1979–1990. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.11.079>
- Bittencourt, M. (2012). Financial development and economic growth in Latin America: Is Schumpeter right? *Journal of Policy Modeling*, *34*(3), 341–355. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2012.01.012>
- Bohlmann, J. A., & Inglesi-Lotz, R. (2018). Analysing the South African residential sector's energy profile. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *96*(July), 240–252. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.052>
- Bravo, G., Di Sbroiavacca, N., Lallana, F., Dubrovsky, H., Romano, A., Landaveri, M. R. R., & Ruchansky, B. (2015). *Elaboración de la Prospectiva Energética del Ecuador 2012-2040*.
- British Petroleum Report. (2018). BP Statistical Review of world Energy. *Statistical Review of World Energy*, *40*. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>
- Brundtland, G. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. In *United Nations General Assembly*. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9160-5_1126
- Caballero Romero, A. E. (2014). *Metodología de la Integral Innovadora para Planes y Tesis* (C. Learning (ed.)).
- Castro Verdezoto, P. L., Vidoza, J. A., & Gallo, W. L. R. (2019). Analysis and projection of energy consumption in Ecuador: Energy efficiency policies in the transportation sector. *Energy Policy*, *134*(November 2018). <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.110948>
- CEPAL. (2016). *Horizontes 2030. La igualdad en el centro del desarrollo sostenible*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40159/4/S1600653_es.pdf
- CEPAL. (2017). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe La dinámica del ciclo económico actual y los desafíos de política para dinamizar la inversión y el crecimiento*.

www.cepal.org/es/suscripciones%0Ahttps://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42001/159/S1700700_es.pdf

- CEPAL. (2018). *Boletín de comercio exterior del MERCOSUR: el rol del MERCOSUR en la integración regional*. 46.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44298/1/S1801158_es.pdf
- CEPALSTAT. (2019). *Bases de datos Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. CEPAL - ONU. <https://cepalstat-prod.cepal.org/cepalstat/tabulador/ConsultaIntegrada.asp?idIndicador=2215&idioma=e>
- Cherniwchan, J. (2012). Economic growth, industrialization, and the environment. *Resource and Energy Economics*, 34(4), 442–467. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2012.04.004>
- Chiu, Y.-B., & Lee, C.-C. (2020). Effects of financial development on energy consumption: The role of country risks. *Energy Economics*, 104833.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104833>
- Cordero, M. (2005). Comunidad Andina: un estudio de su competitividad exportadora. *CEPAL - SERIE Estudios y Perspectivas – Sede Subregional de La CEPAL En México*, 1–96.
- Costantini, V., & Monni, S. (2011). Environment, Human Development and Economic Growth. *SSRN Electronic Journal, February*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.888775>
- Davis, K., & Kingsbury, B. (2012). Indicadores Como Intervenciones: Obstáculos Y Expectativas Al Apoyar Iniciativas De Desarrollo. *Rockefeller Foundation*, 473–542.
<https://doi.org/10.11144/Javeriana.il14-25.icio>
- Díaz, J., & Ruiz, M. (2018). Reformas y desarrollo en el Ecuador contemporáneo. In *Banco Interamericano de desarrollo*.
- Durusu-Ciftci, D., Soytaş, U., & Nazlıoğlu, S. (2020). Financial development and energy consumption in emerging markets: Smooth structural shifts and causal linkages. *Energy Economics*, 87, 104729. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104729>
- Engle, R. F., & Granger, C. W. . (2012). *Co-Integration and Error Correction : Representation , Estimation and Testing*. 55(2), 251–276.
- Epstein, H., & Marconi, S. (2011). *América Latina y el Caribe: estimación de las series en paridades de poder adquisitivo (PPA)*.
- Espeland, W. (2015). Narrating numbers. *Cambridge: Cambridge University Press*, 56–75.
- Felix, D. (1989). Import substitution and late industrialization: Latin America and Asia compared. *World Development*, 17(9), 1455–1469. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(89\)90086-7](https://doi.org/10.1016/0305-750X(89)90086-7)
- Friedrich Ebert Stiftung. (2020). *Los desafíos de la transformación productiva en América Latina. Tomo I Región Andina*.
- Gaies, B., Kaabia, O., Ayadi, R., Guesmi, K., & Abid, I. (2019). Financial development and energy consumption: Is the MENA region different? *Energy Policy*, 135(January), 111000.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111000>

- Galvin, R., & Sunikka-Blank, M. (2018). Economic Inequality and Household Energy Consumption in High-income Countries: A Challenge for Social Science Based Energy Research. *Ecological Economics*, 153(January), 78–88. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.07.003>
- Gil Perez, A. J., & Hansen, T. (2020). Technology characteristics and catching-up policies: Solar energy technologies in Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 56, 51–66. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2020.03.003>
- Goh, T., & Ang, B. W. (2020). Four reasons why there is so much confusion about energy efficiency. *Energy Policy*, 146(August), 111832. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111832>
- González-Eguino, M. (2015). Energy poverty: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 377–385. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.013>
- Grilli, E. (2005). Political economy and economic development in Latin America in the second half of the 20th century. *Journal of Policy Modeling*, 27(1), 1–31. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2004.11.001>
- Gudynas, E. (2018). Ecología de Urgencia. *Montevideo Portal*, 19, 1–19.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *ECONOMETRÍA* (Quinta edi).
- Gutman, V., & Gutman, Á. (2017). *Emisiones energéticas e Identidad de KAYA : Nota metodológica*. <http://ftdt.cc/wp-content/uploads/2017/08/DT-05-Emisiones-energéticas-e-Identidad-de-KAYA-Nota-metodológica.pdf>
- Hao, Y., Wang, L. O., & Lee, C. C. (2018). Financial development, energy consumption and China's economic growth: New evidence from provincial panel data. *International Review of Economics and Finance*. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2018.12.006>
- Heres, D. R., & Valle, D. (2015). *El cambio climático y la energía en América Latina*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39751/S1501198_es.pdf;jsessionid=FFC C25AC88026366466ED09BA3ED0428?sequence=1
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (S. A. D. C. V. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES (ed.); Sexta).
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGraw-Hill / Interamericana editores, S.A. de C.V.
- Hirst, M. (1995). *Políticas de seguridad, democratización e integración regional en el cono sur*.
- Hofman, A. A., & Buitelaar, R. M. (1994). Ventajas comparativas extraordinarias y crecimiento a largo plazo: El caso de Ecuador. *Revista de La CEPAL*, 1994(54), 149–166. <https://doi.org/10.18356/42dfec01-es>
- IEA. (2019). Renewables Information 2019 Overview. *Climate Change 2013 - The Physical Science Basis*, 53(9), 1–30.
- IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. (*Intergovernmental Panel on Climate-Change*), 1–14.

- Jácome, F., Vaca-revelo, D., Rojas, R., Soria, R., & Ordóñez, F. (2019). Desarrollo de un colector de concentración solar de fresnel para calor de procesos en Ecuador. *Memorias I Congreso Internacional de Energías Renovables y Eficiencia Energética*.
- JUNAPLA. (1966). *El desarrollo industrial del Ecuador*.
- Kanagawa, M., & Nakata, T. (2008). Assessment of access to electricity and the socio-economic impacts in rural areas of developing countries. *Energy Policy*, 36(6), 2016–2029. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.01.041>
- Kaya, Y., & Yokobori, K. (1993). “Environment, energy, and economy: strategies for sustainability”. *Conference on Global Environment, Energy, and Economic Development.*, 25–27. <http://www.unu.edu/unupress/unupbooks/uu17ee/uu17ee00.htm#pages279,280>
- Kerner, D. (2003). LA CEPAL, las empresas transnacionales y la búsqueda de una estrategia de desarrollo latinoamericana. *CEPAL*, 85–99. https://doi.org/https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/10877/079085099_es.pdf
- Le, H. P. (2020). The energy-growth nexus revisited: the role of financial development, institutions, government expenditure and trade openness. *Heliyon*, 6(7), e04369. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04369>
- Le, H. P., & Van, D. T. B. (2020). The energy consumption structure and African EMDEs’ sustainable development. *Heliyon*, 6(4), e03822. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03822>
- Liddle, B., & Lung, S. (2015). Revisiting energy consumption and GDP causality: Importance of a priori hypothesis testing, disaggregated data, and heterogeneous panels. *Applied Energy*, 142, 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.12.036>
- Magee, C. L., & Devezas, T. C. (2018). Specifying technology and rebound in the IPAT identity. *Procedia Manufacturing*, 21, 476–485. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.147>
- Makendonski, P., Mendoza, A., & Romero, A. (1967). Caminos de Transición Alternativas al extractivismo y propuestas para otros desarrollos en el Perú. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Malaquias, R. F., Borges Junior, D. M., Malaquias, F. F. de O., & Albertin, A. L. (2019). Climate protection or corporate promotion? Energy companies, development, and sustainability reports in Latin America. *Energy Research and Social Science*, 54(January), 150–156. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.04.001>
- Mckenzie, M. (1994). *La política y la gestión de la energía rural: La experiencia del Ecuador* (Primera). FLACSO SEDE ECUADOR.
- MEER. (2017). *BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL 2017*.
- MERNNR. (2018). Plan maestro de electricidad. *MINISTERIO ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES, NO RENOVABLES*, 27.
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2017). Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035. In *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035*.

