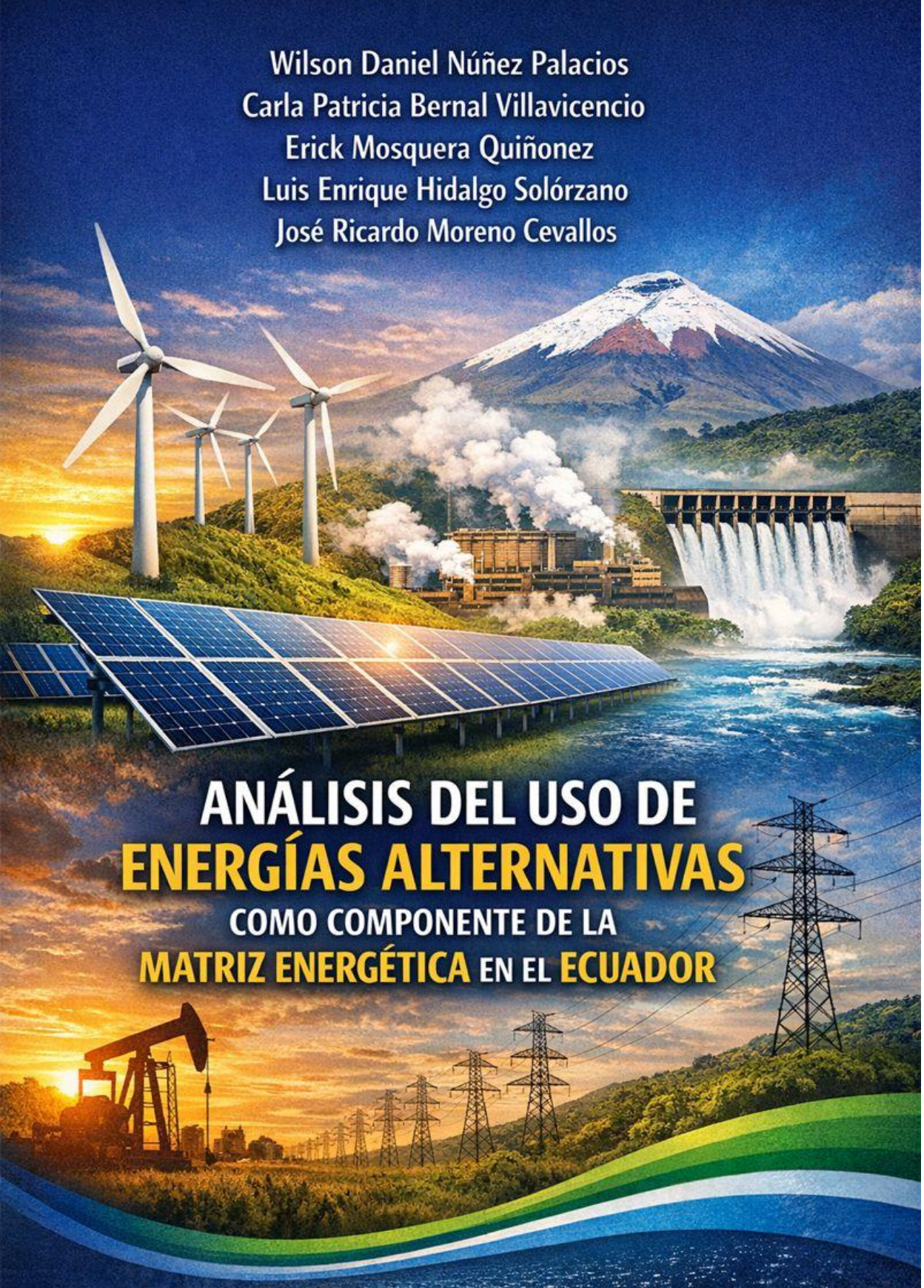


Wilson Daniel Núñez Palacios
Carla Patricia Bernal Villavicencio
Erick Mosquera Quiñonez
Luis Enrique Hidalgo Solórzano
José Ricardo Moreno Cevallos



ANÁLISIS DEL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS

COMO COMPONENTE DE LA
MATRIZ ENERGÉTICA EN EL ECUADOR

**EDITORIAL MMS PUBLICACIÓN SEMESTRAL DEL GRUPO EUP
JUAN MONTALVO.**

DIRECTOR: Ramiro Enrique Guaman Chavez

EDITOR: Ing. Yadira Natalia Vergara Cuadros

COORDINADORA EDITORIAL: Peñafiel Villarreal Ruth Esther

COMITÉ EDITORIAL:

- Máximo Damián Valdera.
- Iván Fernández-Suárez.
- Mejía Calderón Aníbal Gilberto.
- Cedeño Alcívar Lenin Landívar.
- Guerra Herrera Kleber Santos.
- Maldonado Cañizares Paola Robertina.
- Sandoval Sandoval Edwin Marcelo

ASISTENTES: Edwin Adrián Delgado Anchundia

ISSN: 978-9942-7479-7-6

Número 1: noviembre 2025

Volumen: 1 noviembre 2025

Editorial Digital: © EUP Juan Montalvo

Primera Edición: 2025

Teléfonos: (5932) 0994735813

Correo electrónico: mmseditorial@gmail.com

Los libros y capítulos de este número son de responsabilidad exclusiva de sus autores y no expresan una postura institucional.

Está permitida la reproducción total o parcial de cualquier artículo con la condición de que se cite la fuente.

Cámara Ecuatoriana del Libro con registro editorial No. 187361

ANÁLISIS DEL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS COMO COMPONENTE DE LA MATRIZ ENERGÉTICA EN EL ECUADOR

Wilson Daniel Núñez Palacios

Universidad Técnica Luis Vargas Torres

wilson.nunez.palacios@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-7586-4173>

Esmeraldas – Ecuador

Carla Patricia Bernal Villavicencio

Universidad Técnica Luis Vargas Torres

carla.bernal@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1510-2996>

Esmeraldas – Ecuador

Erick Mosquera Quiñonez

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas

erick.mosquera.quinonez@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3577-3535>

Esmeraldas – Ecuador

Luis Enrique Hidalgo Solórzano

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas

luis.hidalgo@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7929-3931>

Esmeraldas – Ecuador

José Ricardo Moreno Cevallos

Universidad Técnica Luis Vargas Torres

jose.moreno@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0040-8711>

Esmeraldas-Ecuador

INDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
DESARROLLO	10
Ubicación y contextualización de la problemática.	10
Fundamentación teórica.....	22
La energía	22
Energía no renovable.....	22
Energías renovables y energías alternativas.....	23
Ventajas y desventajas de las energías renovables:.....	26
El Sistema Eléctrico	27
Uso de energía eléctrica	28
Consumo de Energía Eléctrica	29
Energías alternativas que se desarrollan en el Ecuador	30
Aporte energético de las energías alternativas en Ecuador.	42
Entorno donde se desarrollan las energías alternativas en el Ecuador	46
<i>Oferta y demanda energética en Ecuador.</i>	57
Fundamentación Legal.....	59
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	62

PLAN DE ACCIÓN PARA PROMOVER EL USO EFICIENTE DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL ECUADOR.....	79
CONCLUSIONES.....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

RESUMEN

La inclusión de las energías alternativas en la matriz energética del Ecuador contribuye a mitigar la generación de energía proveniente del petróleo y aumentar, de manera óptima y sostenible la producción. Además, transforma las estructuras de consumo de los sectores económicos de la nación, conformado por el transporte, residencial, comercial para que su uso sea racional y eficiente, cumpliendo así con el enfoque y tendencia de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética. Por lo que el estudio se centró en el análisis del uso de energías alternativas como componente de la matriz energética en el Ecuador bajo la metodología documental histórico con un enfoque de investigación mixto y así recopilar las leyes que componen los sistemas regulatorios del Ecuador enfocados a la eficiencia energética y su contribución al sistema energético ecuatoriano. Obteniendo como conclusión que las energías alternativas deben expandir su producción energética para alcanzar la optimización en el uso y consumo en los sectores relacionados con la oferta y demanda, cumpliendo de esta manera, con los principios fundamentales de la Constitución de la República, el Pacto Nacional de Transición hacia la des carbonización, el marco legal normativo de impulso a la eficiencia energética; así como también, los instrumentos internacionales ratificados por el Ecuador, como son el Acuerdo de París bajo la Convención del Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Palabras clave: energías alternativas, eficiencia energética, matriz energética.

ABSTRACT

The inclusion of alternative energies in the energy matrix of Ecuador contributes to mitigate the generation of energy from oil and to increase, in an optimal and sustainable way, production. It also transforms the consumption structures of the nation's economic sectors, made up of transportation, residential, and commercial so that its use is rational and efficient, thus complying with the focus and trend of the Organic Law on Energy Efficiency. Therefore, the study focused on the analysis of the use of alternative energies as a component of the energy matrix in Ecuador under the historical documentary methodology with a mixed research approach and thus compile the laws that make up the regulatory systems of Ecuador focused on the Energy efficiency and its contribution to the Ecuadorian energy system. Obtaining as a conclusion that alternative energies must expand their energy production to achieve optimization in use and consumption in sectors related to supply and demand, thus complying with the fundamental principles of the Constitution of the Republic, the National Pact Transition towards decarbonization, the regulatory legal framework to promote energy efficiency; as well as the international instruments ratified by Ecuador, such as the Paris Agreement under the United Nations Framework Convention on Climate Change, the 2030 Agenda for Sustainable Development.

Keywords: alternative energies, energy efficiency, energy matrix

INTRODUCCIÓN

La energía constituye un componente fundamental de las estrategias de desarrollo económico y social. Su importancia radica en el uso, consumo y acceso que se tenga a ella, las fuentes de energía son elaboraciones naturales de las que el hombre puede extraerla para realizar un determinado trabajo u obtener alguna utilidad, aunque existen innumerables fuentes de energía, la eléctrica es la que utiliza la mayoría de los equipos para funcionar, además, según Barragán y Llanes (2020), debido al crecimiento de la población, ha generado aumento de la demanda eléctrica, por ello se ha emprendido la búsqueda de nuevas fuentes de energía, y sistemas de producción eléctrica, basados fundamentalmente en el uso de energías renovables.

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales (Brinkworth, 2004; Estrada y Arancibia, 2010). Este tipo de energías se consideran en principio limpias o verdes, porque contaminan muy poco, y no emiten los gases que producen el efecto de invernadero (Barragán y Llanes, 2020).

Con base en lo anterior y en la importancia que ejerce la utilización de energías alternativas en la actualidad, el presente estudio se plantea como objetivo general: analizar la relación entre el uso de las energías alternativas y el desarrollo económico en el Ecuador. Es preciso señalar, que este estudio permitirá observar los beneficios de las energías alternativas que pueden aprovecharse para el beneficio de la sociedad y del planeta, así como también para lograr un mayor desarrollo económico a mediano o largo plazo, pues las energías

alternativas unidas a las diversas actividades económicas que se desarrollan, constituyen un engranaje perfecto para la innovación.

DESARROLLO

Ubicación y contextualización de la problemática.

Ecuador es uno de los países más biodiversos del mundo, con una multitud. La superficie de territorio continental bajo conservación con 7.575.522 hectáreas, con varias iniciativas del Estado por fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, la superficie terrestre y marino-costera se encuentran bajo estrategias de conservación para conservar y restaurar bosques, manglares y páramos. Su ubicación se encuentra en la región noroccidental de América del Sur: latitud $1^{\circ} 23' N$ a $5^{\circ} 14' S$, Longitud: $75^{\circ} 15' O$ a $81^{\circ} O$, compuesto por veinticuatro provincias. Limita al norte con Colombia, al sur y al este con Perú y al oeste con el océano Pacífico, el cual lo separa de las islas Galápagos por 972 kilómetros entre la península de Santa Elena y la isla San Cristóbal. Cuenta con una superficie territorial de 256.370 Km² (figura 1), con una población aproximada de 17.268.000 habitantes y su división político-administrativa comprende 24 provincias, 221 cantones y 1.499 parroquias, que conforman así los diferentes niveles de organización territorial de la república.

Figura 1. Mapa base de la República del Ecuador.



Nota: Censo de Población y VI de Vivienda, INEC (2010)

Siendo un país caracterizado por amparar la Naturaleza, con leyes orientadas al respeto integral de la preservación, mantenimiento y a la regeneración de los ciclos vitales, Ley Orgánica de Eficiencia Energética [LOEER], (2019). Dentro de estos, son primordiales la interculturalidad y la convivencia armónica con la naturaleza. El objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir demuestra la importancia del medio ambiente en la política ecuatoriana de garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global, apostando a la transformación productiva bajo un modelo ecoeficiente que prioriza la conservación y uso sostenible de los recursos naturales y la inserción de tecnología ambientales limpias/renovables (SENPLADES, 2014).

Ecuador ha sido considerado una potencia energética por su alta producción de petróleo, sumado al gran potencial en recursos

renovables que lo ha posicionado como país ecoenergético con estrategia de desarrollo que han contribuido a la transición de un país exportador primario a ser un país que sustenta sus ingresos en una economía diversificada, donde se potencie el bioconocimiento y los servicios ecosistémicos, con una matriz productiva que involucra las fuentes de energías alternativas como un bien público estratégico cuya provisión oportuna permitiría un crecimiento económicamente viable, socialmente responsable y ecológicamente sostenible.

A pesar de estas iniciativas prometedoras y con una capacidad instalada para generar 8.036,34 MW en energías renovables, la realidad es que el Ecuador sigue siendo un país donde la oferta y demanda energética proviene principalmente de la producción petrolera (88%); gas natural (5%); hidráulica (4%); productos de caña (2%); leña (1%) y otras primarias (0,03%), siendo estas últimas las energías alternativas como eólica, fotovoltaica y biomasa, enfocadas a la generación de energía eléctrica (Balance Energético Nacional, 2019).

La matriz energética del Ecuador, desde el año 2006, involucra dentro de sus componentes las energías renovables como alternativa de producción energética, apoyado en la tecnología y en los parámetros ambientales geográficos óptimos para su generación como fuente sostenible, inagotable y libre de contaminación, Barragán y Espinosa (2015). La transición de la matriz energética ecuatoriana, se fundamenta en las políticas públicas energéticas enfatizadas en mitigar el consumo excesivo de energías provenientes del petróleo, que ha acarreado impacto ambiental en el ecosistema de la nación por su emisión de gases efecto invernadero, ocasionando una transformación

energética enfatizada en la sostenibilidad no solo teniendo en cuenta el impacto ambiental y costo beneficio sino también de contenido local, promoción, limitación del tamaño del proyecto o del poder de mercado de los actores, y cláusulas de metas por fuentes y tecnologías (Banco Interamericano de desarrollo [BID], 2021)

Situación que refleja incongruencia en las cifras emitidas por la matriz energética nacional, mostrando que, en la actualidad, y aun cuando las políticas públicas se han enfocado a la promoción de las Energías Renovables, la producción energética, demanda y consumo, sigue siendo dependiente del petróleo como energía primaria y secundaria. Por lo que, el modelo energético actual sigue bajo el proceso tradicional de producción energética nacional, sin considerar las consecuencias ambientales que se han producido y seguirán afectando a largo plazo.

En el Ecuador el marco legal ha fomentado políticas públicas enfocadas al empleo y ejecución de las energías provenientes de fuentes alternativas. En la Ley del Régimen del Sector Eléctrico, en el Art. 5 (octubre de 1996), se cita como uno de sus objetivos el “fomentar el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales”, así mismo en La Constitución de la República de 1998 se establece que el Estado promoverá el uso de las energías renovables: eólica, biomasa, biogás, fotovoltaica, geotérmica, y otras de similares características. Mientras que, en la Constitución del 2008, se afianza este principio y se incorpora el concepto de eficiencia energética.

Actualmente, se cuenta con la energía de la matriz renovable, alrededor del 65% de la energía primaria es producida por la energía

hidráulica con un 62,62%, y otra fuente de energía renovable utilizada es la biomasa 1,68%, también cuentan con la energía no renovable que corresponde a un 35,02%; el país toma conciencia sobre incursionar en una utilización más extensiva de la energía renovable con las cuales disponen para el efectivo funcionamiento de las mismas.