- Ministerio de Energía de Chile. (2012). Estrategia Nacional de Energía 2012 - 2030 - Energía para el Futuro. In *Ministerio de Energía Gobierno de Chile*.
<http://www.minenergia.cl/documentos/estudios/2012/estrategia-nacional-de-energia-2012.html>
- Ministerio de Industria Energía y Minería. (2018). *Balance energético 2018*.
www.miem.gub.uy/energia
- Naranjo, M. (1992). La crisis de 1930 y la teoría económica. *Cuestiones Económicas*, 19.
https://www.bce.fin.ec/cuestiones_economicas/images/PDFS/1992/No19/No.19-1992NaranjoMarco.pdf
- Ocampo, J. A. (2012). La historia y los retos del desarrollo latinoamericano. *Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (CEPAL)*, 25–41. <https://doi.org/10.18356/5e511b80-es>
- OLADE. (2017a). Anuario de Estadísticas Energéticas 2017. In *Organización Latinoamericana de Energía*.
- OLADE. (2017b). *Manual de Planificación Energética 2017* (Issue March 2017).
- OLADE. (2018). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2018. In *OLADE* (Vol. 53, Issue 9).
- OLADE. (2019). *Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019* (Issue 1).
<https://doi.org/1776.2003.03.004>
- ONU. (2009). Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU) Naciones Unidas Revisión 4. In *Informes estadísticos Serie M* (Issue 4).
- ONU. (2018a). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe. Evolución de la inversión en América Latina y el Caribe: hechos estilizados, determinantes y desafíos de política*.
www.cepal.org/es/suscripciones
- ONU. (2018b). La Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe. In *Naciones Unidas* (Issue 10). <https://doi.org/10.5354/0719-4633.2018.52077>
- ONU CDS. (2002). *Sustainable Development Goals*. Decision 9/1 Energy for Sustainable Development. <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?menu=1415>
- Orbe León, J., & Caria, S. (2019). La economía ecuatoriana en la encrucijada: balance de una década polémica, 2007-2017. In *Economía y sociedad*.
<https://editorial.iaen.edu.ec/presentacion-la-economia-ecuadoriana-en-la-encrucijada-balance-de-una-decada-polemica-2007-2017/>
- Organización Latinoamericana de Energía. (2017). *Estadística Energética 2017 Manual*.
<http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0380.pdf>
- Ozturk, I., & Acaravci, A. (2013). The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey. *Energy Economics*, 36, 262–267.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.025>
- Pablo-Romero, M. D. P., & De Jesús, J. (2016). Economic growth and energy consumption: The

- Energy-Environmental Kuznets Curve for Latin America and the Caribbean. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60(January), 1343–1350.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.029>
- Pachauri, S., Mueller, A., Kemmler, A., & Spreng, D. (2004). On Measuring Energy Poverty in Indian Households. *World Development*, 32(12), 2083–2104.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.08.005>
- Patterson, M. G. (1996). What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. *Energy Policy*, 24(5), 377–390. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(96\)00017-1](https://doi.org/10.1016/0301-4215(96)00017-1)
- Pinzón, K. (2018). Dynamics between energy consumption and economic growth in Ecuador: A granger causality analysis. *Economic Analysis and Policy*, 57, 88–101.
<https://doi.org/10.1016/j.eap.2017.09.004>
- Ponce, J., & Vos, R. (2012). Redistribution without Structural Change in Ecuador: Rising and Falling Income Inequality in the 1990s and 2000. In *Falling Inequality in Latin America* (Issue Febrero 2012). <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198701804.003.0004>
- Popp, E., & Hirschman, D. (2018). The Sociology of Quantification: Where Are We Now? *Contemporary Sociology*, 47(3), 257–266. <https://doi.org/10.1177/0094306118767649>
- Prebisch, R. (1988). Dependencia, interdependencia y desarrollo. *Revista de La CEPAL*, 1988(34), 205–212. <https://doi.org/10.18356/76311efc-es>
- Robalino-Lopez, A. (2014). *CO2 emissions, energy and sustainable development in Ecuador 1980-2025*. LAP LAMBERT.
- Robalino-López, A, Mena-Nieto, Á., García-Ramos, J. E., & Golpe, A. A. (2015). Studying the relationship between economic growth, CO2 emissions, and the environmental Kuznets curve in Venezuela (1980-2025). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 602–614.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.081>
- Robalino-López, Andrés, & Aniscenko, Z. (2017). Ecological, economical and technological aspects of development. Decomposition analysis of energy consumption related to CO2 emissions in Ecuador. *Vide. Tehnologija. Resursi - Environment, Technology, Resources*, 1(Junio), 229–234. <https://doi.org/10.17770/etr2017vol1.2645>
- Robalino-López, Andrés, Aniscenko, Z., Aguilar, M., & Espinel, C. (2021). Following-up E-government performance in andean countries as development process. *2021 8th International Conference on EDemocracy and EGovernment, ICEDEG 2021*, 55–65.
<https://doi.org/10.1109/ICEDEG52154.2021.9530975>
- Robalino-López, Andres, García-Ramos, J. E., Golpe, A. A., & Mena-Nieto, A. (2016). CO2 emissions convergence among 10 South American countries. A study of Kaya components (1980–2010). *Carbon Management*, 7(1–2), 1–12.
<https://doi.org/10.1080/17583004.2016.1151502>
- Robalino-López, Andrés, García, J., Golpe, A., & Mena, Á. (2014). System dynamics modelling and the environmental Kuznets curve in Ecuador (1980-2025). *Energy Policy*, 67, 923–931.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.12.003>

- Robalino-López, Andrés, & Mena-Nieto, Á. (2015). Meteorological forecasting for renewable energy plants. A case study of two energy plants in Spain. *Vide. Tehnologija. Resursi - Environment, Technology, Resources*, 2(February 2016), 181–189. <https://doi.org/10.17770/etr2015vol2.262>
- Robalino-López, Andres, Mena-Nieto, A., & García-Ramos, J. E. (2014). System dynamics modeling for renewable energy and CO2 emissions: A case study of Ecuador. *Energy for Sustainable Development*, 20(1), 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2014.02.001>
- Rottenburg, R., & Merry, S. E. (2017). *A world of indicators: The making of governmental knowledge through quantificatio*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sadorsky, P. (2010). The impact of financial development on energy consumption in emerging economies. *Energy Policy*, 38(5), 2528–2535. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.12.048>
- Sadorsky, P. (2011). Financial development and energy consumption in Central and Eastern European frontier economies. *Energy Policy*, 39(2), 999–1006. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.11.034>
- Salari, M., Javid, R. J., & NoghaniBehambari, H. (2021). The nexus between CO2 emissions, energy consumption, and economic growth in the U.S. *Economic Analysis and Policy*, 69, 182–194. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.12.007>
- Sen, A. (1998). Las teorías del desarrollo a principios del siglo XXI. *Revista Cuadernos De Economía*, 29, 73–200. <http://econpapers.repec.org/RePEc:col:000093:007577>
- Smith, A. (1848). Investigación de la naturaleza y causa de la riqueza de las naciones. In *Investigación de la naturaleza y causas de la Riqueza de las Naciones*. (pp. 7–42).
- Smith, M. T., Schroenn Goebel, J., & Blignaut, J. N. (2014). The financial and economic feasibility of rural household biodigesters for poor communities in South Africa. *Waste Management*, 34(2), 352–362. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.10.042>
- Spalding-Fecher, R., Winkler, H., & Mwakasonda, S. (2005). Energy and the World Summit on Sustainable Development: what next? *Energy Policy*, 33(1), 99–112. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(03\)00203-9](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00203-9)
- Stiglitz, J., & Stern, N. (2017). *Report of the High-Level Commission on Carbon Prices*. https://static1.squarespace.com/static/54ff9c5ce4b0a53deccfb4c/t/59b7f2409f8dce5316811916/1505227332748/CarbonPricing_FullReport.pdf
- Sunkel, O. (1970). *El subdesarrollo latinoamericano y la teoría del desarrollo*. (E. S. A. Siglo XXI (ed.); Primera).
- UNEP. (2019). *GEO-6 HEALTHY PLANET , HEALTHY PEOPLE*.
- Villacís, B., & Carrillo, D. (2012). País atrevido: la nueva cara sociodemográfica del Ecuador. *Analitika INEC*, 52. http://www.inec.gob.ec/publicaciones_libros/Nuevacarademograficadeecuador.pdf
- Vona, F., Marín, G., Consoli, D., & Poop, D. (2018). Green skills. In *Sustainability Transitions in South Africa*. <https://doi.org/10.4324/9781315190617-8>

- Wang, C., Wang, F., Zhang, X., Yang, Y., Su, Y., Ye, Y., & Zhang, H. (2017). Examining the driving factors of energy related carbon emissions using the extended STIRPAT model based on IPAT identity in Xinjiang. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.006>
- Wang, R., Mirza, N., Vasbieva, D. G., Abbas, Q., & Xiong, D. (2020). The nexus of carbon emissions , financial development , renewable energy consumption , and technological innovation : What should be the priorities in light of COP 21 Agreements ? *Journal of Environmental Management*, 271(June), 111027. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111027>
- Wang, Z., Asghar, M. M., Zaidi, S. A. H., Nawaz, K., Wang, B., Zhao, W., & Xu, F. (2020). The dynamic relationship between economic growth and life expectancy: Contradictory role of energy consumption and financial development in Pakistan. *Structural Change and Economic Dynamics*, 53, 257–266. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2020.03.004>
- Xu, X., Wei, Z., Ji, Q., Wang, C., & Gao, G. (2019). Global renewable energy development: Influencing factors, trend predictions and countermeasures. *Resources Policy*, 63(April). <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101470>
- Yamaji, K., Matsushashi, R., Nagata, Y., & Kaya, Y. (1993). A study on economic measures for CO2 reduction in Japan. *Energy Policy*, 21(2), 123–132. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(93\)90134-2](https://doi.org/10.1016/0301-4215(93)90134-2)
- Yue, S., Lu, R., Shen, Y., & Chen, H. (2019). How does financial development affect energy consumption? Evidence from 21 transitional countries. *Energy Policy*, 130(March), 253–262. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.03.029>
- Zafar, M. W., Shahbaz, M., Hou, F., & Sinha, A. (2019). From nonrenewable to renewable energy and its impact on economic growth: The role of research & development expenditures in Asia-Pacific Economic Cooperation countries. *Journal of Cleaner Production*, 212, 1166–1178. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.081>
- Zhang, Y. J., Peng, Y. L., Ma, C. Q., & Shen, B. (2017). Can environmental innovation facilitate carbon emissions reduction? Evidence from China. *Energy Policy*, 100(June 2015), 18–28. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.10.005>