Por otra parte, la Ley Orgánica de Eficiencia Energética (LOEE, 2019), en su artículo 1 contempla que su objetivo es establecer el marco legal y régimen de funcionamiento del Sistema Nacional de Eficiencia Energética (SNEE), y promover el empleo eficiente, racional y sostenible de la energía en todas sus formas, a fin de incrementar la seguridad energética del país; al ser más eficiente, aumentar la productividad energética, fomentar la competitividad de la economía nacional, construir una cultura de sustentabilidad ambiental y eficiencia energética, aportando a la mitigación del cambio climático.

No obstante, la cultura económica se encuentra muy arraigada en los sectores de producción energética del país, con dinámicas extractivistas expansivas de explotaciones mineras y petroleras hacia otras partes del territorio nacional. Por lo que actualmente, el gas natural alcanza más de la mitad de la generación y consumos energéticos del país (53%), y se utiliza para los hogares, la industria y la generación eléctrica, aunado al reciente desarrollo de los recursos no convencionales de gas y petróleo, shale gas y shale oil, intencionados al abastecimiento de la creciente demanda de energía nacional. Por lo que es importante incrementar la producción energética de fuentes renovables como componentes de la matriz energética para contribuir con la explotación masiva del recurso petrolero y generar energías

sostenibles y libres de contaminación, cumpliendo a su vez con las políticas públicas energéticas.

Las energías alternativas, también llamadas energías renovables, se basan en el aprovechamiento de recursos energéticos que se generan en determinadas zonas sujetas a factores geográficos y meteorológicos, siendo ejemplos de ello, la energía eólica, solar hídrica, entre otros. No obstante, hay zonas más ventajosas que otras para conseguir determinados tipos de energía, así que las energías alternativas no se encuentran distribuidas de manera uniforme (Martínez, 2016).

El primer informe de la Agencia Internacional de Energías Renovables [IRENA] (2020) enfatiza la propuesta de descarbonizar la energía y apostar por energías renovables, pues esto contribuiría no solo a lograr un planeta más sostenible, sino que es una vía más rápida para crear empleos, salir de la crisis económica provocada por el COVID-19, lograr una economía más resiliente, inclusiva y justa. Igualmente, se reduciría el calentamiento global y se impulsaría un sector en auge con el potencial de generar millones de puestos de trabajo directos e indirectos.

El informe calcula que la inversión total para llevar a cabo esa des carbonización de la energía es de 130 millones de dólares. Aun así, sus beneficios incluirían un aumento del Producto Interno Bruto (PIB) mundial en 98 millones y generaría 42 millones de empleos en energías renovables y otros 21 millones en el ámbito de la eficiencia energética. En total, según el plan propuesto por los técnicos de IRENA, los empleos en el sector de la energía en general, alcanzarían los 100

millones en 2050, unos 40 millones más que en la actualidad. Además, la transición generaría unos 7 millones de puestos de trabajo nuevos más que los planes actuales de crecimiento en todos los sectores de la economía.

Con base en lo anterior y en la importancia que ejerce el uso de energías alternativas en la actualidad, el presente estudio se plantea como problema de investigación el uso de las energías alternativas como componente de la matriz energética en el Ecuador, y como oportunidad de innovación para el Ecuador. Es preciso señalar, que este estudio permitirá observar los beneficios de las energías alternativas que pueden aprovecharse para el beneficio de la sociedad y del planeta, así como también para lograr un mayor desarrollo económico a mediano o largo plazo, pues las energías alternativas unidas a las diversas actividades económicas que se desarrollan, constituyen un engranaje perfecto para la innovación.

Las energías renovables reducen la dependencia en la utilización de los combustibles fósiles, mejorando la eficiencia energética y creando nuevas oportunidades económicas y se ha desarrollado un mercado energético totalmente diversificado y más amigable con el medio ambiente. La incorporación de nuevas fuentes de generación de energía renovable, a la matriz energética, continúa siendo un tema de interés mundial, no tanto por su peso como oportunidad de negocio, sino por los efectos nocivos que significan para el medio ambiente el uso creciente de fuentes de energía térmicas o convencionales.

La transición energética contemporánea implica la activación de nuevos espacios geográficos, además del proceso económico de la energía, incluyendo su consumo final. Bajo este panorama, en el Ecuador se vienen implementando políticas de fomento a la generación de energías a partir de fuentes renovables, con el objetivo de atraer inversiones, desarrollar los niveles de empleo, fomentar una mayor flexibilidad en la infraestructura local y respaldar el desarrollo de las tecnologías asociadas a estas energías. En este sentido, el respaldo estatal y privado ha resultado imprescindible en la incorporación y desarrollo de este tipo de tecnologías, apoyo que en general se materializa en la inversión en infraestructura para la generación de energía hidráulica.

Se han llevado a cabo diversas investigaciones relativas a las energías alternativas o renovables y al desarrollo económico. Al respecto, Ortiz y Mora (2015) realizaron un estudio sobre la contribución de las energías renovables en el desarrollo económico, social y medioambiental. Para tal fin, analizaron el desarrollo y evolución de las energías renovables en España durante el período 1998-2010. Los autores encontraron que las energías renovables brindan una innegable contribución al desarrollo económico de cualquier medio humano, puesto que significa inversión, crecimiento económico, generación de empleos y equilibrio social. Tal desarrollo económico y social es compatible y respetuoso con el medio natural y el ser humano.

Por otro lado, Córtes y Arango (2017) condujeron una investigación en Colombia, donde afirman que la energía es

indispensable para el desarrollo económico del país. Igualmente, señalan que el rápido crecimiento demográfico, la expansión del sector industrial, el acelerado crecimiento tecnológico, entre otros factores, han incrementado la demanda de energía, y, en consecuencia, el sistema eléctrico es cada vez más susceptible de no satisfacer el consumo de energía; además, la generación de energía, a partir de fuentes no renovables como los combustibles fósiles, impactan negativamente al medio ambiente. Por el contrario, la generación a partir de fuentes renovables soluciona la problemática ambiental y permite diversificar la matriz energética. Al respecto, Colombia posee gran variedad de recursos naturales y la mayor cantidad de energía generada en el país corresponde a fuentes renovables, principalmente a partir de hidroeléctricas. Es así como las energías renovables juegan un papel fundamental en la economía de Colombia.

Por su parte, Loaiza (2018) analizó la relación de equilibrio existente entre la energía sustentable, no sustentable y el crecimiento económico de Ecuador durante el periodo 1971-2014. Para tal fin, utilizó datos del World Development Indicators del Banco Mundial y técnicas de cointegración para series temporales. Se encontró evidencia de que existe una relación de largo y corto plazo entre la energía sustentable, energía no sustentable y el crecimiento económico. De igual manera, existe una relación causal unidireccional desde la energía sustentable hacia el crecimiento económico, lo que permite concluir que esta variable es de suma importancia para que exista mayor crecimiento económico, por esta razón, hoy en día, muchos países desarrollados están invirtiendo cada vez más en este

tipo de energías limpias, ya que además de ayudar a disminuir la contaminación, también su costo está muy por debajo de las energías convencionales. En Ecuador, ya se está trabajando en el cambio de la matriz energética, evidenciando grandes obras como los ocho proyectos hidroeléctricos, la mayoría de ellos ya en funcionamiento, por esta razón Ecuador se ha convertido en un país exportador de energía limpia. En este sentido, una implicación política derivada de esta investigación es fortalecer tanto la oferta como la demanda de energías sustentables como mecanismo para robustecer el crecimiento económico de países que se encuentran en vías de desarrollo.

Ordoñez-Zuñiga et al. (2020) realizaron un ensayo con el fin de analizar la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico partiendo de la generación de energías ecológicas, lo cual contribuye con la ampliación del conocimiento de esta temática que incide en la calidad de vida a nivel mundial, particularmente en Ecuador. Indican que existen trabajos de investigación recientes que apuntan hacia la puesta en práctica de acciones que favorezcan la extracción de materiales bioenergéticos de productos existentes en Ecuador y que significativamente incrementarían la posibilidad de crecimiento económico en este país, sobre todo en las circunstancias actuales ante la presencia del COVID-19 que ha perjudicado económicamente a todos los países de Latinoamérica. Los resultados arrojan que las investigaciones recientes han señalado la posibilidad de producción de biocombustibles a partir de materia prima de productos como maíz, yuca y plátanos existentes en Ecuador. Se concluye que la preservación del medio ambiente ha impulsado la invención de productos creados a

través de la transformación de materia prima biodegradable, la cual contribuirá con el desarrollo económico de Ecuador.

Aledmer y Reyes (2021), en su investigación titulada Evaluación general de la matriz energética ecuatoriana y el aporte de las energías renovables no convencionales a la descarbonización de la generación eléctrica, con énfasis en el potencial geotérmico, sustentaron que en el Ecuador el sector energético depende de un modelo finito y adverso para el ambiente, pues aparte de poseer una matriz energética contaminante, es limitada en su diversificación y no avizora cambios profundos en su estructura en un futuro próximo. En lo que respecta a la generación eléctrica, el 70% se genera principalmente en centrales hidroeléctricas y se complementa con el parque termoeléctrico que utiliza derivados de petróleo, generando potencia energética proveniente de recursos ambientalmente renovables transformados con centrales que impactan el ambiente ecuatoriano con expulsión de gases contaminantes incumpliendo con las políticas públicas enfocadas a la descarbonización de la matriz energética nacional, considerando el aporte energético de los proyectos instalados desde el 2008 al 2018 e identificando los potenciales energéticos estimados de los recursos renovables no convencionales (fotovoltaico, eólico, biomasa y geotérmico).

Para ello, el estudio se sustentó en la revisión documental y análisis de bases de datos y publicaciones periódicas abiertas al público de instituciones gubernamentales de la rama energética del Ecuador e instituciones intergubernamentales, además de investigaciones académicas relacionadas con el sector energético. Concluyendo que, la

matriz energética ecuatoriana se ha enfocado más en la generación eléctrica en aras de abarcar el alto porcentaje de consumo nacional que en los proyectos de potenciales energéticos renovables no convencionales (fotovoltaico, eólico, biomasa y geotérmico).

Peña (2022), desarrolló una investigación sobre La promoción de las energías renovables como instrumento para la soberanía energética: Estudio comparado de la regulación en Argentina, Colombia y España, estableciendo como objetivo central comparar la regulación en Argentina, Colombia y España, para el fomento y desarrollo de las energías renovables como una herramienta para la construcción de la soberanía energética, apoyado en la metodología documental y así recopilar las leyes que componen los sistemas regulatorios de cada país, así como también, profundizar en los mecanismos que desde la regulación se plantean para el cumplimiento de lo establecido en las leyes.

Obteniendo como resultados que las matrices energéticas de los tres países, consideraron diversificación energética de su mix como una alternativa de importancia por el constante cambio de los ciclos climáticos. Además, se evidencia receptividad del mercado mediante estrategias propulsoras al cumplimiento de las normativas contempladas por la matriz energética de manera eficiente, afirmando que, a través de los mecanismos en las políticas regulatorias de cada Estado, han aumentado las cuotas de participación y extensión del mercado hacia la eficiencia energética.

Demostrando que el uso de mecanismos competitivos flexibles y versátiles en diseño en las políticas energéticas, permitieron

incorporar múltiples criterios de selección y asignación, además de las fuentes y tecnologías a utilizar, enmarcando el grado de incorporación que pueden tener en el compendio de fuentes energéticas, además el fomento del uso de las energías renovables por parte de los consumidores finales, sumado a la eficiencia energética y la generación distribuida con sus múltiples beneficios contribuyen a la constitución de la soberanía energética desde la democratización del uso de la energía con resultados favorables en la totalidad de energía consumida en cada país.

Fundamentación teórica.

La energía

La energía es la capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo y producir cambios en ellos mismos o en otros cuerpos. En otros términos, la energía se define como la capacidad de hacer funcionar las cosas (Fundación Endesa, 2022). La energía ha constituido una pieza clave para el desarrollo de la humanidad, pues desde el principio de su existencia, el hombre ha necesitado la energía para sobrevivir y avanzar.

Energía no renovable

La energía no renovable se refiere a las fuentes de energía que se encuentran en la naturaleza en una cantidad limitada y que se agotan a medida que se consumen, o cuya tasa de utilización es muy superior al ritmo de formación natural del recurso (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2015).

Estas se clasifican en forma general en combustibles fósiles y combustibles nucleares. Según MIDAGRI (2015) las principales fuentes de energía no renovable son:

- a) **El petróleo:** es un aceite natural constituido por una mezcla de hidrocarburos provenientes de antiguos restos de organismos vegetales, acuáticos, entre otros, depositados por miles de años y sometidos a presiones y cambios químicos en el subsuelo.
- b) **El gas natural:** es una mezcla de gases combustibles depositados naturalmente en el subsuelo y que poseen un gran poder energético. Los yacimientos de gas natural están asociados a los yacimientos de petróleo. El principal componente del gas natural es el metano y en menor proporción los gases de etano, propano y butano, por lo que es posible producir distintos tipos de gases adecuados para cada necesidad.
- c) **La energía nuclear:** es la energía asociada a las partículas en el núcleo atómico. Se libera como resultado de una reacción nuclear, ya sea por fisión nuclear (división de los núcleos atómicos pesados) o fusión nuclear (unión de núcleos atómicos livianos). Se utiliza para producir electricidad en las centrales nucleares.
- d) **El carbón mineral:** combustible fósil, formado por la acumulación de vegetales durante el periodo Carbonífero, que, a través de cambios de presión y temperatura en el subsuelo, ha sido transformado en carbón mineral.

Energías renovables y energías alternativas

Las fuentes de energía renovable juegan un papel cada vez más importante en los sistemas eléctricos, y en particular las energías solar

y eólica, que son las tecnologías que mayor peso tienen en el crecimiento actual en el mundo y en el futuro de la generación a partir de este tipo de fuentes, apoyados por los avances tecnológicos y mejoras económicas de estos.

Los términos renovables y alternativas son empleados indistintamente, pero no significan lo mismo. Las energías alternativas se refieren a cualquier fuente de energía que representa una alternativa a los combustibles fósiles. Mientras que las energías renovables son aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, y que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica (Fortmatger et al., 2015).

A continuación, se presentan algunos tipos de energías renovables.

Energía hidráulica: es el caso del agua que por efecto de la energía potencial gravitatoria desciende de las montañas formando cursos de agua como ríos. El movimiento del agua río abajo genera energía cinética. Esta energía potencial se transforma en energía hidroeléctrica al pasar por turbinas de generación eléctrica (Vivanco, 2020).

Energía marina o de movimiento de aguas oceánicas: el movimiento de las aguas marinas en océanos y mares es un almacén interminable de energía cinética, que, utilizando la tecnología apropiada, es posible transformarla en energía eléctrica. La energía marina puede ser: mareomotriz (energía de la diferencia de mareas),

undimotriz (energía del movimiento de las olas) y conversión térmica (energía que usa la diferencia térmica de los océanos) (Vivanco, 2020).

Energía Eólica: se refiere a la energía contenida en las grandes masas de aire que se desplazan por la superficie del planeta producto de la acción del Sol. Es así, que la energía cinética de las masas de aire se convierte en energía mecánica para luego transformarse en energía eléctrica en una turbina eólica (Vivanco, 2020).

Biomasa/materia orgánica: es la energía del Sol almacenada en la materia orgánica. En este sentido, las plantas y algunos microorganismos tienen la capacidad de guardar esta energía en forma química mediante el proceso de la fotosíntesis. El proceso básicamente utiliza luz solar, agua y el CO² troposférico, para formar moléculas orgánicas compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno (Vivanco, 2020).