Anexos

Anexo 1. Metodología

Tabla8

Desglose de actividades económicas acorde a cada base de datos

Sector homologado	Actividades en cada sector PIB CEPALSTAT	Actividades en cada sector Consumo energético AIE
Sector de la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura. • Ganadería. • Caza. • Silvicultura. • Pesca 	<p>Agricultura, silvicultura.</p> <ul style="list-style-type: none"> • [CIU Rev. 4 Divisiones 01 y 02]. • Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas. • Silvicultura y extracción de madera <p>Pesca</p> <ul style="list-style-type: none"> • [CIU Rev. 4 División 03]. • Pesca y acuicultura
Sector industria	<ul style="list-style-type: none"> • Explotación de minas y canteras. • Construcción • Industrias manufactureras. 	<p>Minería y cantera.</p> <ul style="list-style-type: none"> • [CIU Rev. 4 Divisiones 07 y 08 y Grupo 099] Minería (excluye combustibles) y cantera • Extracción de minerales metalíferos. • Explotación de otras minas y canteras. • Actividades de apoyo para otras actividades de explotación de minas y canteras <p>Construcción.</p> <ul style="list-style-type: none"> • [CIU Rev. 4 Divisiones 41 to 43]. • Construcción de edificios. • Obras de ingeniería civil. • Actividades especializadas de construcción. <p>Manufactura de hierro y acero.</p> <ul style="list-style-type: none"> • [CIU Rev. 4 Grupo 241 y Clase 2431]. • Industrias básicas de hierro y acero. • Fundición de hierro y acero. <p>Manufactura de química y petroquímica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • [CIU Rev. 4 Divisiones 20 y 21] excluye petróleo y materias primas • Fabricación de sustancias y productos químicos. • Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico. <p>Manufactura de metales no ferrosos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • [CIU Rev. 4 Grupo 242 y Clase 2432] Industrias base • Fabricación de productos primarios de metales preciosos y otros metales no ferrosos. <p>Manufactura de minerales no metálicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • [CIU Rev. 4 Division 23] tales como vidrio, cerámica y cemento; etc.

- Fabricación de otros productos minerales no metálicos.

Manufactura de equipo de transporte.

- [CIIU Rev. 4 Divisiones 29 y 30].
- Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques.
- Fabricación de otro equipo de transporte.

Manufactura de maquinaria.

- [CIIU Rev. 4 Divisiones 25 a 28]
- Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo.
- Fabricación de productos de informática, de electrónica y de óptica.
- Fabricación de equipo eléctrico.
- Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.

Manufactura de comida y tabaco.

- [CIIU Rev. 4 Divisiones 10 a 12].
- Elaboración de productos alimenticios.
- Elaboración de bebidas.
- Elaboración de productos de tabaco.

Manufactura de impresión de papel y pulpa.

- [CIIU Rev. 4 Divisiones 17 y 18].
- Fabricación de papel y de productos de papel.
- Impresión y reproducción de grabaciones.

Manufactura de madera y productos de madera.

- [CIIU Rev. 4 División 16] Madera y productos de madera, otras pulpas y papel.
- Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables

Manufactura de textil y cuero.

- [CIIU Rev. 4 Divisiones 13 a 15].
- Fabricación de productos textiles.
- Fabricación de prendas de vestir.
- Fabricación de productos de cuero y productos conexos.

Industria no especificada en otra parte.

- [CIIU Rev. 4 Divisiones 22, 31 y 32]
- Fabricación de productos de caucho y de plástico.
- Fabricación de muebles.
- Otras industrias manufactureras

Uso no energético de la industria.

Sector transporte	Transporte, almacenamiento y comunicaciones <ul style="list-style-type: none"> • Transporte. • Almacenamiento y comunicaciones. 	Transporte por vía terrestre y transporte por tuberías transporte <ul style="list-style-type: none"> • Ferrocarril. • Transporte por carretera.
--------------------------	--	--

Nota: El rubro es tomado de forma íntegra puesto que no hay subtotales: Transporte, Almacenamiento y comunicaciones por separado.

- Transporte por línea de tuberías. (Excluye actividades CIIU Rev. 4 Divisiones 35-36)

Transporte por vía acuática

- Transporte de navegación nacional

Transporte por vía aérea

- Búkeres de aviación nacional.

Transporte no especificado en ningún otro lugar.

Sector residencial comercio y de servicios públicos

Comercio al por mayor y al por menor y reparación de bienes:

- Comercio al por mayor y al por menor y reparación de bienes.
- Hoteles y restaurantes.
- Intermediación financiera, actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler.
- Administración pública defensa, seguridad social obligatoria, enseñanza, servicios sociales y de salud y otros servicios comunitarios, sociales y personales.
- Servicios de intermediación financiera medidos indirectamente (SIFMI).
- Suministro de electricidad, gas y agua. (Es colocada en este sector pues más del 50% de las actividades están relacionadas con el tratamiento de aguas y desechos División 36)

Residencial:

- [CIIU Rev. 4 Divisiones 97 and 98].
- Actividades de los hogares como empleadores de personal doméstico.
- Actividades no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio.

Comercio y servicios públicos

- [CIIU Rev. 4 Divisiones 33, 36-39, 45-47, 52, 53, 55-56, 58-66, 68-75, 77-82, 84 (excluye Clase 8422), 85-88, 90-96 y 99].
- Reparación e instalación de maquinaria y equipo.
- Captación, tratamiento y distribución de agua.
- Evacuación de aguas residuales.
- Recogida, tratamiento y eliminación de desechos; recuperación de materiales.
- Actividades de descontaminación y otros servicios de gestión de desechos.
- Comercio al por mayor y al por menor y reparación de vehículos automotores y motocicletas.
- Comercio al por mayor, excepto el de vehículos automotores y motocicletas.
- Comercio al por menor, excepto el de vehículos automotores y motocicletas.
- Almacenamiento y actividades de apoyo al transporte.
- Actividades postales y de mensajería.
- Actividades de alojamiento.
- Actividades de servicio de comidas y bebidas.
- Actividades de edición.
- Actividades de producción de películas cinematográficas, vídeos y programas de televisión, grabación de sonido y edición de música.
- Actividades de programación y transmisión.
- Telecomunicaciones.
- Programación informática, consultoría de informática y actividades conexas.
- Actividades de servicios de información.
- Actividades de servicios financieros, excepto las de seguros y fondos de pensiones.
- Seguros, reaseguros y fondos de pensiones, excepto planes de seguridad social de afiliación obligatoria.

-
- Actividades auxiliares de las actividades de servicios financieros.
 - Actividades inmobiliarias.
 - Actividades jurídicas y de contabilidad.
 - Actividades de oficinas principales; actividades de consultoría de gestión.
 - Actividades de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos.
 - Investigación científica y desarrollo.
 - Publicidad y estudios de mercado.
 - Otras actividades profesionales, científicas y técnicas.
 - Actividades veterinarias.
 - Actividades de alquiler y arrendamiento.
 - Actividades de empleo.
 - Actividades de agencias de viajes y operadores turísticos y servicios de reservas y actividades conexas.
 - Actividades de seguridad e investigación.
 - Actividades de servicios a edificios y de paisajismo.
 - Actividades administrativas y de apoyo de oficina y otras actividades de apoyo a las empresas.
 - Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria.
 - Enseñanza.
 - Actividades de atención de la salud humana.
 - Actividades de atención en instituciones.
 - Actividades de asistencia social sin alojamiento.
 - Actividades creativas, artísticas y de entretenimiento.
 - Actividades de bibliotecas, archivos y museos y otras actividades culturales.
 - Actividades de juegos de azar y apuestas.
 - Actividades deportivas, de esparcimiento y recreativas.
 - Actividades de asociaciones.
 - Reparación de ordenadores y de efectos personales y enseres domésticos.
 - Otras actividades de servicios personales.
 - Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales.
-

Nota: Fuente (AIE, 2020; CEPALSTAT, 2019; ONU, 2009)

Tabla9

Tipo de energía

Agrupación de las energías	Tipos de energías que conforman el grupo
Gas natural	<ul style="list-style-type: none"> • Gas natural.

<p>Renovables</p> <p>(Dentro de este grupo se encuentra la geotérmica, solar eólica, otra, calor, electricidad)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hidroeléctrica. • Geotérmica. • Energía solar fotovoltaica. • Energía solar térmica. • Energía de las mareas, olas y las corrientes oceánicas. • Energía eólica. • Bomba calor • Boiler • Calor químico y otra • Desperdicios municipales renovables. • Biocombustibles animales y vegetales. • Biogases (gas de vertedero • Lodos de depurador y otros biogás). • Biogasolina (bioetanol, biometanol, bio etil -tertio-butil-eter, bio metil tertio butil éter). • Biodiesel (biodiesel producido a partir de aceite vegetal o animal, biodimetiléter, Fischer-Tropsch, bioaceite y todos los demás biocombustibles líquidos). • Otros biocombustibles líquidos no reportados en biogasolina o biodiesel. • Biocombustibles primarios y desperdicio no especificado. • Carbón vegetal.
<p>Carbón, turba y esquisto bituminoso</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Antracita. • Carbón coquizable. • Otro carbón bituminoso lignito. • Carbón subbituminoso. • Combustible patentado. • Coque de horno. • Coque de gas. • Alquitrán de hulla. • Briquetas de lignito. • Gas de las obras. • Gas de hornos de coque. • Gas. • Gas alto horno.
<p>Petróleo y sus derivados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Petróleo crudo. • Líquidos de gas natural. • Materias primas para refinerías. • Aditivos. • Componentes de mezcla y otros Hidrocarburos, aditivos. • Petróleo crudo sintético de arenas bituminosas. • Petróleo de esquisto, etc. • Líquidos de licuefacción de carbón. • Salida de líquidos de origen natural conversión de gas en gasolina. • Hidrógeno y aceites emulsionados. • Gas de refinería. • Etano. • Gas licuado de petróleo. • Gasolina. • Combustible para aviones. • Queroseno. • Otro tipo de queroseno distinto al del transporte aéreo. • Gasóleo. • Fuelóleos residuales. • Nafta. • Alcohol blanco y alcohol industrial.

- Lubricantes.
- Betún.
- Ceras de parafina.
- Coque de petróleo.
- Otros productos derivados del petróleo no clasificados anteriormente.

Nota. Fuente (AIE, 2020)

Tabla10

Factores de emisión acorde a la IPCC

Valores por defecto de contenido de carbono							
Tipo de combustible	Contenido de carbono por defecto (Kg/GJ)	Factor de oxidación de carbono por defecto	Factor de emisión de CO2 eficaz (kg/TJ)			TIPO DE COMBUSTIBLE	(kg/ktoe)
			Valor por defecto	Intervalo de confianza del 95%			
				C= A*B*44/12 *1000	INFERIOR		
A	B						
petróleo Crudo	20	1	73300	71100	75500	Petróleo y sus derivados	3161032,63
Orimulsión	21	1	77000	69300	85400		3575525,65
Gas Natural licuado	17,5	1	64200	58300	70400		2947505,92
Gasolina para motores	18,9	1	69300	67500	73000		3056362,68
Gasolina para la aviación	19,1	1	70000	67500	73000		3056362,68
Gasolina para motor a reacción	19,1	1	70000	67500	73000		3056362,68
Queroseno para motor a reacción	19,5	1	71500	69700	74400		3114977,85
Otro queroseno	19,6	1	71900	70800	73700		3085670,26
Esquisto bituminoso	20	1	73300	67800	79200		3315944,16
Gas Diesel Oil	20,2	1	74100	72600	74800		3131725,04
Fuelóleo residual	21,1	1	77400	75500	78800		3299196,97
Gases licuados de petróleo	17,2	1	63100	61600	65600		2746539,61
Etano	16,8	1	61600	56500	68600		2872143,56
Nafta	20	1	73300	69300	76300		3194527,02
Alquitrán	22	1	80700	73000	89900		3763931,57
Lubricantes	20	1	73300	71900	75200		3148472,24
Coque de petróleo	26,6	1	97500	82900	115000		4814817,92
Sustancia para alimentación a procesos de refinerías	20	1	73300	68900	76600		3207087,41
Gas de refinería	15,7	1	57600	48200	69000		2888890,75
Ceras de parafina	20	1	73300	72200	74400		3114977,85
Espíritu blanco y SBP	20	1	73300	72200	74400	3114977,85	
Otros productos del petróleo	20	1	73300	72200	74400	3114977,85	

PROMEDIO DE EMISION DEL GRUPO	19,7409091	1	72377,2727	68477,2727	76845,4545		3217364,1	
Antracita	26,8	1	98300	94600	101000	Carbón, turba y esquistos bituminosos	4228666,17	
Carbón de coque	25,8	1	94600	87300	101000		4228666,17	
Otro carbón bituminoso	25,8	1	94600	89500	99700		4174237,79	
Carbón sub-bituminoso	26,2	1	96100	92800	100000		4186798,19	
Lignito	27,6	1	101000	90900	115000		4814817,92	
Esquisto bituminoso y arena impregnada de alquitrán	29,1	1	107000	90200	125000		5233497,73	
Briquetas de carbón de lignito	26,6	1	97500	87300	109000		4563610,02	
Combustible evidente	29,2	1	97500	87300	109000		4563610,02	
Coque para horno de coque y Coque de lignito	29,2	1	107000	95700	119000		4982289,84	
Coque de gas	29,2	1	107000	95700	119000		4982289,84	
Alquitrán de hulla	22	1	80700	68200	95300		3990018,67	
Gas de fábricas de gas	12,2	1	44400	37300	54100		2265057,82	
Gas de horno de coque	12,2	1	44400	37200	54100		2265057,82	
Gas de alto horno	70,8	1	260000	219000	308000		12895338,4	
Gas de horno de oxígeno para aceros	49,6	1	182000	145000	202000		8457332,34	
PROMEDIO DE EMISION DEL GRUPO	29,4866667	1	107473,333	94533,3333	120746,667			5055419,25
Gas natural	15,3	1	56100	54300	58300		Gas natural	2440903,34

Nota. Fuente (AIE, 2020; IPCC, 2006)

Anexo 2 Desarrollo económico

Tabla 11

PIB sectorial miles de millones de dólares Comunidad Andina

	Sector Servicios	Sector Industria	Sector Transporte	Sector agricultura
Bolivia	PIB promedio anual: •P1 ^a = 13,03 •P2 ^b =17,45 •P3 ^c = 20,24 •P4 ^d = 22,99 •P5 ^e = 29,39 •P6 ^f = 40,57 Contribución al PIB: •P1= 44,31%	PIB promedio anual: •P1= 8,44 •P2= 9,14 •P3= 10,04 •P4= 15,40 •P5= 20,73 •P6= 21,04 Contribución al PIB: •P1= 28,87%	PIB promedio anual: •P1= 3,22 •P2= 4,22 •P3= 5,17 •P4= 5,63 •P5= 6,28 •P6= 8,2 Contribución al PIB: •P1= 10,92%	PIB promedio anual: •P1= 4,67 •P2= 5,32 •P3= 5,77 •P4=6,40 •P5= 7,57 •P6= 9,89 Contribución al PIB:

	•P2= 48,19%	•P2= 25,39%	•P2= 11,64%	•P1= 15,990%
	•P3= 49,16%	•P3= 24,33%	•P3= 12,52%	•P2= 14,78%
	•P4= 45,62%	•P4= 30,43%	•P4= 11,24%	•P3= 14,00%
	•P5= 45,89%	•P5= 32,45%	•P5= 9,83%	•P4= 12,71%
	•P6= 50,90%	•P6= 26,41%	•P6= 10,29%	•P5= 11,83%
	•	•	•	•P6= 12,40%
				•
Colombia	<i>PIB promedio anual:</i>	<i>PIB promedio anual:</i>	<i>PIB promedio anual:</i>	<i>PIB promedio anual:</i>
	•P1=152,09	•P1= 87,31	•P1= 23,40	•P1= 31,38
	•P2=202,59	•P2= 90,01	•P2= 28,01	•P2= 30,11
	•P3=206,52	•P3= 103,72	•P3= 33,02	•P3= 32,97
	•P4=250,18	•P4= 144,47	•P4= 43,49	•P4= 36,48
	•P5=314,80	•P5= 189,57	•P5= 48,70	•P5= 37,22
	•P6=394,69	•P6= 183,08	•P6= 59,64	•P6= 47,61
	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>
	•P1= 51,58%	•P1= 29,77%	•P1= 7,94%	•P1= 10,71%
	•P2= 57,74%	•P2= 25,69%	•P2= 7,99%	•P2= 8,59%
	•P3= 54,94%	•P3= 27,53%	•P3= 8,77%	•P3= 8,77%
	•P4= 52,72%	•P4= 30,40%	•P4= 9,17%	•P4= 7,71%
	•P5= 53,30%	•P5= 32,12%	•P5= 8,25%	•P5= 6,33%
	•P6= 57,60%	•P6= 26,74%	•P6= 8,71%	•P6= 6,95%
Ecuador	<i>PIB promedio anual:</i>	<i>PIB promedio anual:</i>	<i>PIB promedio anual:</i>	<i>PIB promedio anual:</i>
	•P1= 34,56	•P1= 26,39	•P1= 6,75	•P1=19,15
	•P2= 43,78	•P2= 28,02	•P2= 7,96	•P2= 18,77
	•P3= 49,70	•P3= 32,73	•P3= 12,14	•P3= 13,81
	•P4= 62,65	•P4= 47,23	•P4= 12,67	•P4= 13,49
	•P5= 77,52	•P5= 63,01	•P5= 12,03	•P5= 16,15
	•P6= 92,27	•P6= 61,39	•P6= 14,11	•P6= 18,67
	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>
	•P1= 39,75%	•P1=30,42%	•P1= 7,81%	•P1= 22,02%
	•P2= 44,35%	•P2= 28,52%	•P2= 8,09%	•P2= 19,04%
	•P3= 45,67%	•P3= 30,27%	•P3= 11,19%	•P3= 12,87%
	•P4= 46,07%	•P4= 34,65%	•P4= 9,36%	•P4= 9,91%
	•P5= 45,94%	•P5= 37,29%	•P5=7,17%	•P5= 9,6%
	•P6= 49,49%	•P6= 32,92%	•P6= 7,57%	•P6= 10,02%

Perú	<i>PIB promedio anual:</i>	<i>PIB promedio anual:</i>	<i>PIB promedio anual:</i>	<i>PIB promedio anual:</i>
	•P1= 69,57	•P1= 38,28	•P1= 12,12	•P1= 11,56
	•P2= 88,87	•P2= 50,41	•P2= 15,27	•P2= 15,51
	•P3= 101,88	•P3= 59,16	•P3= 16,71	•P3= 15,98
	•P4= 122,01	•P4= 96,50	•P4= 21,65	•P4= 19,77
	•P5= 167,92	•P5= 126,42	•P5= 29,93	•P5= 26,15
	•P6= 215,90	•P6= 129,42	•P6= 38,88	•P6= 31,27
	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>
	•P1= 52,94%	•P1= 29,07%	•P1= 9,22%	•P1= 8,76%
	•P2= 52,25%	•P2= 29,66%	•P2= 8,98%	•P2= 9,12%
	•P3= 52,63%	•P3= 30,45%	•P3= 8,64%	•P3= 8,27%
	•P4= 46,97%	•P4= 37,15%	•P4= 8,29%	•P4= 7,59%
	•P5= 47,80%	•P5= 36,20%	•P5= 8,53%	•P5= 7,47%
	•P6= 51,96%	•P6= 31,14%	•P6= 9,37%	•P6= 7,53%

Nota. Fuente AIE 1990-2018. Unidades: PIB mMUSD-15 PPPs promedio anual
^a1990-1994, ^b1995-1999, ^c2000-2004, ^d2005-2009, ^e2010-2014 ^f2015-2018