Energía solar: es la energía proveniente de la radiación electromagnética del Sol. En este caso, a diferencia del caso anterior, se usa directamente mediante las tecnologías desarrolladas para tal fin. Esta energía, en forma de calor y luz, puede aprovecharse por medio de células fotoeléctricas, heliostatos o colectores solares, que la convierten en energía eléctrica o térmica (Vivanco, 2020).

Energía geotérmica: esta energía aprovecha las altas temperaturas que emergen desde las capas interiores del planeta. Se manifiesta normalmente como géiseres, fumarolas, pozos de lodo hirviendo, volcanes y fuentes termales. Este calor es empleado tanto para la

generación de electricidad, o bien, como energía térmica (Vivanco, 2020).

Ventajas y desventajas de las energías renovables:

La Agencia Internacional de Energía (AIE, 2019) señala que las energías renovables no emiten gases de efecto invernadero en los procesos de generación de energía, son recursos energéticos inagotables y minimizan la dependencia energética. También presentan competitividad económica respecto a las energías convencionales y ofrecen un futuro prometedor, ya que con las tecnologías se abren nuevas oportunidades para las transiciones energéticas.

En cuanto a las desventajas, la AIE (2019) destaca que algunas fuentes de energía renovable son intermitentes, es decir, no pueden controlar cuándo operar, debido a que funcionan cuando el recurso está disponible; generalmente necesitan de otras fuentes de apoyo para operar continuamente. De igual forma, algunas fuentes de energía renovable, necesitan de grandes construcciones que afectan el ecosistema. Algunas aves también podrían ser afectadas por los aerogeneradores, al chocar contra los rotores y las estructuras de las turbinas. Otra desventaja de gran relevancia para proyectos eólicos offshore es el diseño de materiales que soporten las duras condiciones marinas con bajo mantenimiento, lo cual se convierte en un gran desafío para los entes involucrados en la puesta en práctica de dicha energía.

El Sistema Eléctrico

El sistema eléctrico es fundamental para el desarrollo socioeconómico de un país, pues se encuentra presente en toda la cadena de producción, distribución y uso final de bienes y servicios (Pompemayer, 2009). El crecimiento demográfico, acompañado del acelerado proceso de industrialización, han intensificado la demanda energética mundial, especialmente los países donde las actividades de baja intensidad energética, como la agricultura, se han trasladado a las de uso intensivo de energía, como la construcción y la industria (Castro, 2011). Además, los avances tecnológicos han causado un incremento en la demanda energética, ya que todos los dispositivos, desarrollados en las últimas décadas, requieren de energía eléctrica para su funcionamiento. Es así como la energía desempeña un papel importante en la economía de un país, puesto que es el insumo fundamental para el sector industrial y de servicios.

Por otro lado, el tipo de energía utilizada por el sistema define la matriz energética, la cual se conforma a través de sus fuentes de generación, que pueden ser: renovables y no renovables. Ahora bien, el agotamiento de las energías no renovables y el impacto que tiene su explotación para el medio ambiente han incrementado el interés en la diversificación de la matriz energética, mediante la incorporación de energías renovables en el sistema eléctrico, pues este tipo de energías ofrecen ventajas que destacan por su naturaleza inagotable, renovable y su utilización libre de polución (Rodríguez, 2009).

Uso de energía eléctrica

Según datos suministrados por los Indicadores de Desarrollo Mundial (World Development Indicators [WDI], 2017) del Banco Mundial, el uso promedio de energía no renovable per cápita aumentó desde 1971, siendo el valor promedio en este año de, 1336.709 kg de equivalente de petróleo per cápita y pasando a 1920.724 kg de equivalente de petróleo per cápita en 2014 (Loaiza, 2018). Estas cifras repercuten sobre las emisiones de CO² globales, ya que según datos de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, 2015) en su informe denominado World Energy Outlook, las emisiones de CO² a nivel mundial se mantuvieron tres años seguidos en 32.100 millones de toneladas hasta el año 2015 aunque estas cifras generan expectativas positivas por la ralentización de estos indicadores, las proyecciones sobre emisiones de CO² resultante de la combustión de los derivados fósiles en todo el mundo son devastadoras si no se pone énfasis para seguir las reduciendo, por ejemplo, las emisiones de CO² por parte de los países de la Organización para la Cooperación y el desarrollo Económico (OCDE) contribuirán alrededor de 13.800 millones de toneladas métricas en 2040 (AIE, 2015).

Estas cifras reveladoras y preocupantes, evocan la necesidad de un modelo económico bien equilibrado que ayude a generar modelos de crecimiento económico sustentable con el ambiente. Según la IEA (2015), la electricidad generada por las renovables ha desempeñado un papel importante, al alcanzar el 90% de la generación de nueva electricidad en 2015 a nivel mundial, en donde la energía eólica fue la responsable de más de la mitad de esa nueva electricidad generada.

Dentro de lo que se refiere a energías renovables, las centrales hidráulicas dominan el sector, con 1.096 GW, pero el resto de segmentos aumentan a buen ritmo.

La eólica es la siguiente, con 487 GW, seguida de la solar, que cuenta ya con 303 GW de capacidad. El Renewable Energy Policy Network (REN 21), es la red mundial de políticas en energía renovable que conecta a un gran número de actores clave. La meta de REN 21 es facilitar el intercambio de conocimiento, el desarrollo de políticas y la suma de esfuerzos para una transición mundial rápida hacia la energía renovable, un informe realizado por esta red revela que la inversión en fuentes de energías renovables a nivel mundial, alcanzó los 285.900 millones de dólares (REN21, 2015) que representa el doble que se destina a combustibles fósiles, observando así el crecimiento acelerado de energía limpia (Loaiza, 2018).

Consumo de Energía Eléctrica

Los países desarrollados consumen mayor cantidad de energía que los países menos desarrollados, y, por tanto, registran mayores tasas de contaminación. Una de las grandes potencias económicas del mundo y, por ende, un país con ingresos altos como lo es China, evidencia altas tasas de contaminación, específicamente en las regiones orientales, occidentales y centrales, derivadas del uso de energías no sustentables, específicamente el carbón.

En consecuencia, el crecimiento económico si está relacionado con el consumo de energía no sustentable a largo plazo, pero además de aumentar las emisiones de CO², también perjudica el crecimiento de la economía. Por esta razón, se sugiere que los gobiernos implementen

políticas para reducir las emisiones de CO², utilizando las nuevas innovaciones tecnológicas para crear energía sustentable (Loaiza, 2018).

Tras varias décadas de crecimiento económico, China se ha convertido en el mayor consumidor de energía y el mayor emisor de CO² en el mundo. En función de esto, Wang et al. (2016) afirman que es necesario comprender mejor la relación entre el crecimiento económico, el consumo de energía y las emisiones de CO².

En contraste, se debería formular políticas medioambientales que reduzcan la cantidad de consumo de energía no renovable, ya que no tienen consecuencias negativas considerables en el crecimiento económico, mientras que aumentar las energías renovables en la cartera de consumo de energía, mejorará tanto la calidad ambiental como la seguridad energética (Loaiza, 2018).

Energías alternativas que se desarrollan en el Ecuador

El sector energético es estratégico para el gobierno ecuatoriano y disminuir su consumo de las fuentes convencionales es un plan que se ha venido gestando desde hace varios años, sustituyendo la producción energética proveniente de fósiles por fuentes alternativas que garanticen suministrar plenamente al menos gran parte del territorio en el menor plazo posible, medida que se estableció fundada en proyectos y marcos legales nacionales, no sólo por intentar mitigar el impacto ambiental, sino por el gran potencial geográfico ecuatoriano con parámetros ambientales aptos para generar energía provenientes de fuentes alternativas.

Por lo que, en el año 2022 la industria energética ecuatoriana presentó el catálogo de inversión en el sector energético y el proyecto de ley orgánica para la atracción de inversiones, fortalecimiento del mercado de valores y transformación tecnológica con dieciocho normativas y 260 artículos que pretenden captar capitales privadas hasta el 2025 intencionada con la modernización sectorial energético de energías renovables bajo estándares internacionales con seguridad jurídica en dichas inversiones comprendida en cuatro bloques de distintas tecnologías a las cuales se les ha asignado un cupo para que puedan ser desarrolladas por el sector privado (tabla 1).

La apuesta del gobierno en desarrollar un proyecto de ciclo combinado busca crear condiciones de seguridad energética suficientes para abastecer al mercado local en época de estiaje. Al ser la generación hidráulica la principal fuente de generación eléctrica actualmente existe una alta dependencia y, por lo tanto, exposición a condiciones climáticas que en determinadas circunstancias afectan, de forma sustancial, a la generación eléctrica nacional.

Tabla 1. *Bloques del Proyecto Energía Renovables No Convencionales I*

Potencia Requerida	Potencia requerida	Potencia mín.	Potencia máx.	Plazo de concesión
Sub-bloques	por Sub- Bloque	requerida por proyecto	requerida por proyecto	(en años)
Sub-bloque 1 Hidroeléctricas	150 MW	3MW	50 MW	30

Sub-bloque 2	200 MW	10 MW	100 MW	25
Eólica				
Sub-bloque 3	120 MW	3 MW	50 MW	25
Solares				
Fotovoltaicas				
Sub-bloque 4	30 MW	1 MW	15 MW	20
Biomasa -				
Biogas				

Nota: MERNNR, 2022

Representando de esta manera la primera licitación masiva de proyectos enfocados en el desarrollo de energías renovables en Ecuador, permitiendo distinguir las energías alternativas que se desarrollan en la nación y se pueden masificar gracias a las condiciones geográficas que el país posee.

En cuanto a las centrales hidroeléctricas, Ecuador utiliza actualmente tres métodos; Energía hidráulica a partir de embalses. Es el método que más se utiliza. Se distingue por usar un embalse que controla y almacena el agua de un río. Energía hidráulica mediante diversión de la corriente. En esta técnica se desvía y maneja la corriente del río hacia otros cauces artificiales. Energía hidráulica mediante almacenamiento bombeado. Para poder usar este método es necesario contar con dos depósitos de agua situados a diferente altura, que al dejar caer agua del embalse superior al inferior genera la energía. Siendo las principales en la nación la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, la Central Sopladora, la central de generación Toachi-Alluriquin, la hidroeléctrica Quijos y la hidroeléctrica Toachi Pilatón.

Ecuador es un estado con abundantes recursos naturales renovables y se ha comprometido bajo un marco jurídico en cambiar el patrón energético del país a través de proyectos icónicos que utilizan tecnología innovadora y amigables con el medio ambiente. Siendo las centrales hidroeléctricas la principal fuente de generación energética del país para satisfacer las necesidades de consumo de energía bajo un costo más conveniente. Proporcionando electricidad para aumentar la generación de energía y garantizar el suministro. Además de convertirse en uno de los ejes de la política de uso de energías renovables en el sector energético, transformando el panorama energético desde 2016 hasta el presente y en el futuro, por lo que actualmente el país consta con veinte hidroeléctricas destinadas a la producción energética para abastecer el consumo eléctrico de los diferentes sectores del país (tabla 2).

Tabla 2. *Centrales Hidroeléctricas del Ecuador*

Hidroeléctricas	Ubicación	Tipo	Potencia nominal (MW)	Potencia efectiva (MW)
Coca Sinclair	codo Napo- El Chaco	Pasada	1.500,00	1.476,00
Paute	Azuay- Sevilla de Oro	Embalse	1.075,00	1.100,00
Sopladora	Azuay- Sevilla de Oro	Pasada	487,00	486,00
Minas Francisco	san Azuay- Pucara	Pasada	275,50	274,50

San Francisco	Tungurahua- Baños de Agua Santa	Pasada	230,00	212,00
Delsitanisagua	Zamora Chinchipe- Zamora	Pasada	180,00	180,00
Mazàr	Azuay- Sevilla de Oro	Embalse	170,00	170,00
Agoyàn	Tungurahua- Baños de Agua Santa	Embalse	160,00	156,00
Pucarà	Tungurahua- Pillaro	Embalse	73,00	73,00
Manduriacu	Imbabura- Cotacachi	Pasada	63,36	65,00
Marcel Laniado	Guayas- El Empalme	Embalse	213,00	213,00
Hidrosanbartolo	Morona Santiago- Santiago	Pasada	49,98	49,95
Due	Sucumbíos- Gonzalo Pizarro	Pasada	49,71	49,71
Normandia	Morona Santiago- Morona	Pasada	49,58	49,58
Baba	Los Ríos- Buena Fe	Embalse	42,20	42,00
Cumbayá	Pichincha- DMQ	Pasada	40,00	40,00
Pusuno	Napo- Tena	Pasada	38,25	38,25
Abanico	Morona Santiago- Morona	Pasada	38,45	37,99
Topo	Tungurahua- Baños de Agua Santa	Pasada	29,20	27,00
Ocaña	Cañar- Cañar	Pasada	26,10	26,10

Nota: Chanataxi et al., 2021

Donde, la hidroeléctrica Quijos constituye un proyecto simbólico del país ecuatoriano, proyectado a proporcionar un promedio de 355 GWh de energía por año, mejorando así la soberanía energética. Los beneficios del proyecto incluyen: generación de energía térmica alternativa, reducción de emisiones de CO₂ en aproximadamente 140.000 toneladas por año. Mientras que la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, es una de las centrales más importantes a nivel nacional contribuyendo del suministro eléctrico a más de 20 mil habitantes y permite tener una alta capacidad de exportación debido a la implementación de nuevas prácticas de compensación.

En cuanto a la energía eólica, en Ecuador el potencial eólico – eléctrico bruto del país es de 1.691 MW, considerando zonas con una velocidad de viento promedio anual mayor a 7 m/s, el que generaría una energía media de 2.869 GWh. El potencial factible a corto plazo se ha estimado en valores de potencia instalable de 884 MW y energía media anual de 1.518 GWh. Cabe recalcar que este potencial se incrementaría si se incluyen las zonas con velocidades de viento promedio anuales bajas (entre 5 y 6 m/s) (Ministerio de Gobierno [MDG], 2019).

Impulsando a la construcción de la Central Eólica Villonaco de 16.5 MW de potencia ubicada en la provincia de Loja, cantón Loja, siendo la primera Central Eólica en Ecuador Continental. inició su construcción en agosto de 2011 y se encuentra operando de forma normal y continua sobre la base de los requerimientos del sistema eléctrico ecuatoriano desde el 2 de enero de 2013, aportando al S.N.I. una energía neta de 676,20 GWh desde su entrada en operación a julio

de 2022. Cuenta con 11 aerogeneradores del tipo GW70/1500 de 1.5 MW cada uno, con una velocidad promedio anual de 12.7 m/s a una altitud de 2700 msnm. La Central se desarrolla a lo largo de la línea de cumbre del cerro Villonaco con una distancia aproximada de 2 km.

La subestación de elevación Villonaco 34.5 kV/69 kV tiene una capacidad de 25 MVA y presenta un esquema de conexión de barra principal y transferencia. La subestación Loja, contempla la instalación de una bahía de 69 kV, la cual recibe la energía proveniente de la subestación Villonaco para ser conectada al S.N.I. (Sistema Nacional Interconectado). Durante la fase de construcción generó 254 fuentes de empleo directo y beneficia directamente a más de 200 mil habitantes gracias a la implementación de nuevas prácticas de compensación a través del mejoramiento de infraestructura y equipamiento de Centros Educativos, dotación de suministro eléctrico a las parroquias de Sucre y San Sebastián, mejoramiento de vías, capacitación a los moradores de la zona en control fitosanitario de cultivos, jardinería y mantenimiento de áreas verdes; obras ejecutadas a través la CELEC E.P. Unidad de Negocio GENSUR (Corporación Eléctrica del Ecuador) (MINEM, 2022).

Con respecto a la energía alternativa Solar Fotovoltaica con fines de generación eléctrica, en Ecuador Continental el valor de insolación directa promedio es de 2.543 Wh/m²/día; la insolación difusa promedio es de 2.032 Wh/m²/ día; y la insolación global promedio es de 4.575 Wh/m²/día y fundado en las radiaciones solares registradas en la provincia de Manabí, se concibió la propuesta de la central de energía fotovoltaica El Aromo, aprovechando la energía

alternativa proveniente del sol para la producción de energía eléctrica mediante paneles solares, Esta central se ubicará en el sector El Aromo, a 20 kilómetros de Manta, en los terrenos que fueron adquiridos para la construcción de la refinería del Pacífico. Esta nueva central, la primera de esas características en el país, tendrá una capacidad instalada de 200 megavatios, lo que equivale al 60,6 por ciento de la energía que consume la ciudad de Manta o el 23 por ciento de la provincia de Manabí. La energía de esta central se conectará al Sistema Nacional Interconectado a través de la subestación San Juan de Manta 230 mil voltios, que ya se encuentra en construcción por parte de la Corporación Eléctrica del Ecuador, a través de la Unidad de Negocio Transelectric (MDG, 2019).

La implantación de los paneles fotovoltaicos, la subestación eléctrica y el resto de instalaciones requeriría el uso de 220 hectáreas, las que no corresponderán al área acondicionada para el fallido proyecto de refinería, por cuanto -para una mayor eficiencia de los paneles- se requiere de un área inclinada. Se pondrá a disposición de los inversionistas un área de 800 hectáreas. Con la construcción y puesta en operación de esta nueva central se reducirían alrededor de 128 mil toneladas de CO₂ al año y se evitaría el consumo de 7,9 millones de galones de Fuel Oil por año, por la sustitución de generación térmica por fotovoltaica. Adicionalmente, la producción eléctrica de El Aromo será complementaria con la generación hidroeléctrica, en especial en la época de estiaje de las centrales ubicadas en cuenca del Amazonas (CELEC; 2019).

Sin embargo, para el 2013 entró en funcionamiento la primera central de energía solar fotovoltaica en el país con 4160 paneles solares ubicada en la provincia de Imbabura por ser una de las zonas con mayor irradiación solar, ocupando unas 3,5 hectáreas, lo que permitió incrementar la capacidad de generación de energía alternativa no contaminante y mejorando los servicios eléctricos, con una vida útil de 25 años y estimando un aporte energético de 998 KW que fue transformada en electricidad y transferida a la red estatal, lo que contribuyó a la diversificación de la matriz energética nacional, mitigando la producción de gases de efecto invernadero y con beneficios ambientales, además de sociales generando empleo y transferencia tecnológica, indicando de esta manera la apertura desde hace una década a la producción de potencia energética proveniente de energías alternativas inagotables, de fuentes gratuitas y competitivas frente a las fuentes energéticas convencionales y con independencia energética con un 1,49% para pequeñas centrales fotovoltaicas y eólicas que se encuentran repartidas en la geografía nacional, pero principalmente, en la operación de la primera etapa de la Central Villonaco en la ciudad de Loja. También hubo un aporte en el año 2020 de las importaciones internacionales. (MERNNR, 2020).

Ahora bien, con respecto a las centrales de cogeneración el potencial energético que podría obtenerse de 12849.57 T/año de biomasa residual de banano, representaría la cogeneración de 9.94Gwh/año de energía que podrá satisfacer la demanda energética en promedio de 1560 de familias (Aguilar, 2019). Sin embargo, la biomasa se puede generar de otros residuos como el bagazo de la caña

de azúcar, así como de restos inorgánicos del pescado, residuos de ganado, cáscaras de cacao, palma africana, entre otros. Sedimentos de cultivos, eses y vísceras de actividades presentes en el desarrollo económico del Ecuador, por lo que es una fuente altamente aprovechable para generar potencial energético en el país (Castro, 2017).

En lo referente al potencial geotérmico del Ecuador, CELEC EP se encuentra estudiando varios sitios potenciales. Según el Inventario de recursos energéticos del Ecuador con fines de generación eléctrica, 2015, basados en estudios realizados por INECEL y por estudios de CELEC EP, los potenciales máximos son los siguientes:

- Chachimbiro. Potencial estimado 178 MWe.
- Tufiño-Chiles-Cerro Negro (binacional): 330 MWe.
- Chalupas: 283 MWe.
- Chacana-Cachiyacu: 83 MWe.
- Jamanco: 26 MWe.

Ecuador es un potencial productor de biomasa debido a que dispone de ingentes recursos agrícolas, forestales y pecuarios de cuyos desechos se puede obtener suficiente materia orgánica para producir energía limpia y renovable. Su óptimo aprovechamiento dependerá, en gran medida, de la información que se disponga respecto a la localización de dichos recursos, la cantidad de residuos orgánicos disponibles, las condiciones de los cultivos (en el caso de la agricultura) y el potencial calórico determinado. ha identificado tres sectores con potencial bioenergético en el país: en primer lugar el agrícola, con productos como el arroz, banano, cacao, café, caña de azúcar, maíz

duro, palma africana, palmito, piña y plátano. El segundo es el sector pecuario, con las actividades avícola, porcina y vacuna. El tercero es el forestal. Por cada sector, producto y actividad se han trazado mapas detallados en los que consta información georeferenciada y cuantificada (ESIN, 2014).

Fundamentado en el Decreto Ejecutivo No. 146, sobre el Consejo Consultivo de Biocombustibles de la Presidencia de la República integrado por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP), Ministerio de Ambiente (MAE), Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), Ministerio de Economía y Finanzas, la Federación de Azucareros del Ecuador, y la Asociación de Productores de Alcohol del Ecuador, los distribuidores de combustibles del país y la Asociación de Cultivadores de Palma Africana, implementando la estrategia del portafolio sobre el uso de los biocombustibles como una opción de diversificación de las fuentes energéticas y de reducción de la contaminación, especialmente urbana, causada por los combustibles fósiles en el transporte. Las centrales con biomasa (bagazo de caña de azúcar) son: San Carlos, 73,60 MW de potencia efectiva, Empresa San Carlos S.A.; Ecoelectric, 35,20 MW Empresa Ecoelectric S.A.; y, Ecudos A-G, 27,60 MW, Empresa Coazúcar S.A. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2011).

Así mismo muchas empresas han tomado la iniciativa de reutilizar sus desechos como materia prima para generar potencia energética, como es el caso de la empresa pública municipal de aseo de

Cuenca EMAC EP, que en aras de reducir la contaminación atmosférica y aprovechando la descomposición de los desechos orgánicos que se sepultan en las celdas y terrazas debido al proceso y tratamiento del gas metano en el Relleno Sanitario de Pichacay desarrolló un proyecto para el empleo de una planta de biogás de generación de energía eléctrica, en sus dos etapas, de manera comparativa equivaldría a la provisión para 7.300 familias con un consumo de 160 KWh/mes, lo que tendría un beneficio ambiental que equivaldría de manera comparativa, a la reducción de la contaminación generada por aproximadamente 14.000 vehículos livianos, generando 2MW de electricidad por medio de dos motores de combustión, reduciendo la contaminación en aproximadamente 46.000 toneladas de CO₂ equivalente por año (EMAC, 2018).

Aunado, se estima la ejecución del proyecto Pichacay II, como parte del Plan de Expansión de Generación del Sistema Nacional Interconectados 2018-2027, bajo un convenio entre EMAC – GBP, con inversiones entre el Estado y empresa privada en la Provincia de Azuay, Cantón Cuenca. Con un estimado de generación de potencia de 1,00MW equivalente a 3,5 de energía media GWh/año. Además, con la producción energética proveniente de la biomasa, para generar potencial eléctrico, se tendría un recurso s de 18,4 millones toneladas/año que incluye residuos agrícolas, pecuarios y forestales; con los cuales se tendría un potencial energético estimado de 230.959 TJ/año, lo que equivaldría a 12.700 GWh/año. Sin embargo, si se aprovechara el 50% de los residuos mayoritarios existentes en el país como: palma africana, banano y arroz, con un sistema asociado de

almacenamiento; se estima un potencial teórico de aproximadamente 500 MW de generación firme durante todo el año (MDG, 2019).

Aporte energético de las energías alternativas en Ecuador.

La producción de energía eléctrica en el Ecuador, considerando la información en año móvil con corte a septiembre de 2020, alcanzó 31.551,54 GWh, aunque el total proveniente de las energías alternativas fue de 25.562,17 con un incremento de producción del 81% en comparación con lo generado en el 2019 (Figura 2)

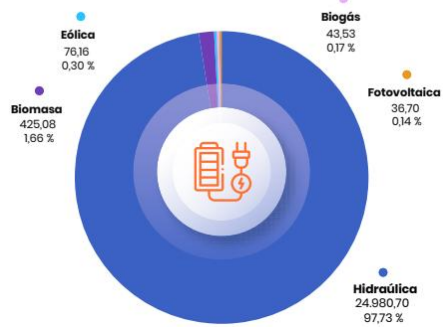
Figura 1. *Energía Bruta producida en Ecuador octubre 2019 – septiembre 2020 (GWh).*

Tipo Energía	Tipo de Central	Sep 2020	2019	Año móvil oct 2019- sep 2020	Composición (%)
Renovable	Hidráulica 	1.967,10	24.640,57	24.980,70	79,17
	Biomasa 	67,26	413,56	425,08	1,35
	Eólica 	8,31	85,53	76,16	0,24
	Biogás 	3,92	41,16	43,53	0,14
	Fotovoltaica 	3,03	37,62	36,70	0,12
Total Renovable		2.049,62	25.218,44	25.562,17	81,02

Nota: Agencia de regulación y control de Energías y recursos naturales no renovables, 2021.

En la composición de energía renovable en año móvil con corte a septiembre de 2020, la más predominante fue la energía proveniente de centrales hidráulicas con 24.980,70 GWh, lo que representó el 97,73 % de la producción de energía renovable (Figura 3).

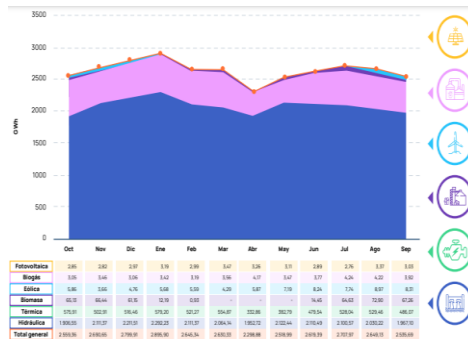
Figura 2. Producción de Energía renovable septiembre 2020 (GWh)



Nota: Agencia de regulación y control de Energías y recursos naturales no renovables, 2021.

Mientras que la producción mensual de electricidad por tipo de fuente, en año móvil con corte a septiembre de 2020 se visualiza en la figura 4, registrándose en enero la mayor producción con 2.895,90 GWh.

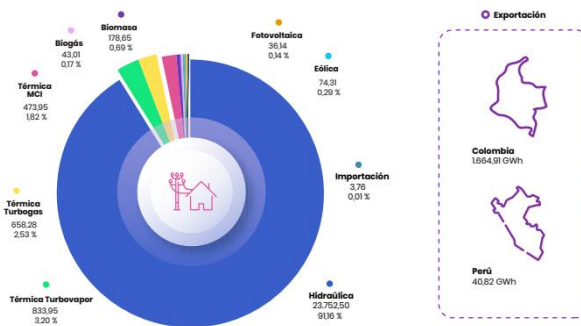
Figura 3. Energía bruta por tipo de fuente (GWh)



Nota: Agencia de regulación y control de Energías y recursos naturales no renovables, 2021.

No obstante, la producción nacional incluye la energía con fines de exportación, el consumo de energía empleado para el cálculo de las pérdidas de energía, difiere de la energía facturada, puesto que para el cálculo de las pérdidas de energía de la empresas eléctricas Centro Sur y Quito, no se considera la facturación comercial, sino el consumo promedio real calculado, metodología que permite obtener el consumo de energía de acuerdo al número de días del mes calendario, esto para que se corresponda con el número de días de la compra de energía, evitándose de esta manera que se presenten distorsiones en los valores de pérdidas de energía (figura 5).

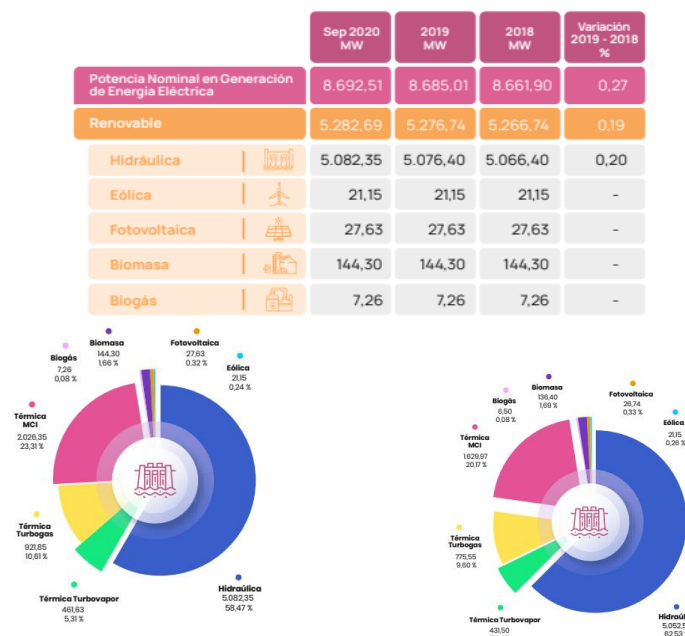
Figura 4. *Potencial energético a exportar (GWh)*



Nota: Agencia de regulación y control de Energías y recursos naturales no renovables, 2021.

Por lo que, el Aporte energético de las energías alternativas en Ecuador según el Balance Nacional de Energía Eléctrica muestra el potencial nominal y efectivo incluyendo la exportación a Perú y Colombia, así mismo la producción e importaciones de las mismas en las siguientes figuras:

Figura 5. Potencial Nominal 2020 (GWh)



Nota: Agencia de regulación y control de Energías y recursos naturales no renovables, 2021.

Figura 6. Potencia Efectiva 2020 (GWh)

	Sep 2020 MW	2019 MW	2018 MW	Variación 2019 - 2018 %
Potencia Efectiva en Generación de Energía Eléctrica	8 080,39	8 072,81	8 048,11	0,31
Renovable	5 243,37	5 237,42	5 227,22	0,20
Hidráulica	5.052,58	5.046,63	5.036,43	0,20
Eólica	21,15	21,15	21,15	-
Fotovoltaica	26,74	26,74	26,74	-
Biomasa	136,40	136,40	136,40	-
Biogás	6,50	6,50	6,50	-

Nota: Agencia de regulación y control de Energías y recursos naturales no renovables, 2021.