Tabla12

PIB sectorial y contribución porcentual al PIB MERCOSUR

	Sector Servicios	Sector Industria	Sector Transporte	Sector agricultura
Argentina	<i>PIB promedio anual:</i>	<i>PIB promedio anual:</i>	<i>PIB promedio anual:</i>	<i>PIB promedio anual:</i>
	•P1 ^a = 292,76	•P1= 120,06	•P1= 27,15	•P1= 26,97
	•P2 ^b = 370,12	•P2=136,57	•P2= 37,75	•P2= 29,40
	•P3 ^c = 326,13	•P3= 151,63	•P3= 38,37	•P3= 43,54
	•P4 ^d = 394,51	•P4= 222,93	•P4= 53,63	•P4= 60,35
	•P5 ^e = 495,14	•P5= 241,09	•P5= 58,62	•P5= 67,04
	•P6 ^f = 546,99	•P6= 216,74	•P6= 57,78	•P6= 57,15
	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>
	•P1= 62,42%	•P1= 25,90%	•P1= 5,81%	•P1= 5,87%
	•P2= 64,51%	•P2= 23,79%	•P2= 6,56%	•P2= 5,13%
	•P3= 58,19%	•P3= 27,13%	•P3= 6,83%	•P3= 7,85%
	•P4= 53,85%	•P4= 30,54%	•P4= 7,33%	•P4= 8,27%
	•P5= 57,43%	•P5= 27,98%	•P5= 6,80%	•P5= 7,79%
	•P6= 62,25%	•P6= 24,67%	•P6= 6,58%	•P6= 6,51%

Brasil	<i>PIB promedio anual:</i> •P1= 1176,58 •P2= 1291,65 •P3= 1381,45 •P4= 1672,41 •P5= 2051,47 •P6= 2159,02 <i>Contribución al PIB:</i> •P1= 68,84% •P2= 64,81% •P3= 62,05% •P4= 62,37% •P5= 63,45% •P6= 67,92%	<i>PIB promedio anual:</i> •P1= 369,62 •P2= 461,44 •P3= 529,47 •P4= 649,47 •P5= 757,59 •P6= 604,71 <i>Contribución al PIB:</i> •P1= 21,57% •P2= 23,18% •P3= 23,74% •P4= 24,26% •P5= 23,47% •P6= 19,02%	<i>PIB promedio anual:</i> •P1= 89,26 •P2=130,32 •P3= 176,44 •P4= 216,90 •P5= 260,06 •P6= 246,88 <i>Contribución al PIB:</i> •P1= 5,22% •P2= 6,53% •P3= 7,92% •P4= 8,08% •P5= 8,05% •P6= 7,77%	<i>PIB promedio anual:</i> •P1= 75,05 •P2= 109,05 •P3= 140,56 •P4= 242,72 •P5= 162,7 •P6= 168,17 <i>Contribución al PIB:</i> •P1= 4,37% •P2= 5,48% •P3= 6,29% •P4= 5,29% •P5= 5,03% •P6= 5,29%
Chile	<i>PIB promedio anual:</i> •P1= 69,21 •P2=103,79 •P3= 122,46 •P4= 149,80 •P5= 203,12 •P6= 245,34 <i>Contribución al PIB:</i> •P1= 49,76% •P2= 52,18% •P3= 51,06% •P4= 48,82% •P5= 54,47% •P6= 58,47%	<i>PIB promedio anual:</i> •P1= 49,04 •P2=66,26 •P3= 79,62 •P4= 115,06 •P5= 122,49 •P6= 121,6 <i>Contribución al PIB:</i> •P1= 35,52% •P2= 33,50% •P3= 33,02% •P4= 37,64% •P5= 33,02% •P6= 28,98%	<i>PIB promedio anual:</i> •P1= 9,89 •P2=16,37 •P3= 26,33 •P4= 28,62 •P5= 32,15 •P6= 35,22 <i>Contribución al PIB:</i> •P1= 7,13% •P2= 8,16% •P3= 10,93% •P4= 9,37% •P5= 8,65% •P6= 8,41%	<i>PIB promedio anual:</i> •P1= 10,48 •P2=12,22 •P3= 11,92 •P4= 12,75 •P5= 14,37 •P6= 17,37 <i>Contribución al PIB:</i> •P1= 7,60% •P2= 6,15% •P3= 4,99% •P4= 4,17% •P5= 3,86% •P6= 4,14%
Paraguay	<i>PIB promedio anual:</i> •P1= 21,95 •P2=25,80 •P3= 26,67 •P4= 29,42 •P5= 36,71 •P6= 45,33	<i>PIB promedio anual:</i> •P1= 7,76 •P2=9,45 •P3= 10,21 •P4= 13,95 •P5= 18,53 •P6= 23,42	<i>PIB promedio anual:</i> •P1= 1,81 •P2=2,65 •P3= 3,21 •P4= 4,46 •P5= 5,44 •P6= 6,42	<i>PIB promedio anual:</i> •P1= 6,80 •P2=8,16 •P3= 6,15 •P4= 7,05 •P5= 5,44 •P6= 6,42

	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>
	•P1= 57,32%	•P1= 20,25%	•P1= 4,73%	•P1= 17,69%
	•P2= 55,99%	•P2= 20,53%	•P2= 5,73%	•P2= 17,75%
	•P3= 57,75%	•P3= 22,05%	•P3= 6,94%	•P3= 13,27%
	•P4= 53,70%	•P4= 25,31%	•P4= 8,13%	•P4= 12,87%
	•P5= 52,47%	•P5= 26,46%	•P5= 7,78%	•P5= 13,29%
	•P6= 53,71%	•P6= 27,76%	•P6= 7,61%	•P6= 10,91%
Uruguay	<i>PIB promedio anual:</i>	<i>PIB promedio anual:</i>	<i>PIB promedio anual:</i>	<i>PIB promedio anual:</i>
	•P1= 22,14	•P1= 8,96	•P1= 2,36	•P1= 2,69
	•P2= 28,27	•P2= 9,51	•P2= 3,35	•P2= 3,08
	•P3= 27,04	•P3= 8,46	•P3= 3,74	•P3= 3,53
	•P4= 30,34	•P4= 11,94	•P4= 4,33	•P4= 4,82
	•P5= 41,39	•P5= 15,61	•P5= 4,61	•P5= 5,56
	•P6= 48,02	•P6= 17,95	•P6= 4,36	•P6= 4,54
	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>	<i>Contribución al PIB:</i>
	•P1= 61,07%	•P1= 24,94%	•P1= 6,53%	•P1= 7,46%
	•P2= 63,94%	•P2= 21,53%	•P2= 7,55%	•P2= 6,99%
	•P3= 63,17%	•P3= 19,78%	•P3= 8,75%	•P3= 8,30%
	•P4= 59,00%	•P4= 23,16%	•P4= 8,45%	•P4= 9,39%
	•P5= 61,59%	•P5= 23,22%	•P5= 6,90%	•P5= 8,30%
	•P6= 64,12%	•P6= 23,99%	•P6= 5,83%	•P6= 6,06%

Nota: Fuente AIE1990-2018. Unidades: PIB mMUSD-15 PPPs promedio anual
^a1990-1994, ^b1995-1999, ^c2000-2004, ^d2005-2009, ^e2010-2014 ^f2015-2018

Anexo 3. Desarrollo energético

Tabla13

Consumo energético de la CAN

	Sector Servicios	Sector Industria	Sector Transporte	Sector agricultura
Bolivia	<i>Consumo energético</i> •P1= 911,80 •P2= 1019,20 •P3= 957,80 •P4= 990,20 •P5= 1064,20 •P6= 1181,25 <i>% del total consumo:</i> •P1= 39,24% •P2= 36,45% •P3= 32,25% •P4= 26,00% •P5= 20,60% •P6= 19,16%	<i>Consumo energético</i> •P1= 555,40 •P2= 709,40 •P3= 747,60 •P4= 985,80 •P5= 1280,00 •P6= 1390,00 <i>% del total consumo:</i> •P1= 23,90% •P2= 25,37% •P3= 25,17% •P4= 25,89% •P5= 24,78% •P6= 22,54%	<i>Consumo energético</i> •P1= 833,80 •P2= 1059,00 •P3= 1024,20 •P4= 1661,60 •P5= 2643,60 •P6= 3394,75 <i>% del total consumo:</i> •P1= 35,88% •P2= 37,87% •P3= 34,48% •P4= 43,63% •P5= 51,17% •P6= 55,05%	<i>Consumo energético</i> •P1= 22,60 •P2= 8,60 •P3= 240,40 •P4= 170,60 •P5= 178,40 •P6= 200,50 <i>% del total consumo:</i> •P1= 0,97% •P2= 0,31% •P3= 8,09% •P4= 4,48% •P5= 3,45% •P6= 3,25%
Colombia	<i>Consumo energético</i> •P1= 6105,60 •P2= 5652,20 •P3= 5410,40 •P4= 6034,20 •P5= 7002,00 •P6= 7721,25 <i>% del total consumo:</i> •P1= 31,61% •P2= 26,27% •P3= 26,07% •P4= 27,35% •P5= 28,16% •P6= 28,42%	<i>Consumo energético</i> •P1= 5974,80 •P2= 7380,80 •P3= 7738,60 •P4= 7555,80 •P5= 7898,00 •P6= 8687,50 <i>% del total consumo:</i> •P1= 30,93% •P2= 34,31% •P3= 37,29% •P4= 34,24% •P5= 31,77% •P6= 31,98%	<i>Consumo energético</i> •P1= 5916,20 •P2= 7049,80 •P3= 6307,20 •P4= 7112,20 •P5= 8664,80 •P6= 10360,50 <i>% del total consumo:</i> •P1= 30,63% •P2= 32,77% •P3= 30,39% •P4= 32,23% •P5= 34,85% •P6= 38,14%	<i>Consumo energético</i> •P1= 1319,40 •P2= 1429,80 •P3= 1295,80 •P4= 1362,40 •P5= 1299,00 •P6= 397,25 <i>% del total consumo:</i> •P1= 6,83% •P2= 6,65% •P3= 6,24% •P4= 6,17% •P5= 5,22% •P6= 1,46%
Ecuador	<i>Consumo energético</i> •P1= 1346,60 •P2= 1564,60 •P3= 1627,80 •P4= 1977,60 •P5= 2409,40 •P6= 2716,25	<i>Consumo energético</i> •P1= 1464,00 •P2= 1544,00 •P3= 1596,40 •P4= 1747,60 •P5= 2296,20 •P6= 2124,25	<i>Consumo energético</i> •P1= 2705,40 •P2= 3167,80 •P3= 2921,20 •P4= 3353,40 •P5= 4789,60 •P6= 5898,50	<i>Consumo energético</i> •P1= 41,80 •P2= 28,60 •P3= 36,40 •P4= 80,80 •P5= 116,60 •P6= 305,00