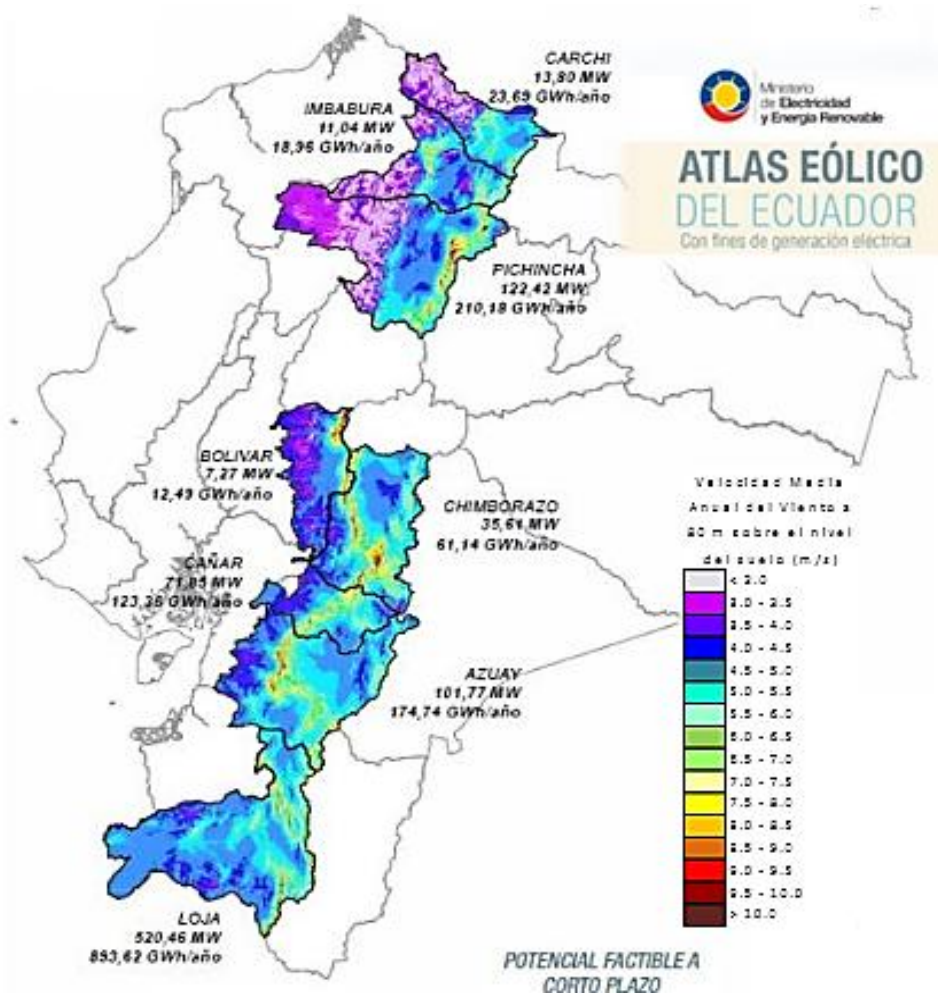
Entorno donde se desarrollan las energías alternativas en el Ecuador

Para seleccionar una ubicación con parámetros ambientales aptos como posibles zonas de generación de potencial energético eléctrico que es el caso de Ecuador, se debe realizar un análisis de recursos a través de una metodología que permita generar mapas para el ordenamiento territorial de las energías alternativas, pudiéndose calcular las áreas visibles para la aplicación del potencial de cada tipo de energía (solar, eólica, hídrica, biomasa) y los territorios viables para la inversión e implementación de estas tecnologías, incluyendo un estudio de eficiencia de red eléctrica para implementar las redes que transmitirán la tensión proveniente del recurso energético que además preserve el ecosistema y suprima las pérdidas de transportación y distribución de la energía (Blanco, 2000).

El potencial-eoloeléctrico que estima la producción eólico toma en cuenta diversos factores que influyen en el comportamiento del viento, como son la rugosidad del terreno, temperatura, densidad del aire, altura y presión atmosférica. El análisis del potencial eólico con fines de generación eléctrica incluye la selección de la potencia del aerogenerador a instalar, los datos de velocidad de viento y los cálculos de densidad de potencia la cual depende variables de las condiciones medio-ambientales del sitio de interés. Contando la nación con un potencial eólico en el Ecuador Continental de 884 MW y en el Insular de 7MW, con una potencia en operación de 21,1 MW en todo el territorio, dividido en 16,5 MW en el área continental y de 4,7 MW en la región insular, con velocidades medias anuales de viento desde 7

m/s, bajo 3000 msnm y con una distancia menor a 10km desde redes de transmisión y carreteras, considerados técnicamente aprovechables.

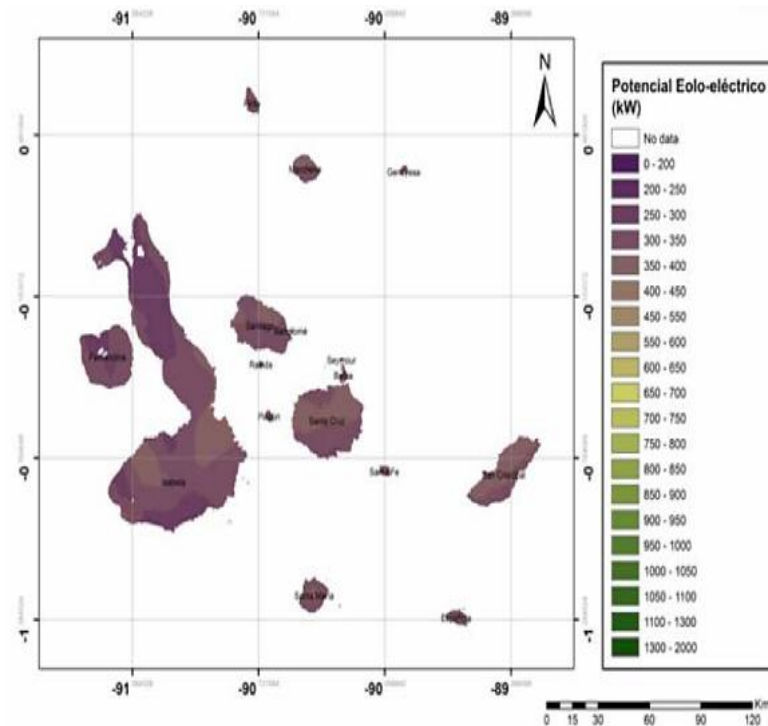
Figura 7. Zonas con recurso eólico en el Ecuador como fuente para generar potencial eléctrico



Nota: MEER, 2015

Siendo Las Islas de Galápagos la primera zona geográfica para la construcción de un sistema generador Eolo-eléctrico (figura 9).

Figura 8. Mapa del potencial Eolo-Eléctrico de las Islas Galápagos.

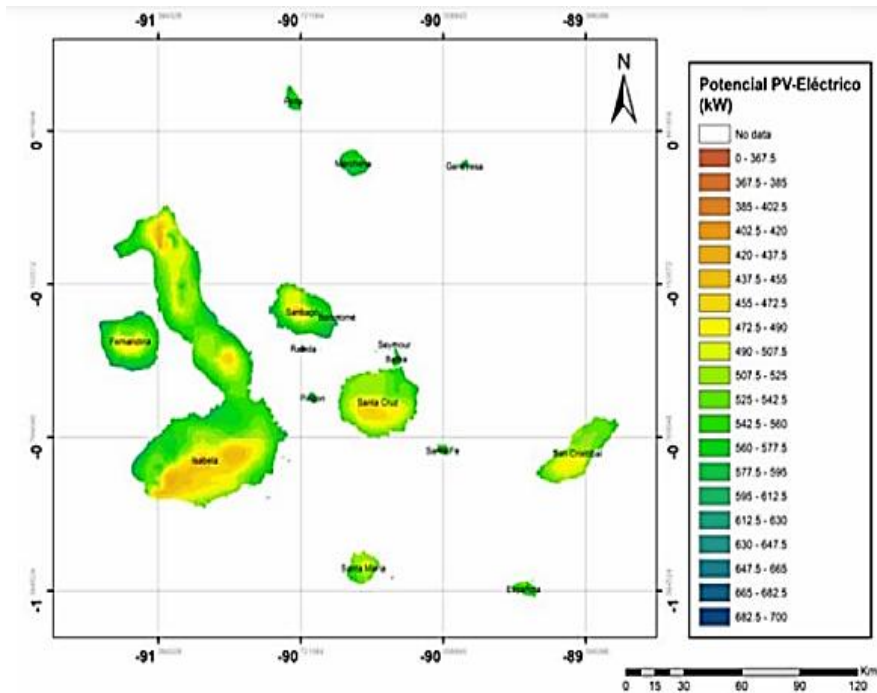


Nota: MERNNR, 2020.

Así mismo sucede con la energía solar fotovoltaica los estudios del recurso solar orientado a parques fotovoltaicos depende del comportamiento de las celdas solares bajo las condiciones ambientales del sitio priorizado. Existen diversos estudios sobre el rendimiento de los paneles fotovoltaicos para niveles de radiación iguales, pero con distintos valores de temperaturas, donde la eficiencia del mismo tipo de celda solar disminuye a medida que incrementa la

temperatura de la celda. Asimismo, el potencial solar fue analizado a partir del mapa de radiación solar provisto por SolarGIS, el mismo que tiene una resolución de 1 km², junto con el método de Osterwald, se logró obtener los rendimientos aproximados de parques fotovoltaicos en las Islas Galápagos (figura 10). Resultando una zona geográfica con parámetros ambientales para generar energía eléctrica provenientes de fuentes eólica y solas, lo que permitió poder producir potencia eléctrica mixta.

Figura 9. *Potencial fotovoltaico de las Islas Galápagos.*



Nota: MERNR, 2020.

Los valores de potencia media para cada 4 hectáreas que es un pixel del mapa, donde los valores se encuentran en el intervalo de 0 a 590 (kW). Con el fin determinar el factor de rendimiento de un parque

fotovoltaico de 2,1 MW, el valor de potencia media debe ser dividido para la capacidad del parque. En las Islas Galápagos el recurso solar más alto se encuentra en las zonas costeras, mientras que el recurso eólico más alto se presenta en las zonas de la Isla de Baltra, Santa Cruz y San Cristóbal, pero con un área inferior de aprovechamiento que, en el caso solar, quedando distribuidos los proyectos energéticos de la siguiente manera:

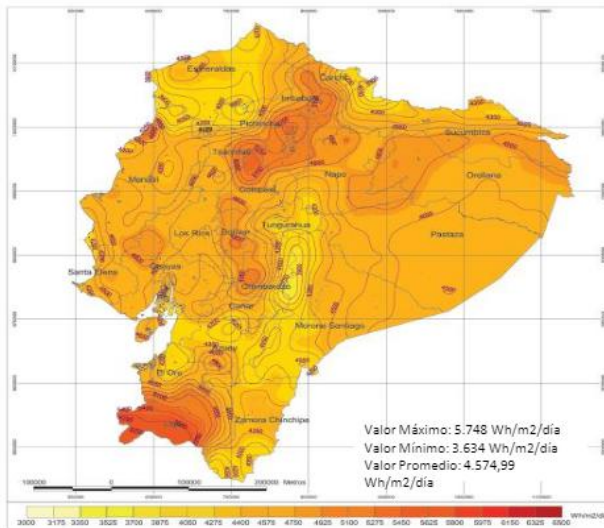
Figura 10. *Proyectos de producción energética en zonas del Archipiélago de Galápagos*



Nota: MEER, 2015

Ahora bien, con respecto al recurso solar Ecuador mantiene niveles de insolación desde 4000 Wh/m²/día considerados tecnológicamente aprovechables como lo muestra la siguiente figura.

Figura 11. *Recurso Solar Ecuatoriano*

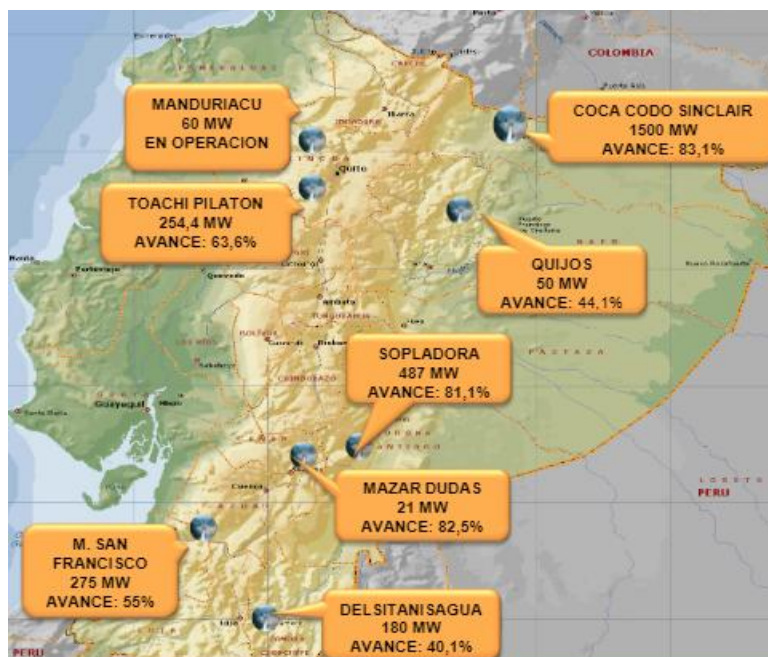


Nota: MEER, 2015

En cuanto al recurso hídrico, una de las propuestas del gobierno ecuatoriano para el cambio de la matriz energética, es la construcción de grandes centrales hidroeléctricas que puedan aprovechar la energía potencial que genere la caída del agua (Castro, 2011). El Ecuador ha dependido desde hace algunos años de la energía hidráulica, siendo su primer proyecto la Central Hidroeléctrica Paute construida entre los años 1976 y 1991, (Castro, 2011) hoy en día el Ecuador cuenta con la construcción de otros proyectos emblemáticos entre ellos Coca Codo Sinclair, Sopladora, Toachi Pilatón, Minas San Francisco, Delsitanisagua, Manduriacu, Quijos, Mazar Dudas, entre otros, algunos de ellos aún se encuentran en ejecución, todos estos proyectos tienen la finalidad de poder satisfacer la progresiva demanda de energía que hay en el país, su generación permitiría duplicar la capacidad instalada en hidroelectricidad del Ecuador (Albornoz, 2013).

A continuación, se expone mapa ecuatoriano en el cual se encuentran localizados los proyectos mencionados:

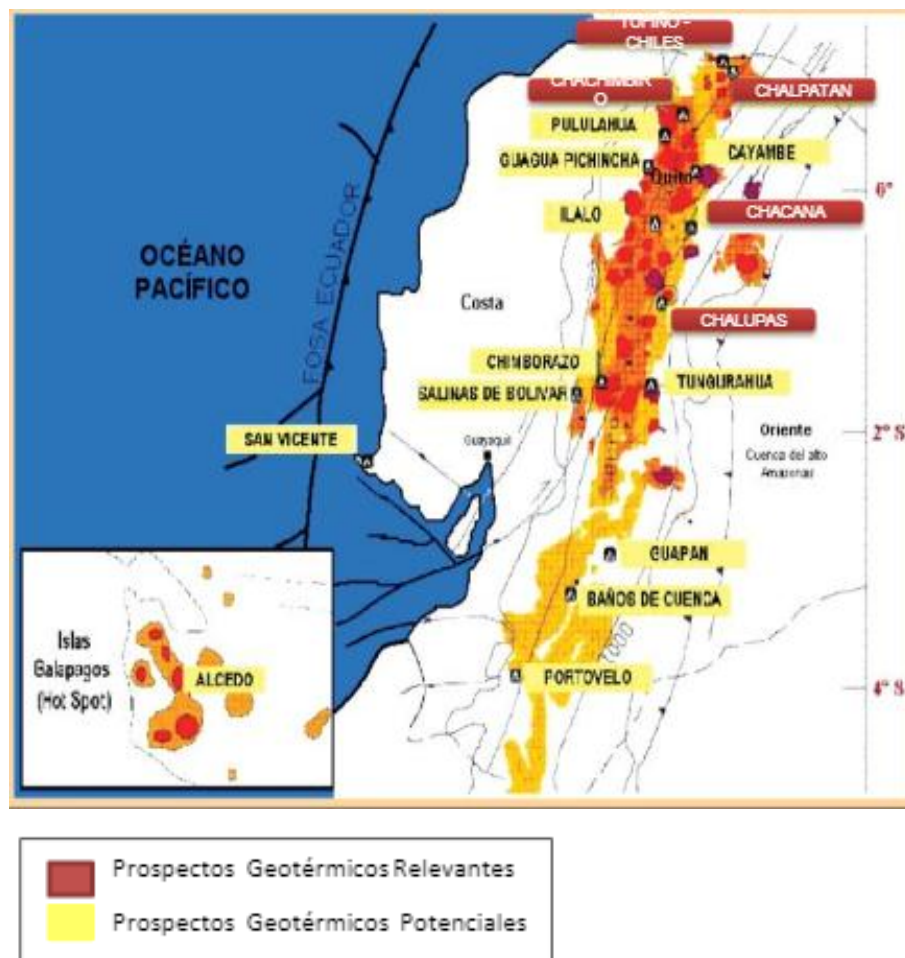
Figura 12. Localización geográfica de los proyectos hidroeléctricos en Ecuador



Nota: MEER, 2015.

En cuanto al recurso geotérmico la nación cuenta con un potencial teórico de 6500 MWe y un potencial estimado prospecto de 1082 MWe, lo que ha permitido desarrollar proyectos en estudio de prefctibilidad de 400MWe como lo muestra la figura 14.

Figura 13. *Prospectos geotérmicos del Ecuador*

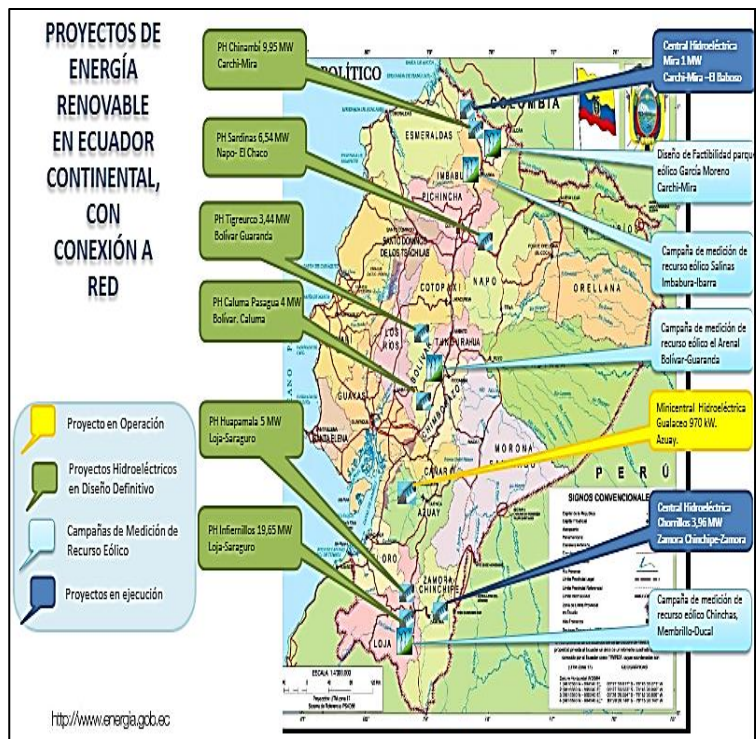


Nota: MEER, 2015

En síntesis, Ecuador es un país con un gran potencial en energías alternativas con un patrimonio en recursos energéticos que pueden mejorar la calidad del ambiente en todo el territorio nacional mitigando impacto climático al disminuir las emisiones de gases efecto invernadero produciendo energía libre de contaminación, es por ello

que hace m's de una década los sectores productivos han experimentado una transición y generado proyectos basados en energías alternativas presentado en la figura 15.

Figura 14. Proyectos de energía renovable en Ecuador



Nota:

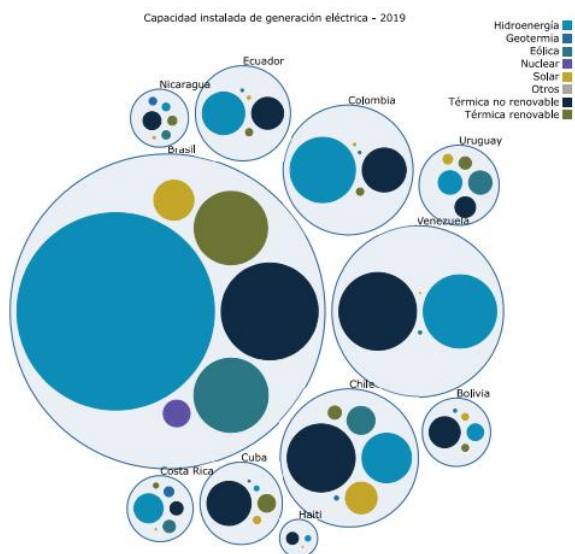
MEER, 2015

Matriz Energética

Latinoamérica es la región más dependiente a nivel mundial de centrales hidroeléctricas, tendencia que puede incrementarse puesto a la explotación del recurso hídrico, actualmente considerado inagotable técnicamente factible por contar con el tecnicismo y mecanismos desarrollados para su procesamiento. Sin embargo, países como

Ecuador, han introducido en su matriz energética las fuentes de energía renovables con proyectos desarrollados y enfocados a la eficiencia energética y preservación del medio ambiente (figura 16).

Figura 15. *Capacidad instalada de generación eléctrica instala en Latinoamérica -2019*



Fuente: Base de datos SieLAC – OLADE (2019).

Ecuador cuenta con una capacidad instalada para generar 8.036,34 MW. Las fuentes de energía primaria que se encuentran dentro de la matriz energética de Ecuador son: petróleo (88%); gas natural (5%); hidráulica (4%); productos de caña (2%); leña (1%) y otras primarias (0,03%) (Balance Energético Nacional, 2020).

La composición de generación de energía eléctrica es de 60,75% de fuentes renovables, principalmente de fuentes hidráulicas con aportes menores de Eólica y Fotovoltaica. Y un 39,25% que proviene de

fuentes no renovables, resultado de esfuerzos en los últimos años de impulsar energía limpia por medio de hidroeléctricas. Sin embargo, Ecuador el desafío de la transformación de la matriz productiva energética se fundamentan en el Plan Nacional del Buen Vivir, incluyendo como componentes:

- El incremento de las energías renovables en la producción nacional, para lo cual debe acelerarse el cumplimiento del Plan Maestro de Electrificación, así como los proyectos de utilización de otras energías renovables como la energía solar, eólica, biomasa y geotérmica.
- Mitigar la importación de derivados del petróleo con construcciones de refinerías para proveer los indicados derivados.
- Reemplazar las exportaciones de petróleo crudo por derivados de mayor valor agregado.
- Diseñar políticas para impulsar nuevas formas de transporte masivo que reduzcan los problemas generados por la emisión del CO² y establecer medidas para disminuir la congestión vehicular que es un problema serio en las grandes ciudades del País.
- Empezar campañas en toda la nación que contribuya a desarrollar una conciencia sobre la necesidad de ahorrar la energía y superar todas las formas de consumo irracional y dispendio.

En Ecuador el desafío del cambio de la matriz productiva y energética se fundamenta en aspectos sociales, económicos y ambientales generados por la alta dependencia presupuestaria del petróleo y explotación de reservas proyectadas a usos futuros pero forzados a su extracción para mantener el financiamiento del Estado. Así mismo, a la incapacidad del sistema nacional de refinar y procesar

el petróleo crudo y el gas, destinados al subsidio de combustible. Otro factor que fundamenta la transformación energética es la contaminación ambiental, como la destrucción y fragmentación de los hábitats, la sobreexplotación de recursos naturales, el cambio climático global, cuyos efectos en el mediano y largo plazo ponen en riesgo la biodiversidad y la calidad de vida de toda la población ecuatoriana.

Finalmente, la eficiencia energética enfocada al empleo racional que hace la población del potencial energético, intencionado a disminuir la energía consumida y los productos o servicios finales que produce la sociedad ecuatoriana, bien sea por medidas preventivas o el empleo de tecnologías apoyadas en fuentes alternativas.

Oferta y demanda energética en Ecuador.

La matriz energética del Ecuador representa el total de la energía demandada y utilizadas por los sectores económicos del país, reflejando la estructura del sector energético de la nación, intencionado a proporcionar las cifras de producción y consumo al Estado, siendo un indicador de tendencias estructurales que orienta la toma de decisiones y el desarrollo de políticas públicas orientadas y proyectadas a la eficiencia energética y disminución de producción energética proveniente de fósiles, y que para el año 2018, la oferta primaria de energía fue de 216.022 miles de barriles equivalentes de petróleo, el 60,10% fue exportado. El 92,18% corresponde a la oferta de energía fósil, mientras que el 7,82% representan a las energías renovables (Mernnr, 2020).

En el 2020, la producción total de energía primaria fue de 203.551 miles de barriles equivalentes de petróleo, que correspondió al 92,50% a la oferta de energía fósil, mientras que el 7,50% representan

a las energías renovables. La producción de petróleo fue de 175.714 kBEP, el 72,07% se exportó y 46.133 kBEP se cargaron a las refinerías para la obtención de derivados que se complementarán con importaciones, cuyo consumo será principalmente en el sector del transporte, industria y construcción (Balance Energético Nacional, 2020).

La hidroenergía será el principal recurso de producción de energía renovable con 17.077 kBEP que, transformada en centrales y autoproductoras, los principales consumidores de electricidad serán; la industria, el residencial y el comercial.

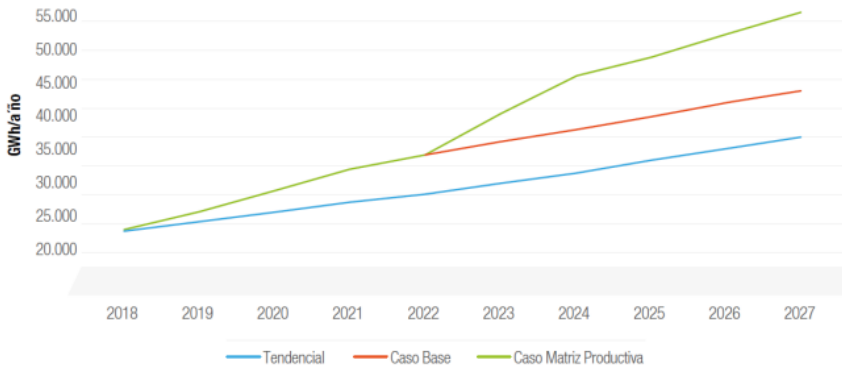
En lo que respecta a la producción de energía secundaria por fuente, en los últimos años los centros de transformación, principalmente refinerías, el energético más producido es el fuel oil, el diésel oil y las gasolinas. Llama la atención el aporte de las centrales eléctricas en la matriz de producción de energía secundaria, pues ha incrementado su participación en la última década. La brecha entre la producción secundaria de energía y la creciente demanda se resuelve mediante la importación de derivados de petróleo, lo cual permite cubrir la demanda interna de los sectores que mayor demanda registran: transporte, industria y residencial (Mernnr, 2021).

Proyección de la demanda y transformación progresiva de la matriz eléctrica nacional

La demanda de energía eléctrica nacional incrementa cada año en Ecuador, por consiguiente, el Estado y sus instituciones sectoriales, con base en la proyección creciente de demanda, deben establecer medidas que aseguren su adecuado abastecimiento, cumpliendo así con los criterios de confiabilidad, calidad, economía y menor afectación

ambiental establecidos en el PME 2018-2027, mostrándose en la figura 17 la proyección anual de la demanda de energía.

Figura 16. *Proyección de la demanda de energía anualizada 2018-2027*



Nota: Fuente Mernnr (2020)

La proyección de la demanda máxima de potencia. La demanda máxima de potencia del SNI, para el 2027 la proyección tendencial requerirá 5.500 MW, el Caso Base necesitará 7.000 MW y el Caso Matriz Productiva requerirá 8.500 MW. En esta última proyección (FIGURA 2), se aprecia un despunte a partir del 2022, pues se espera la incorporación paulatina de industrias básicas que requerirán un aumento en la capacidad de potencia (Mernnr, 2020).

Fundamentación Legal

El uso de Energías alternativas en pro de la sostenibilidad del ambiente y la mejora de la calidad de vida de las personas, está contemplado en la Constitución de la República del Ecuador (CRE, 2008). Al igual, que en la Ley Orgánica de Eficiencia Energética (LOEE, 2019).

En tal sentido, la CRE (2008) establece los siguientes artículos:

Artículo 14: se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, y declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Artículo 15: señala que corresponde al Estado promover, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, así como que la soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Artículos 313 y 314: definen a la energía en todas sus formas como un sector estratégico del cual el Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar; y determina que el Estado garantizará su provisión basada en principios de eficiencia, responsabilidad, accesibilidad y calidad, entre otros.

Artículo 395 numeral 1: señala que el Estado debe garantizar un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Artículo 408: contempla que el Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía, preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad.

Artículo 413: el Estado debe promover la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto.

Por otro lado, la Ley Orgánica de Eficiencia Energética (LOEE, 2019) establece:

Artículo 1: específica, que su objetivo es establecer el marco legal y régimen de funcionamiento del Sistema Nacional de Eficiencia Energética (SNEE), y promover el uso eficiente, racional y sostenible de la energía en todas sus formas, a fin de incrementar la seguridad energética del país; al ser más eficiente, aumentar la productividad energética, fomentar la competitividad de la economía nacional, construir una cultura de sustentabilidad ambiental y eficiencia energética, aportar a la mitigación del cambio climático y garantizar los derechos de las personas a vivir en un ambiente sano y a tomar decisiones informadas. El ámbito de esta Ley se circunscribe a todas las actividades de carácter público o privado, institucional o particular, para las que se efectúe una transformación y/o consumo de energía de cualquier forma y para todo fin. El Plan Nacional de Desarrollo debe contemplar, dentro de sus procesos y lineamientos, elementos destinados específicamente a la política nacional de eficiencia energética y al uso racional de la energía.

Artículo 3 de la LOEE sobre los Principios declara que, en materia de eficiencia energética, son principios de la presente Ley, todos los que emanan de la Constitución de la República, de los instrumentos internacionales ratificados por el Ecuador, de leyes de la materia y los contemplados en esta Ley.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde el año 2012 se promueve la tendencia del uso de energías alternativas en la República del Ecuador generando biocombustible de primera generación (alcohol anhidro carburante) a partir de la caña de azúcar para la incorporación a la formulación de la gasolina “EcoPaís” con un contenido del 5% en su composición, distribuido en Guayas, Santa Elena, Los Ríos, El Oro, Manabí, Esmeraldas, Azuay, Cañar, Loja y Zamora Chinchipe, propiciado por la existencia aproximada de 104.660 hectáreas de caña de azúcar y aunado a cantidades masivas de terrenos óptimos para incrementar el cultivo enfocado a la fabricación del recurso y proporcionar beneficios tangibles menos destructivos.

En el Ecuador, el objetivo del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables es que, para el 2020, el 86 % de la electricidad provenga de generación hidroeléctrica, y un 2% por tecnologías renovables no convencionales (1 % solar y eólica, 1 % biomasa). El resto se espera que provenga de energía termoeléctrica e importaciones (9 % y 3 %, respectivamente) (MEER, 2008).

Evidenciándose que, a pesar de los altos costos de producción, las energías generadas de sistemas convencionales ejercen un rol protagónico en la República. Aunque, desde el año 2006, se han establecido políticas implementadas en la nación para la implementación de energía renovables (Tabla 3).

Tabla 3. *Categorías de políticas establecidas en el Ecuador*

Price Setting and Quantity	Tarifa regulada	R, I
Forcing	Objetivos nacionales	R, I
Policies (precio y cantidad)	Mecanismos de mercado	R, I

Cost Reduction Policies (reducción de Costos)	Incentivos financieros	I
Public Investments and Market Facilitation (inversion pública)	Fomento a la inversión pública Investigación y desarrollo Información y protección de localidades	I R I

Nota: R: Regulación; I: Incentivo (en función de lo establecido en la legislación ecuatoriana). Fuente: CEPAL, OLADE y GTZ, 2000.

En el Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico (noviembre de 2006), no solo se mantiene dicho compromiso, sino que se define como energías renovables no convencionales a la energía eólica, biomasa, biogás, fotovoltaica, geotérmica y otras de similares características, y las provenientes de pequeñas centrales hidroeléctricas. También se indica que el Estado fomentará el uso de recursos no convencionales, algo que se ratifica en la recientemente aprobada Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (enero, 2015). Resumiéndose en la tabla 4 algunos mecanismos implementados en la nación durante el periodo 2008-2015, manteniéndose en el periodo actual con ciertas variaciones.