	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>
	•P1= 24,23%	•P1= 26,34%	•P1= 48,68%	•P1= 0,75%
	•P2= 24,82%	•P2= 24,49%	•P2= 50,24%	•P2= 0,45%
	•P3= 26,33%	•P3= 25,82%	•P3= 47,25%	•P3= 0,59%
	•P4= 27,62%	•P4= 24,41%	•P4= 46,84%	•P4= 1,13%
	•P5= 25,07%	•P5= 23,89%	•P5= 49,83%	•P5= 1,21%
	•P6= 24,59%	•P6= 19,23%	•P6= 53,41%	•P6= 2,76%
Perú	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>
	•P1= 3651,60	•P1= 2000,80	•P1= 2360,00	•P1= 509,20
	•P2= 3884,20	•P2= 2022,00	•P2= 3070,80	•P2= 629,40
	•P3= 4360,80	•P3= 3607,60	•P3= 3141,20	•P3= 547,40
	•P4= 4357,40	•P4= 4346,80	•P4= 4057,60	•P4= 443,60
	•P5= 4856,40	•P5= 5149,00	•P5= 6470,80	•P5= 403,00
	•P6= 5101,75	•P6= 5697,25	•P6= 8115,50	•P6= 341,25
	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>
	•P1= 42,85%	•P1= 23,48%	•P1= 27,69%	•P1= 5,98%
	•P2= 37,33%	•P2= 27,12%	•P2= 29,51%	•P2= 6,05%
	•P3= 37,41%	•P3= 30,95%	•P3= 26,95%	•P3= 4,70%
	•P4= 33,00%	•P4= 32,92%	•P4= 30,73%	•P4= 3,36%
	•P5= 28,77%	•P5= 30,51%	•P5= 38,34%	•P5= 2,39%
	•P6= 26,49%	•P6= 29,59%	•P6= 42,15%	•P6= 1,77%

Nota. Fuente: AIE 1990-2018 Unidades: Ktoe promedio anual

^a1990-1994, ^b1995-1999, ^c2000-2004, ^d2005-2009, ^e2010-2014 ^f2015-2018 Consumo energético del Merco sur

Tabla14

Consumo energético MERCOSUR

	Sector Servicios	Sector Industria	Sector Transporte	Sector agricultura
Argentina	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>
	•P1 ^a = 9481,20	•P1= 11286,80	•P1= 10786,60	•P1= 1896,00
	•P2 ^b = 10855,20	•P2= 14290,40	•P2= 13793,20	•P2= 2595,20
	•P3 ^c = 12378,80	•P3= 14443,80	•P3= 12652,20	•P3= 2644,40
	•P4 ^d = 15152,00	•P4= 16435,00	•P4= 14688,60	•P4= 3719,00
	•P5 ^e = 18418,60	•P5= 16625,80	•P5= 16687,20	•P5= 3904,80
	•P6 ^f = 19315,75	•P6= 16677,00	•P6= 17599,25	•P6= 3782,25
	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>
	•P1= 28,34%	•P1= 33,74%	•P1= 32,25%	•P1= 5,67%
	•P2= 26,14%	•P2= 34,41%	•P2= 33,21%	•P2= 6,25%
	•P3= 29,39%	•P3= 34,29%	•P3= 30,04%	•P3= 6,28%
	•P4= 30,31%	•P4= 32,87%	•P4= 29,38%	•P4= 7,44%
	•P5= 33,11%	•P5= 29,88%	•P5= 29,99%	•P5= 7,02%
	•P6= 33,67%	•P6= 29,07%	•P6= 30,67%	•P6= 6,59%

Brasil	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>
	• P1= 23140,20	• P1= 51508,20	• P1= 35138,40	• P1= 6267,60
	• P2= 26036,00	• P2= 62258,80	• P2= 45958,00	• P2= 7342,80
	• P3= 28914,40	• P3= 72999,60	• P3= 48836,40	• P3= 7869,60
	• P4= 31841,80	• P4= 86063,60	• P4= 57678,40	• P4= 9071,60
	• P5= 35271,00	• P5= 98139,40	• P5= 78883,80	• P5= 10398,80
	• P6= 37941,75	• P6= 92104,75	• P6= 83666,50	• P6= 11826,50
	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>
	• P1= 19,94%	• P1= 44,38%	• P1= 30,28%	• P1= 5,40%
	• P2= 18,39%	• P2= 43,97%	• P2= 32,46%	• P2= 5,19%
• P3= 18,23%	• P3= 46,02%	• P3= 30,79%	• P3= 4,96%	
• P4= 17,24%	• P4= 46,61%	• P4= 31,24%	• P4= 4,91%	
• P5= 15,84%	• P5= 44,07%	• P5= 35,42%	• P5= 4,67%	
• P6= 16,82%	• P6= 40,84%	• P6= 37,10%	• P6= 5,24%	
Chile	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>
	• P1= 4061,40	• P1= 4990,20	• P1= 3524,60	• P1= 169,00
	• P2= 5065,40	• P2= 7226,00	• P2= 5177,80	• P2= 198,40
	• P3= 5694,80	• P3= 9368,00	• P3= 5524,20	• P3= 188,60
	• P4= 6066,60	• P4= 9826,00	• P4= 6508,60	• P4= 146,20
	• P5= 6907,60	• P5= 10299,20	• P5= 7585,60	• P5= 276,60
	• P6= 6166,50	• P6= 10972,00	• P6= 8981,75	• P6= 462,50
	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>
	• P1= 31,87%	• P1= 39,15%	• P1= 27,65%	• P1= 1,33%
	• P2= 28,67%	• P2= 40,90%	• P2= 29,31%	• P2= 1,12%
• P3= 27,41%	• P3= 45,09%	• P3= 26,59%	• P3= 0,91%	
• P4= 26,91%	• P4= 43,58%	• P4= 28,87%	• P4= 0,65%	
• P5= 27,55%	• P5= 41,08%	• P5= 30,26%	• P5= 1,10%	
• P6= 23,20%	• P6= 41,27%	• P6= 33,79%	• P6= 1,74%	
Paraguay	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>
	• P1= 1379,00	• P1= 1027,20	• P1= 668,80	• P1= 0,00
	• P2= 1420,40	• P2= 1439,40	• P2= 1071,20	• P2= 0,00
	• P3= 1441,80	• P3= 1227,60	• P3= 1028,40	• P3= 0,00
	• P4= 1384,40	• P4= 11255,80	• P4= 1152,40	• P4= 0,00
	• P5= 1573,40	• P5= 1310,40	• P5= 1612,40	• P5= 0,00
	• P6= 2031,50	• P6= 1623,50	• P6= 2345,00	• P6= 0,00
	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>
	• P1= 44,85%	• P1= 33,40%	• P1= 21,75%	• P1= 0,00%
	• P2= 36,13%	• P2= 36,62%	• P2= 27,25%	• P2= 0,00%
• P3= 38,99%	• P3= 33,20%	• P3= 27,81%	• P3= 0,00%	
• P4= 36,50%	• P4= 33,11%	• P4= 30,39%	• P4= 0,00%	
• P5= 34,99%	• P5= 29,14%	• P5= 35,86%	• P5= 0,00%	
• P6= 33,86%	• P6= 27,06%	• P6= 39,08%	• P6= 0,00%	
Uruguay	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>	<i>Consumo energético</i>
	• P1= 749,60	• P1= 598,80	• P1= 599,20	• P1= 154,00
	• P2= 868,00	• P2= 586,20	• P2= 827,80	• P2= 199,60
	• P3= 891,40	• P3= 523,20	• P3= 751,80	• P3= 189,80
	• P4= 958,60	• P4= 791,80	• P4= 863,40	• P4= 209,60
	• P5= 1076,60	• P5= 1400,40	• P5= 1116,80	• P5= 228,20
	• P6= 1121,50	• P6= 2050,50	• P6= 1257,75	• P6= 223,25
	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>	<i>% del total consumo:</i>
	• P1= 35,67%	• P1= 28,49%	• P1= 28,51%	• P1= 7,33%
	• P2= 34,98%	• P2= 23,62%	• P2= 33,36%	• P2= 8,04%
• P3= 37,83%	• P3= 22,21%	• P3= 31,91%	• P3= 8,06%	
• P4= 33,95%	• P4= 28,04%	• P4= 30,58%	• P4= 7,42%	
• P5= 28,17%	• P5= 36,64%	• P5= 29,22%	• P5= 5,97%	

• P6= 24,10%

• P6= 44,07%

• P6= 27,03%

• P6= 4,80%

Nota. Fuente: AIE 1990-2018. Unidades: Ktoe promedio anual

^a1990-1994, ^b1995-1999, ^c2000-2004, ^d2005-2009, ^e2010-2014 ^f2015-2018 Consumo energético del Merco sur