Tabla 4. *Políticas públicas implementadas*

Año	Política	Mecanismo	Descripción
2008	Constitución de la República, 28/07	Objetivos nacionales	El Estado promoverá en el sector público y privado el uso de las tecnologías ambientales limpias y alternativas, no contaminante y de bajo impacto.
	Mandato constituyente N.º15 R.O. No 393. 31/07	Fomento inversión pública	Pautas para el cambio del modelo del sector eléctrico ecuatoriano. Indicando que el Estado es accionista mayoritario del sector. Establece que el FERUM financiará con recursos del presupuesto general del Estado.
	Estudio sobre matriz energética. Mayo 2008	Objetivos Nacionales	Establece que el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables es que, para el 2020, el 86 % de la electricidad provenga de generación hidroeléctrica, y un 2%

			por tecnologías renovables no convencionales (1 % solar y eólica, 1 % biomasa)
2009	Plan Nacional del Buen Vivir 2009 - 2013. 05/11	Objetivos Nacionales	Diversificación de la matriz energética nacional promoviendo una mayor participación de energías renovables no convencionales
***	Plan maestro de Electrificación 2009-2020. Resolución No. 099/095 de noviembre.	Objetivos Nacionales	Propiciar el desarrollo de generación basada en fuentes renovables. Se hace referencia a la resolución 009/06 y a la reglamentación para el uso de fondos FERUM en la promoción de energías alternativas. Como política ambiental, mitigar el cambio climático, fomentando el desarrollo de proyectos eléctricos con tecnologías alternativas no contaminantes.

2011	Tratamiento para la energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales. Regulación No. CONELEC-004/11, resolución No. 023/11, 14 de abril.	Tarifa regulada.	Actualización de la Regulación No. CONELEC-009/06. Estableciendo requisitos, precios, periodo de vigencia, despacho para la energía eléctrica a entregada al Sistema Nacional Interconectado y sistemas aislados, por los generadores que utilizan fuentes renovables no convencionales (eólica, biomasa, biogás, fotovoltaica, geotermia y centrales hidroeléctricas de hasta 50 MW). Determina la forma en que serán despachados este tipo de generadores (hasta 6 % del total podrá ser despachada).
2012	Creación del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables,	Investigación y desarrollo	Instituto adscrito al MEER para el estudio, fomento, innovación y difusión de la eficiencia

	Decreto Ejecutivo No. 1048 R.O. No. 649, 28 de Febrero		energética y la energía renovable.
	Plan Maestro de Electrificación 2012-2021, Resolución No. 041/012 de Junio	Objetivos nacionales	Se establece como política, el fomento y construcción de proyectos de generación, priorizando la inversión en fuentes renovables y limpias. Se prevé tres centrales eólicas que suman 46,5 MW, así como dos proyectos geotérmicos de 50 y 30 MW para el 2017 y el 2019.
2013	Constitución de la República R.O. No. 442, 20 de Octubre de 199, 24 de junio	Objetivos nacionales	Reestructurar la matriz energética bajo criterios de transformación de la matriz productiva, inclusión, calidad, soberanía energética, sustentabilidad, con incremento de la participación de energía renovable.
	Participación de los generadores de energía producida	Tarifa regulada	Actualización de la Regulación No. CONELEC – 004/11.

	de recursos energéticos no convencionales.		Regulación No. CONELEC – 01/13, Resolución No. 010/13, 21 de mayo	Establece el tratamiento para la participación de generadores, con energías renovables no convencionales, en el Sector Eléctrico ecuatoriano (generación eólica, termoeléctrica, corrientes marinas, biomasa, biogás, geotérmica, e hidroeléctricas menores a 50 MW). Incluye precios preferentes. Se excluye a la energía solar fotovoltaica.
2015	Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica	Objetivos nacionales		Promoción y ejecución de planes y proyectos con fuentes de energías renovables, donde el Estado debe desarrollar mecanismos específicos, siendo el MEER la entidad que promoverá un sistema eléctrico sostenible,

sustentado en los recursos renovables (energía solar, eólica, geotérmica, biomasa y otras).

Nota: Hitos de los mecanismos de Promoción de las Energías Renovables en el Ecuador, (Barragán y Espinoza, 2015).

Es notable, que en el Ecuador existe una estructura establecida encargada de la gestión del sistema eléctrico, comprendida según la ley de régimen del sector eléctrico (2019) por el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), La Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE), la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL), el Ministerio Electricidad y Energía Renovable (MEER), las Empresas Eléctricas Concesionarias de Generación, Empresas Eléctricas Concesionarias de Transmisión y Empresas Eléctricas Concesionarias de Distribución y Comercialización, con normativas bien enmarcadas en aras a mitigar el consumo energético tradicional, impulsando a la transición energética proveniente de fuentes de energía alternativas.

Sin embargo, el impulso ecológico hacia la preservación del medio ambiente, amparado en La Constitución de la República, normando ampliamente en su sección segunda y en otras normas contenida en la misma, el principio fundamental de proteger por parte del Estado el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable, permite evidenciar que en la provincia de Esmeraldas no

se han diseñado planes de acción fundamentados en las políticas públicas energéticas para potenciar el uso de las energías alternativas.

Incumpliendo con el compendio de leyes de cumplimiento necesario para fortalecer el sistema energético nacional, entre ellas el Artículo 413 que expone, “el Estado tomará las medidas orientadas a promover en el sector público y privado el uso de tecnologías limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto”.

Mientras que el Artículo 414, El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica, tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo. Y la Ley orgánica de eficiencia energética, estableciendo en su artículo 17, ahorro y uso eficiente de energía, a nivel nacional, todo consumidor de energía debe velar permanentemente porque sus consumos estén enmarcados en el uso racional de la energía, y adaptar sus comportamientos de consumo, orientándolos al ahorro energético, sin que esto signifique disminuir sus condiciones de confort y producción.

Así pues, la implementación de políticas, proyectos decretados y desarrollados aportan información de las debilidades y fortalezas del sector energético del país, así como también la oferta, la demanda y transformación de las materias primas como fuentes energéticas, intencionadas a cuantificar y representar las energías primarias y secundarias del Ecuador. A su vez, las cifras resultantes, contribuyen a definir medidas enfocadas al incremento óptimo energético y sustentable, las fuentes primarias de energía, las estructuras de

consumo en el sector transporte, comercial y residencial orientadas a la eficiencia energética.

Por otro lado, las energías renovables se han incluido como fuentes primarias energéticas; sin embargo, el petróleo sigue liderizando la demanda energética, siendo el transporte el sector con mayor consumo en la matriz energética. Para el año 2019, la matriz energética del Ecuador estuvo conformada por gas natural correspondiente al tercer energético con el 4,4% y la hidroelectricidad con el 6,8% en segundo lugar y de primer lugar el petróleo con 86,3% en demanda Balance Energético Nacional, (2019). No obstante, las energías renovables han sido componente de la matriz energética desde el año 2008 y su incremento se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 5. *Energías alternativas como componentes de la matriz energética 2010-2020*

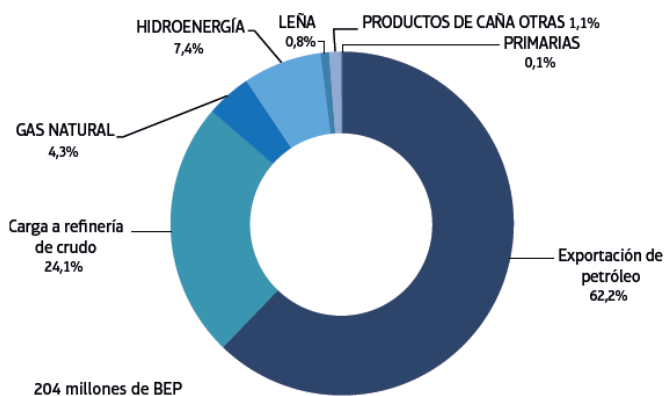
Tecnología	Tasa anual del crecimiento o actual	Tasa anual de crecimiento o requerida	Estado de producción año 2010	Estado de producción año 2020
Biocombustible	18%	7%	2.54 EJ	5.04 EJ
Biomasa (electricidad)	7%	4%	54 GW	82 GW
Hidroelectricidad	5%	2%	900 GW	1219 GW
Fotovoltaica	60%	19%	21 GW	126 GW
Eólica	27%	12%	195 GW	575 GW
	-1.3%	-0.6%	3.73 MJ	3.81 MJ

Eficiencia energética en manufactureras				
Geotérmica	4%	7%	11 GW	21 GW
Nuclear	3%	4%	430 GW	512 GW
Solar térmica (electricidad)	8%	50%	0.8 W	42 W

Nota: Fuente Balance Energético Nacional (2010,2020)

Observándose un incremento de producción de energía de fuentes renovables desde el año 2010 al 2020 en la matriz energética ecuatoriana. Sin embargo, desde la inclusión de las energías alternativas como fuentes de producción han transcurrido catorce años y la demanda energética para el año 2019 es del 2% manteniéndose igual para el 2020 (figura 18).

Figura 17. Oferta energética primaria



Nota: Balance Energético Nacional, 2020

La oferta energética nacional, amparada en políticas públicas y enfocada a la eficiencia energética, energías sostenibles, sustitución y disminución de energías de origen fósiles, han sido poco aprovechadas, considerando el horizonte energético proyectado legalmente por el gobierno del encuentro en diversificar la matriz energética nacional con la ejecución de proyectos de generación para abastecer la demanda energética nacional priorizando los recursos renovables como fuentes alternativas y promoviendo la inversión extranjera con premisas en bloques de energías alternativas, gas natural y el sistema de transmisión nororiental eléctrico (Ministerio de Energía y Minas, 2021).

Contradiendo la Ley Orgánica de eficiencia energética que declara la participación de los sectores relacionados con la producción energética a la promoción y ejecución de planes y proyectos con fuentes de energías renovables, y el establecimiento de mecanismos de eficiencia energética en todo el territorio nacional, integrando las autoridades de los Ministerios del Ambiente, Agua y Transición Ecológica; Transporte y Obras Públicas; Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca; Economía y Finanzas; Desarrollo Urbano y Vivienda; Energía y Minas; así como, de la Asociación de Municipalidades; Comité Empresarial Ecuatoriano y de la Asamblea del Sistema de Educación Superior, intencionado al trabajo participativo orientado al uso eficiente, racional y sostenible de la energía, en todas sus formas, como elemento clave en el desarrollo de una sociedad solidaria, competitiva en lo productivo y preocupada por la sostenibilidad económica y ambiental, con la finalidad de desarrollar proyectos energéticos que mitiguen el consumo de energía,

persiguiendo de esta manera la eficiencia energética en todo el territorio nacional (LOEE, 2019).

E incluso, el plan nacional de eficiencia energética, en su marco legal, establece el cumplimiento, las obligaciones de los sectores regulados, los mecanismos para la promoción y difusión de energía y el régimen de derecho, garantías y responsabilidades, fomentando de esta manera, la aplicación de sistemas de gestión de energías e industrias ecuatorianas, que en el periodo 2010-2020 las energías primarias y secundarias, reflejando así iniciativa en incrementar las fuentes de energías alternativas en la matriz energética del ecuador (figura 19).

Figura 18. *Matriz energética de producción nacional (energías primarias 2010, 2019 y 2020)*

Energía Primaria	Unidades	2010	2019	2020
Producción Total de Energía	kBEP	195.559	223.368	203.551
	kBEP	177.713	194.107	175.714
Producción Total de Petróleo	kBBL/año	177.447	193.816	175.451
	kBBL/día	486	531	481
	kBEP	122.811	137.253	126.632
Exportación Total de Petróleo	kBBL/año	122.627	137.048	126.442
	kBBL/día	336	375	346
	kBEP	9.063	9.737	8.668
Producción Total de Líquidos y Gas Natural	MPC	53.517	57.495	51.185
	kBEP	5.351	15.282	15.077
Producción de Hidroenergía	GWh	8.636	24.664	24.333
	kBEP	2.234	1.689	1.629
Producción de Leña	kt	861	651	628
	kBEP	1.196	2.328	2.231
Producción de Productos de Caña	kt	912	2.063	1.847
	kBEP	2	226	231
Producción de Otras Energías Renovables	kBEP	80.974	87.188	75.251
Carga total a Centros de Transformación	kBEP	54.504	56.100	46.133
Carga a Refinería	kBBL	54.422	56.016	46.064

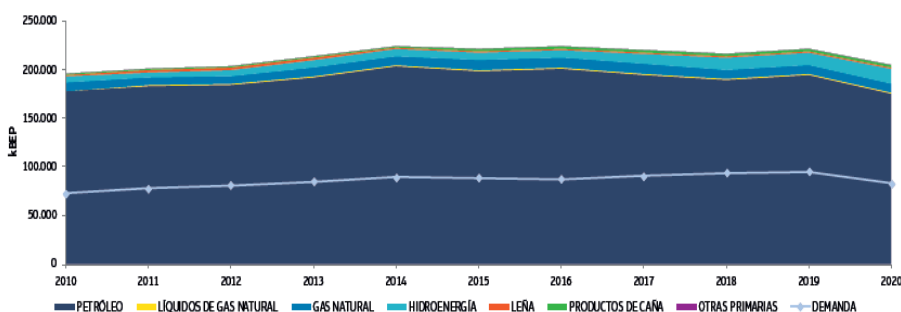
Nota: Balance Energético Nacional, 2020.

Reflejando, que la participación de las fuentes primarias es menor que la proveniente de derivados fósiles, no obstante, se evidencia un incremento en la oferta y demanda provenientes de fuentes alternativas primarias en un 118% desde el año 2010 al 2020,

sin embargo, el principal suministrador nacional se deriva del recurso hídrico. Mientras que en exportaciones energéticas, el Ecuador mantiene su principal suministro de fuentes fósiles con importaciones derivadas del petróleo para el abastecimiento sectorial (Balance Energético Nacional, 2020).

Finalizando el periodo 210-2020, según la matriz energética, la producción energética proveniente de fuentes alternativas como la caña decreció un 4,2%, aunque el potencial eólico, fotovoltaico y biogás, incrementó 2,4% en comparación con el año 2019 (figura 20).

Figura 19. Evolución de la energía primaria



Nota: Otras primarias representan el potencial fotovoltaico, eólico y biogás. Balance energético nacional, (2020).

Obteniendo de esta manera disminución en la producción primaria generada por el petróleo con un 9,5% y gas natural con un decrecimiento con 10,9%. Indicando, que del 100% de energía producida en la nación, el 86,3% fue del petróleo, 4,3% lo conformó el gas natural y 9,4% de fuentes hídricas y alternativas, lo que permite inferir que actualmente el Ecuador genera producciones energéticas de

fuentes convencionales, sin expandir el potencial energético generado por energías alternativas, representado en la siguiente tabla.

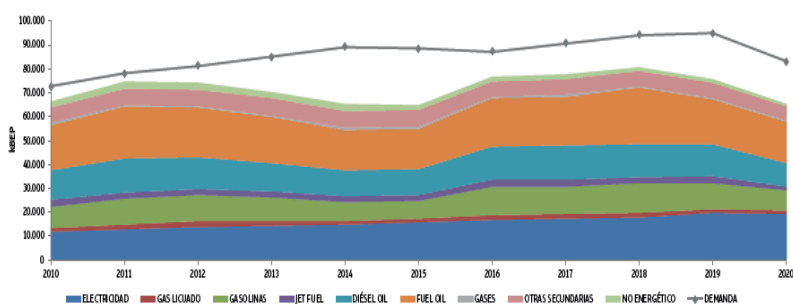
Tabla 6. Producción de Fuentes de Energías Alternativas 2019-2020

Energías Alternativas	2019	2020	Var. (%) 2020/2019	Var. (%) promedio anual
Eólica	52,99	47,77	-9,8	36,5
Solar	23,31	23,40	0,4	105,4
Aceite de Piñón	0,22	0,14	-36,2	-3,9
Biomasa	149,15	159,83	7,2	34,7

Nota: Balance Energético, (2022)

En cuanto a la producción de energías secundarias, la demanda energética en el periodo 2010-2020 superó su producción, implicando la necesidad de importación de energéticos secundarios para abastecer la demanda (figura 21).