Anexo 4. Emisiones de CO₂ e intensidad de carbono la CAN-MERCOSIR

Tabla15

Emisiones de CO₂ e intensidad de carbono Comunidad Andina y MERCOSUR

Grupo	País	Emisiones	Intensidad de carbono
COMUNIDAD ANDINA	Bolivia	<i>Emisiones:</i>	<i>Intensidad:</i>
		• P1 ^a = 4305,11	• P1= 1,85
		• P2 ^b = 5420,73	• P2= 1,94
		• P3 ^c = 6126,21	• P3= 2,06
		• P4 ^d = 8490,57	• P4= 2,23
		• P5 ^e = 12278,28	• P5= 2,37
	• P6 ^f = 15387,82	• P6= 2,49	
	<i>Tasa de crecimiento:</i>	<i>Tasa de crecimiento:</i>	
	• P1= 17,63%	• P1= 0,07%	
	• P2= 7,61%	• P2= 2,37%	
	• P3= 20,21%	• P3= 6,12%	
	• P4= 37,53%	• P4= 6,67%	
• P5= 35,54%	• P5= 5,17%		
• P6= 15,70%	• P6= 4,04%		
Colombia	<i>Emisiones:</i>	<i>Intensidad:</i>	
	• P1= 41365,12	• P1= 2,14	
	• P2= 50232,82	• P2= 2,34	
	• P3= 48559,71	• P3= 2,34	
	• P4= 48821,73	• P4= 2,21	
	• P5= 53251,66	• P5= 2,14	
	• P6= 57061,01	• P6= 2,10	
	<i>Tasa de crecimiento:</i>	<i>Tasa de crecimiento:</i>	
	• P1= 15,65%	• P1= 7,81%	
	• P2= 2,65%	• P2= 8,28%	
	• P3= -3,76%	• P3= -4,90%	
	• P4= -3,50%	• P4= -7,02%	
• P5= 14,54%	• P5= -3,27%		
• P6= 7,27%	• P6= 4,6%		
Ecuador	<i>Emisiones:</i>	<i>Intensidad:</i>	
	• P1= 13777,40	• P1= 2,48	
	• P2= 15994,26	• P2= 2,53	
	• P3= 15527,00	• P3= 2,51	
	• P4= 17692,29	• P4= 2,47	
	• P5= 24355,74	• P5= 2,53	
	• P6= 27568,66	• P6= 2,50	
	<i>Tasa de crecimiento:</i>	<i>Tasa de crecimiento:</i>	
	• P1= 6,77%	• P1= 3,22%	
	• P2= 8,87%	• P2= 1,79%	
	• P3= 15,05%	• P3= -0,17%	

	<ul style="list-style-type: none"> • P4= 11,06% • P5= 25,42% • P6= 4,90% 	<ul style="list-style-type: none"> • P4= 1,38% • P5= -0,09% • P6= -1,46%
Perú	<i>Emisiones:</i>	<i>Intensidad:</i>
	• P1= 16878,76	• P1= 1,98
	• P2= 21668,49	• P2= 2,09
	• P3= 22633,00	• P3= 1,94
	• P4= 25706,41	• P4= 1,94
	• P5= 33712,03	• P5= 2,00
	• P6= 39062,01	• P6= 2,03
	<i>Tasa de crecimiento:</i>	<i>Tasa de crecimiento:</i>
	• P1= 13,03%	• P1= 9,96%
	• P2= 15,93%	• P2= -6,07%
• P3= 3,11%	• P3= -1,02%	
• P4= 28,02%	• P4= 2,44%	
• P5= 16,36%	• P5= 2,48%	
• P6= 14,59%	• P6= 1,17%	
Argentina	<i>Emisiones:</i>	<i>Intensidad:</i>
	• P1= 82406,80	• P1= 2,46
	• P2= 100221,07	• P2= 2,41
	• P3= 96691,80	• P3= 2,30
	• P4= 114862,26	• P4= 2,30
	• P5= 124439,80	• P5= 2,24
	• P6= 124407,23	• P6= 2,17
	<i>Tasa de crecimiento:</i>	<i>Tasa de crecimiento:</i>
	• P1= 22,83%	• P1= -1,66%
	• P2= 8,96%	• P2= -2,13%
• P3= 6,14%	• P3= -0,93%	
• P4= 4,98%	• P4= -0,91%	
• P5= 2,73%	• P5= -3,68%	
• P6= -0,76%	• P6= -0,99%	
Brasil	<i>Emisiones:</i>	<i>Intensidad:</i>
	• P1= 208494,99	• P1= 1,80
	• P2= 270034,41	• P2= 1,91
	• P3= 298800,14	• P3= 1,89
	• P4= 321876,02	• P4= 1,74
	• P5= 404273,92	• P5= 1,81
	• P6= 393172,91	• P6= 1,74
	<i>Tasa de crecimiento:</i>	<i>Tasa de crecimiento:</i>
	• P1= 15,14%	• P1= 3,19%
	• P2= 20,10%	• P2= 2,25%
• P3= 2,71%	• P3= -6,71%	
• P4= 6,00%	• P4= -4,49%	
• P5= 13,94%	• P5= 3,57%	
• P6= -9,52%	• P6= -6,15%	
Chile	<i>Emisiones:</i>	<i>Intensidad:</i>
	• P1= 26538,07	• P1= 2,08
	• P2= 37530,12	• P2= 2,12
	• P3= 40964,17	• P3= 1,97
	• P4= 43209,69	• P4= 1,92
	• P5= 47033,73	• P5= 1,88
	• P6= 53167,06	• P6= 2,00
	<i>Tasa de crecimiento:</i>	<i>Tasa de crecimiento:</i>
	• P1= 30,88%	• P1= 1,76%
	• P2= 26,99%	• P2= -1,57%
• P3= 2,73%	• P3= -3,35%	

	• P4= -0,02%	• P4= -3,05%
	• P5= 2,17%	• P5= -2,04%
	• P6= 17,22%	• P6= 3,96%
Paraguay	<i>Emisiones:</i>	<i>Intensidad:</i>
	• P1= 2496,67	• P1= 0,81
	• P2= 3970,87	• P2= 1,01
	• P3= 3800,99	• P3= 1,03
	• P4= 4048,73	• P4= 1,07
	• P5= 5427,78	• P5= 1,21
	• P6= 7729,83	• P6= 1,29
	<i>Tasa de crecimiento:</i>	<i>Tasa de crecimiento:</i>
	• P1= 59,56%	• P1= 39,18%
	• P2= 19,20%	• P2= 14,96%
	• P3= 14,46%	• P3= 12,40%
	• P4= 19,55%	• P4= 8,37%
	• P5= 11,71%	• P5= 2,79%
	• P6= 51,22%	• P6= 9,33%
Uruguay	<i>Emisiones:</i>	<i>Intensidad:</i>
	• P1= 3842,63	• P1= 1,83
	• P2= 4952,95	• P2= 1,99
	• P3= 4423,72	• P3= 1,88
	• P4= 4691,20	• P4= 1,67
	• P5= 5500,50	• P5= 1,44
	• P6= 5992,88	• P6= 1,29
	<i>Tasa de crecimiento:</i>	<i>Tasa de crecimiento:</i>
	• P1= 22,38%	• P1= 5,32%
	• P2= 27,92%	• P2= 7,92%
	• P3= -12,51%	• P3= -6,16%
	• P4= 17,97%	• P4= -12,94%
	• P5= 10,26%	• P5= -4,84%
	• P6= 7,33%	• P6= -6,69%

Nota. Fuente AIE.

Unidades: emisiones en KtCO₂; intensidad KtCO₂/Ktoe promedio anual

^a1990-1994, ^b1995-1999, ^c2000-2004, ^d2005-2009, ^e2010-2014 ^f2015-2018

Anexo 5. Consumidor energético por sectores en el Ecuador

Tabla16

Consumo energético sector agricultura por fuente Ecuador 1990-2018

AGRICULTURA, SILVICULTURA Y PESCA					
Gas Natural	Renovables	Carbón, turba y esquisto bituminoso	Petróleo y sus derivados	Geotérmica, solar, eólica, otra, calor, electricidad	Consumo total sector agricultura
1988	0	0	0	268	268
1989	0	0	0	218	218

1990	0	0	0	47	0	47
1991	0	0	0	45	0	45
1992	0	0	0	43	0	43
1993	0	0	0	37	0	37
1994	0	0	0	37	0	37
1995	0	0	0	42	0	42
1996	0	0	0	37	0	37
1997	0	0	0	22	0	22
1998	0	0	0	20	0	20
1999	0	0	0	22	0	22
2000	0	0	0	34	0	34
2001	0	0	0	35	0	35
2002	0	0	0	35	0	35
2003	0	0	0	37	0	37
2004	0	0	0	41	0	41
2005	0	0	0	49	0	49
2006	0	0	0	58	0	58
2007	0	0	0	100	0	100
2008	0	0	0	111	0	111
2009	0	0	0	86	0	86
2010	0	0	0	97	0	97
2011	0	0	0	108	0	108
2012	0	0	0	121	0	121
2013	0	0	0	124	0	124
2014	0	0	0	133	0	133
2015	0	0	0	167	0	167
2016	0	0	0	333	0	333
2017	0	0	0	361	0	361
2018	0	0	0	359	0	359

Nota. Fuente: AIE 1990-2018

Unidades: Ktoe: miles de toneladas equivalentes de petróleo.

Tabla17

Consumo energético sector industria por fuente Ecuador 1990-2018

	INDUSTRIA					
	Gas Natural	Renovables	Carbón, turba y esquistos bituminosos	Petróleo y sus derivados	Geotérmica, solar, eólica, otra, calor, electricidad	Consumo total sector Industria
1988	0	247	0	887	119	1254
1989	0	242	0	877	121	1240
1990	0	294	0	1084	131	1508
1991	0	302	0	1141	143	1586
1992	0	305	0	985	141	1432

1993	0	294	0	910	137	1342
1994	0	273	0	1026	153	1452
1995	0	300	0	988	155	1443
1996	0	327	0	1088	161	1577
1997	0	194	0	1092	174	1459
1998	0	331	0	1175	178	1684
1999	0	323	0	1055	178	1557
2000	0	325	0	1008	191	1524
2001	0	304	0	1030	188	1522
2002	0	283	0	1105	232	1619
2003	0	274	0	1078	246	1598
2004	0	325	0	1068	326	1719
2005	0	398	0	1090	355	1844
2006	0	257	0	1058	432	1746
2007	0	355	0	844	364	1563
2008	0	242	0	1014	377	1633
2009	0	158	0	1279	515	1952
2010	0	164	0	1292	570	2027
2011	1	185	0	1328	617	2133
2012	26	194	0	1393	687	2301
2013	39	190	0	1519	691	2438
2014	44	240	0	1574	724	2582
2015	17	250	0	1314	738	2319
2016	50	255	0	942	767	2013
2017	45	278	0	907	814	2045
2018	42	245	0	973	860	2120

Nota. Fuente: AIE 1990-2018

Unidades: Ktoe: miles de toneladas equivalentes de petróleo.

Tabla18

Consumo energético sector transporte por fuente Ecuador 1990-2018

Transporte					
Gas Natural	Renovables	Carbón, turba y esquisto bituminoso	Petróleo y sus derivados	Geotérmica, solar, eólica, otra, calor, electricidad	Consumo total sector transporte
1988	0	0	0	2297	2297
1989	0	0	0	2231	2231
1990	0	0	0	2593	2593
1991	0	0	0	2662	2662
1992	0	0	0	2697	2697
1993	0	0	0	2707	2707
1994	0	0	0	2868	2868
1995	0	0	0	2732	2732

1996	0	0	0	3317	0	3317
1997	0	0	0	3509	0	3509
1998	0	0	0	3295	0	3295
1999	0	0	0	2985	1	2986
2000	0	0	0	2661	1	2662
2001	0	0	0	2823	1	2824
2002	0	0	0	2934	1	2935
2003	0	0	0	3039	1	3040
2004	0	0	0	3144	1	3145
2005	0	0	0	3287	1	3288
2006	0	0	0	3385	1	3386
2007	0	0	0	3317	1	3318
2008	0	0	0	3299	1	3300
2009	0	0	0	3474	1	3475
2010	0	3	0	4215	1	4218
2011	0	2	0	4561	1	4564
2012	0	3	0	4719	1	4722
2013	0	3	0	5031	1	5034
2014	0	4	0	5404	1	5410
2015	0	8	0	5634	1	5642
2016	0	11	0	5694	1	5706
2017	0	19	0	6056	1	6076
2018	0	17	0	6152	1	6170

Nota. Fuente: AIE energía 1990-2018

Unidades: Ktoe: miles de toneladas equivalentes de petróleo.

Tabla19

Consumo energético sector servicios por fuente Ecuador 1990-2018

RESIDENCIAL, COMERCIAL Y SERVICIOS PUBLICOS						
	Gas Natural	Renovables	Carbón, turba y esquisto bituminoso	Petróleo y sus derivados	Geotérmica, solar, eólica, otra, calor, electricidad	Consumo total sector servicios
1988	0	864	0	495	191	1550
1989	0	836	0	561	205	1602
1990	0	657	0	474	245	1376
1991	0	683	0	484	265	1433
1992	0	493	0	509	283	1284
1993	0	482	0	511	290	1283
1994	0	480	0	551	325	1357
1995	0	507	0	624	346	1475
1996	0	503	0	679	387	1567

1997	0	471	0	726	431	1625
1998	0	440	0	735	462	1633
1999	0	398	0	713	414	1523
2000	0	370	0	754	413	1536
2001	0	362	0	784	431	1575
2002	0	357	0	806	454	1616
2003	0	349	0	839	497	1683
2004	0	335	0	875	521	1729
2005	0	329	0	918	551	1797
2006	0	319	0	957	583	1857
2007	0	314	0	1014	698	2023
2008	0	302	0	1059	721	2080
2009	0	287	0	1096	751	2131
2010	0	273	0	1136	803	2211
2011	0	268	0	1197	861	2323
2012	0	252	0	1232	921	2403
2013	0	240	0	1274	985	2498
2014	0	237	0	1309	1068	2612
2015	0	215	0	1316	1152	2681
2016	0	208	0	1292	1184	2682
2017	0	202	0	1306	1215	2721
2018	0	195	0	1352	1235	2781

Nota. Fuente: AIE 1990-2018

Unidades: Ktoe: miles de toneladas equivalentes de petróleo.

Tabla20

Emisiones sectoriales del Ecuador 1990 -2018

	EMISIONES SECTORIALES KT CO2				TASA DE CRECIMIENTO DE LAS EMISIONES			
	INDUSTRIA	TRANSPORTE	SERVICIOS	AGRICULTURA	INDUSTRIA	TRANSPORTE	SERVICIOS	AGRICULTURA
1990	3487,623	8342,625	1525,031	151,216				
1991	3671,012	8564,623	1557,204	144,781	5,26%	2,66%	2,11%	-4,26%
1992	3169,104	8677,231	1637,638	138,347	-13,67%	1,31%	5,17%	-4,44%
1993	2927,801	8709,405	1644,073	119,042	-7,61%	0,37%	0,39%	-13,95%
1994	3301,016	9227,400	1772,768	119,042	12,75%	5,95%	7,83%	0,00%
1995	3178,756	8789,839	2007,635	135,129	-3,70%	-4,74%	13,25%	13,51%
1996	3500,492	10671,997	2184,590	119,042	10,12%	21,41%	8,81%	-11,90%
1997	3513,362	11289,731	2335,806	70,782	0,37%	5,79%	6,92%	-40,54%
1998	3780,403	10601,215	2364,763	64,347	7,60%	-6,10%	1,24%	-9,09%
1999	3394,319	9603,832	2293,981	70,782	-10,21%	-9,41%	-2,99%	10,00%
2000	3243,103	8561,406	2425,893	109,390	-4,45%	-10,85%	5,75%	54,55%
2001	3313,885	9082,619	2522,413	112,608	2,18%	6,09%	3,98%	2,94%

2002	3555,187	9439,746	2593,195	112,608	7,28%	3,93%	2,81%	0,00%
2003	3468,318	9777,569	2699,368	119,042	-2,44%	3,58%	4,09%	5,71%
2004	3436,145	10115,393	2815,194	131,912	-0,93%	3,46%	4,29%	10,81%
2005	3506,927	10575,476	2953,540	157,651	2,06%	4,55%	4,91%	19,51%
2006	3403,971	10890,777	3079,017	186,607	-2,94%	2,98%	4,25%	18,37%
2007	2715,455	10671,997	3262,407	321,736	-20,23%	-2,01%	5,96%	72,41%
2008	3262,407	10614,084	3407,189	357,127	20,14%	-0,54%	4,44%	11,00%
2009	4115,009	11177,123	3526,231	276,693	26,13%	5,30%	3,49%	-22,52%
2010	4156,834	13561,190	3654,926	312,084	1,02%	21,33%	3,65%	12,79%
2011	4275,100	14674,398	3851,185	347,475	2,85%	8,21%	5,37%	11,34%
2012	4545,252	15182,741	3963,793	389,301	6,32%	3,46%	2,92%	12,04%
2013	4982,371	16186,559	4098,922	398,953	9,62%	6,61%	3,41%	2,48%
2014	5171,531	17386,636	4211,530	427,909	3,80%	7,41%	2,75%	7,26%
2015	4269,112	18126,629	4234,051	537,300	-17,45%	4,26%	0,53%	25,56%
2016	3152,802	18319,671	4156,834	1071,382	-26,15%	1,06%	-1,82%	99,40%
2017	3027,990	19484,357	4201,878	1161,468	-3,96%	6,36%	1,08%	8,41%
2018	3233,013	19793,224	4349,876	1155,034	6,77%	1,59%	3,52%	-0,55%
	3612,355	12003,431	2942,446	304,10	0,38%	3,36%	3,86%	10,39%

Nota. Fuente: AIE 1990-2018

*Emisiones sectoriales= Cij sectorial * PIB sectorial*

Tabla21

Intensidad de carbono sectorial Ecuador 1990-2018

	INTENSIDAD DE CARBONO SECTORIAL			
	INDUSTRIA	TRANSPORTE	SERVICIOS	AGRICULTURA
1990	2,31	3,22	1,11	3,22
1991	2,31	3,22	1,09	3,22
1992	2,21	3,22	1,28	3,22
1993	2,18	3,22	1,28	3,22
1994	2,27	3,22	1,31	3,22
1995	2,20	3,22	1,36	3,22
1996	2,22	3,22	1,39	3,22
1997	2,41	3,22	1,44	3,22
1998	2,24	3,22	1,45	3,22
1999	2,18	3,22	1,51	3,22
2000	2,13	3,22	1,58	3,22
2001	2,18	3,22	1,60	3,22
2002	2,20	3,22	1,60	3,22
2003	2,17	3,22	1,60	3,22
2004	2,00	3,22	1,63	3,22
2005	1,90	3,22	1,64	3,22
2006	1,95	3,22	1,66	3,22



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERRECTORADO DE DOCENCIA



2007	1,74	3,22	1,61	3,22
2008	2,00	3,22	1,64	3,22
2009	2,11	3,22	1,65	3,22
2010	2,05	3,22	1,65	3,22
2011	2,00	3,22	1,66	3,22
2012	1,98	3,22	1,65	3,22
2013	2,04	3,22	1,64	3,22
2014	2,00	3,21	1,61	3,22
2015	1,84	3,21	1,58	3,22
2016	1,57	3,21	1,55	3,22
2017	1,48	3,21	1,54	3,22
2018	1,53	3,21	1,56	3,22
PROMEDIO	2,05	3,21548	1,51	3,2174

Nota. Fuente: AIE 1990-2018

*Nota: Emisiones sectoriales= Cij sectorial * PIB sectorial*

Tabla22

Consumo energético por sectores 2014-2018

Kilotoneladas equivalentes de petróleo (Ktoe)	2014	2015	2016	2017	2018
Agricultura	133	167	333	361	359
<i>Tasa de crecimiento</i>	7,26%	25,56%	99,40%	8,41%	-0,55%
Industria	2582	2319	2013	2045	2120
<i>Tasa de crecimiento</i>	5,91%	-10,19%	-13,20%	1,59%	3,67%
Transporte	5410	5642	5706	6076	6170
<i>Tasa de crecimiento</i>	7,47%	4,29%	1,13%	6,48%	1,55%
Servicios	2612	2681	2682	2721	2781
<i>Tasa de crecimiento</i>	4,56%	2,64%	0,04%	1,45%	2,21%
Consumo total	10737,20	10809,19	10734,87	11203,16	11430,04
<i>Tasa de crecimiento</i>	6,37%	0,67%	-0,69%	4,36%	2,03%

Fuente: AIE 1990-2018

Unidades: Ktoe: miles de toneladas equivalentes de petróleo.