Figura 20. Evolución de producción de energía secundaria (kBEP)

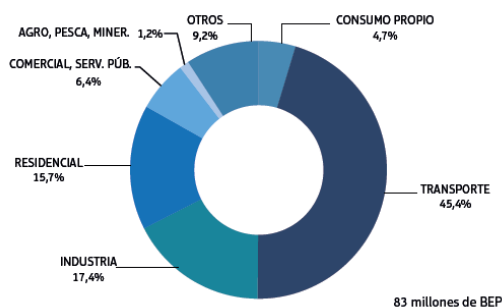


Nota: Balance Energético Nacional, (2020)

Con una reducción del 1,7%, lo que implica que disminuyó su producción de 66,5 millones de BPE a 65,35, siendo la principal fuente

de energía secundaria producida el fuel oíl con 27,1%, seguido por la electricidad con 22,3%, diésel con 17,4% y gasolinas con 14,0%. Así pues, para el 2020, la demanda de energías secundaria en Ecuador presentó una reducción del 12,4% con respecto al 2019 en los sectores económicos nacionales (figura 22).

Figura 21. *Demanda energética por sector.*



Nota: Balance Energético Nacional, (2020).

En resumen, la producción de fuentes energéticas secundarias, se pueden sintetizar en la siguiente figura.

Figura 22. *Producción de Fuentes de energías secundarias*

Energía Secundaria		0	0	0
Producción Total de Energía	kBEP	66.517	75.743	65.362
Producción de Electricidad	kBEP	12.088	20.003	19.361
Producción de Electricidad	GWh	19.510	32.284	31.248
Potencia Efectiva Nacional	MW	4.757	8.073	8.095
Producción de Diésel	kBEP	12.226	11.060	9.827
Producción de Diésel	miles gal	512.716	547.708	412.112
Importación de Diésel	kBEP	19.960	21.429	18.644
Importación de Diésel	miles gal	837.063	898.674	781.888
Producción de Gasolinas y Naftas	kBEP	8.916	11.022	8.577
Producción de Gasolinas y Naftas	miles gal	419.160	518.172	403.210
Importación de Gasolinas y Naftas	kBEP	10.879	18.241	13.605
Importación de Gasolinas y Naftas	miles gal	511.459	857.651	639.581
Producción de GLP	kBEP	1.566	1.398	1.393
Producción de GLP	miles kg	205.248	183.197	182.560
Importación de GLP	kBEP	6.295	8.142	8.320
Importación de GLP	miles kg	825.041	1.067.048	1.090.491
Producción de Otras Secundarias(1)	kBEP	31.720	30.259	24.709

Nota: (1) Incluye jet fuel, fuel oíl, gases de refinería, etanol, biogás, no energéticos, y otros productos de petróleo y gas. Balance Energético, (2020).

Así mismo se muestra el consumo de energía, sin incluir el consumo propio en la figura a continuación.

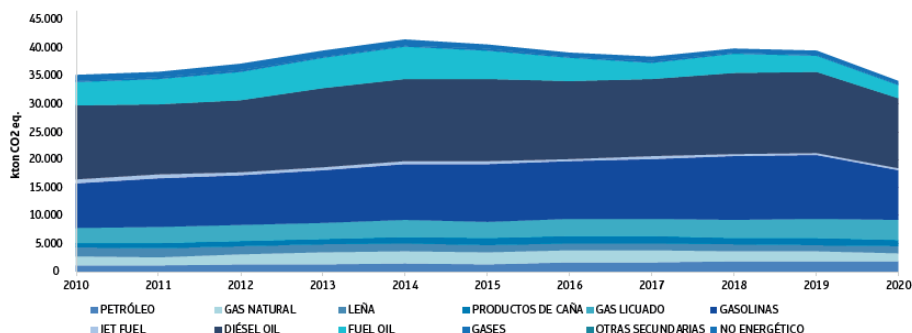
Figura 23. *Consumo energético nacional 2019-2020*

Consumo de Energía (2)				
Consumo Total de Energía	kBEP	67.887	90.381	79.194
Consumo energético sector transporte	kBEP	30.246	46.423	37.744
Consumo energético sector industrial	kBEP	12.756	14.941	14.445
Consumo energético sector residencial	kBEP	10.602	12.686	13.003
Consumo energético de otros sectores (3)	kBEP	14.283	16.330	14.001
Consumo de Electricidad	kBEP	10.094	15.995	15.749
	GWh	16.291	25.816	25.418
Consumo de Diésel	kBEP	22.207	29.560	25.365
	miles gal	931.276	1.239.654	1.063.716
Consumo de Gasolinas y Naftas	kBEP	19.208	27.869	21.889
	miles gal	902.982	1.310.158	1.029.026
Consumo de GLP	kBEP	7.183	9.339	9.435
	miles kg	941.471	1.224.022	1.236.515
Consumo de Jet Fuel	kBEP	1.585	844	575
	miles gal	69.460	36.983	25.220
Consumo de Fuel oil	kBEP	1.910	1.789	1.680
	miles gal	77.841	72.927	68.477

Nota: (3) Incluye Agro, Pesca, Comercial, Servicios, y Otros. Balance Energético Nacional, (2020).

Como ventaja de la tendencia productiva del potencial energético del Ecuador al incorporar las energías alternativas como componente de la matriz energética, ha sido la disminución de Gases de Efecto Invernadero (GEI, que en el transcurso del periodo comprendido entre 2010 y 2020 presentó una reducción de 35.152 kton CO² eq. a un valor de 34.076 kton CO² eq, lo cual representa una disminución de 3,1% (figura 25).

Figura 24. Evolución de las emisiones de GEI por fuente (kton CO₂ eq.)



Nota: Balance Energético Nacional, (2022).

Notándose una reducción significativa en el 2020 con respecto al año 2019, lo que permite resaltar que el gobierno del Ecuador, si bien cierto ha incorporado la expansión de las energías alternativas como componentes de la matriz energética nacional e incrementado la producción energética derivada de energías alternativas, mitigando el impacto ambiental nacional. Sin embargo, continúa con una matriz energética de oferta y demanda dependiente altamente del petróleo.

PLAN DE ACCIÓN PARA PROMOVER EL USO EFICIENTE DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL ECUADOR.

Objetivo: Promover de manera eficiente el uso de las energías alternativas en el Ecuador																
Acción	Institución	Meses													Producto	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Macro																

Instaurar una comisión nacional reguladora garante de evaluar las potencialidades energéticas geográficas en provincias y municipios.																		Fortalecimiento institucional
Vincular las empresas tanto del sector público y privado con requerimientos sustentables, garantes de hacer valer las normativas sobre eficiencia energética establecidas en el marco legal de la nación.																		Programa de sustitución y modernización.

Impulsar en la industria y empresas de ingeniería el diseño e implementación de proyectos con innovación tecnológica con criterios de energías alternativas y eficiencia energética, mediante asistencia técnica, cofinanciamiento, capacitaciones y regulaciones.													Normas de calidad y políticas públicas.
Generar un proyecto donde se establezca la factibilidad y ventajas de apoyado en el													Plan detallado, con cronograma y responsables definidos, aprobado en las debidas

marco legal constituyente sobre los beneficios de generar energía proveniente de fuentes alternativas.													instancias.
Implementación del plan de comunicación sobre las ventajas de implementar en todos los sectores productivos energías alternativas.													Plan de comunicación social implementado
Coordinar los sistemas de monitoreo de calidad y precios con la adopción de energías alternativas.													Sistema de monitoreo de calidad y formación de precios ajustado
Micro													

Sector Residencial													
Promover el uso racional de los energéticos mediante diseños de mecanismos que impulsen una red de distribución eléctrica proveniente de energías alternativas.													Gestión del consumo energético.
Establecer los estándares mínimos de eficiencia energética con tecnologías de iluminación más eficiente para el sector residencial.													Programa de iluminación residencial eficiente.
Sector Transporte													
Clasificar en una base de datos los vehículos													Programa de etiquetado vehicular

en livianos y pesados.														
Impulsar capacitaciones o programas de información con técnicas de conducción eficiente.														Mejorar la eficiencia del sistema vehicular .
Fomentar la eficiencia energética en pequeñas y medianas empresas de transporte de carga mediante asistencia técnica.														Mecanismos de eficiencia energética vehicular en empresas .
Sector Comercial y Servicios														
Promover e incorporar las energías alternativas enfocadas a los parámetros ambientales y recursos														Mecanismos de eficiencia energética implementado energías alternati vas.

naturales con potencialidades energéticas.														
Certificar con información confiable en relación al rendimiento energético de los artefactos eléctricos como herramienta efectiva y responsable para su adquisición.														Ampliar el etiquetado de eficiencia energética.
Incorporar artefactos de alumbrado público sistematizados que generen energía eléctrica proveniente de fuentes														Mecanismos de eficiencia energética en vías y lugares públicos.

alternativas.																
Social																
Desarrollar campañas masivas de comunicación sobre los beneficios de la energías alternativas como potencial energético .																Plan de comunicación social.
Desarrollar aplicaciones didácticas e interactivas diseñadas para públicos en general sobre los beneficios de energía generada por fuentes alternativas.																Sensibilización hacia el potencial energético de fuentes alternativas.

Promover la integración de energías alternativas en el sistema educativo.																Incorporación de contenidos específicos sobre fuentes alternativas de energía en mallas curriculares y pensum universitarios.
Promover la investigación y desarrollo sobre energías alternativas.																Incentivar mediante el apoyo de centros de investigación estudios relacionados a las energías alternativas.
Implementar el consumo energético proveniente de energías alternativas en Ecuador.		A definir													Abastecimiento	

CONCLUSIONES

En el Ecuador el 86% de la producción energética depende del petróleo y del sistema hidroeléctrico, porcentaje que ocasiona estrés en la intensidad energética del país, afectando al cambio climático, promoviendo la generación de gases de efecto invernadero (GEI) como el metano (se estima que las represas son las responsables de 1.3% de las emisiones globales de GEI), contribuyendo más al calentamiento climático por la emisión de dióxido de carbono (CO₂) y estimulando la fragmentación del hábitat, alterando el ecosistema y la biodiversidad. Por lo que se implementaron políticas para generar energías de fuentes renovables alternativas con regulación de tarifas de consumo, fomentando a la investigación, desarrollo y protección de localidades con mecanismos energéticos sostenibles sustentados en los recursos renovables y reestructurando la matriz energética bajo criterios de transformación de la matriz productiva, inclusión, calidad, soberanía energética, sustentabilidad, con incremento de la participación de energías alternativas.

Sin embargo, el consumo energético proveniente de los sistemas principales y convencionales de abastecimiento de energía (centrales hidroeléctricas y petróleo) ha sido proporcional al incremento poblacional del país, repercutiendo en transmisiones energéticas deficientes e insuficientes, y accionando medidas emergentes como el proyecto 230 KV ejecutado en la provincia de Esmeraldas sin considerar los parámetros ambientales existentes para implantar algún proyecto que genere potencia energética proveniente de energías alternativas, pese a que en el año 2020 existió el 47.77% de

incremento en la producción energética procedente de la energía eólica, el 23,40% proveniente de la energía solar y el 159,83% de biomasa, mostrando la iniciativa en medidas para impulsar el uso de energías alternativas como generadoras de potencial energético aunque insuficientes para el consumo nacional, debido a que la reducción fue de 1,7% del consumo según el balance energético nacional. Reflejado también en la producción de BPE que se redujo de 66,5 millones a 65,35, siendo la principal fuente de energía secundaria producida el fuel oil con 27,1%, seguido por la electricidad con 22,3%, diésel con 17,4% y gasolinas con 14,0%. Así pues, para el 2020, la demanda de energías secundaria en Ecuador presentó una reducción del 12,4% con respecto al 2019 en los sectores económicos nacionales, que para el 2020 el sector residencial manifestó un 15,7% en consumo, el industrial un 17,4%, el sector transporte reflejó un 45,4%, siendo el más elevado por depender de combustible; y el comercial y servicios públicos un 6,4%.

Situación que contrapone a la tendencia nacional en registrarse bajo las normativas establecidas en la Constitución de la República y en las diversas leyes a favor del financiamiento de mecanismos que generen energías alternativas, contradiciendo también al objetivo principal de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética en alcanzar la optimización en el uso y consumo energético en los sectores relacionados con la oferta y demanda de energía. No obstante, a nivel macro, se logró disminuir la producción primaria petrolera con un 9,5% y gasífera natural un 10,9%. Aunque, continúa posicionado el

consumo energético proveniente del petróleo con un 86,3% del 100% consumido en la nación.

Bajo el mismo enfoque se encuentran las propuestas políticas públicas generadas por el Ministerio de Energía y Minas, en atención a los mandatos del Decreto Ejecutivo Nro. 238, orientadas a procurar una mayor eficiencia en el aprovechamiento de las fuentes de energía por parte de los consumidores o usuarios finales. De igual manera, La Ley Orgánica de Eficiencia Energética declara de interés nacional y como política de Estado, el uso eficiente, racional y sostenible de la energía, en todas sus formas, como elemento clave en el desarrollo de una sociedad solidaria, competitiva en lo productivo y preocupada por la sostenibilidad económica y ambiental, decretado aplicable en el ámbito nacional, intersectorial e interinstitucional; para lo cual, se estableció como objetivo principal, alcanzar la optimización en el uso y consumo energético en los sectores relacionados con la oferta y demanda de energía, cumpliendo de esta manera, con los principios fundamentales de la Constitución de la República, el Pacto Nacional de Transición hacia la descarbonización, el marco legal normativo de impulso a la eficiencia energética; así como también, los instrumentos internacionales ratificados por el Ecuador, como son el Acuerdo de París bajo la Convención del Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, principalmente.

Permitiendo que en el Ecuador exista tendencia productiva del potencial energético al incorporar las energías alternativas como componente de la matriz energética, contribuyendo en la mitigación de

gases de efecto invernadero con una reducción de 35.152 kton CO² eq. a un valor de 34.076 kton CO² eq, lo cual representó una disminución de 3,1% entre el periodo 2010 – 2020 con un incremento en producción para el año 2020 de 5.04 EJ de biocombustible, de 82 GW de biomasa (electricidad), 126 GW de fotovoltaica, 575 GW de eólica, 21 GW geotérmica y 42 W de energía eléctrica proveniente de las radiaciones solares, destacando los beneficios que fundan la implementación de leyes ambientales como componentes de la matriz energética, la cual debe proyectarse hacia todo el territorio nacional.

De esta manera, la formulación de un plan de acción desde el aspecto macro, donde se tome en consideración el fortalecimiento institucional, los programas de sustitución y modernización, las normas de calidad y políticas públicas, así como también, se describa un plan detallado, con cronograma y responsables definidos, aprobado en las debidas instancias y planes de comunicación social implementado que promuevan sistema de monitoreo de calidad y formación de precios ajustado, servirán como refuerzo a la formación de una cultura de eficiencia energética.

Todo esto bajo una visión más cerca de los usuarios y consumidores inmediatos, los cuales serán los que tendrán la responsabilidad desde lo micro; tanto en sectores residenciales a través de la gestión del consumo energético y programa de iluminación residencial eficiente. Sin dejar a un lado, al sector transporte, cuyo aporte estaría dado por medio de programa de etiquetado vehicular, mejorar la eficiencia del sistema vehicular y mecanismos de eficiencia energética vehicular en empresas, contribuyendo no solo a la eficiencia

energética en el Ecuador, sino también a la gestión ambiental de sus recursos naturales.

Para finalizar con los sectores socioeconómicos donde los planes de acción deben estar orientados a mecanismos de eficiencia energética implementando energías alternativas para ampliar el etiquetado de eficiencia energética desde monitoreo de sistemas de eficiencia energética en vías y lugares públicos, que inviten a la sociedad a un cambio de cultura energética mediante propuestas de planes de comunicación social donde exista la sensibilización hacia el potencial energético de fuentes alternativas y la incorporación de contenido específicos sobre fuentes alternativas de energía en mallas curriculares y pensum universitarios, con la finalidad de incentivar mediante el apoyo de centros de investigación, estudios relacionados con las energías alternativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Internacional de Energía (AIE, 2019). *World energy Outlook 2019*. <http://bcn.cl/2f4ns>
- Agencia Internacional de Energías Renovables [IRENA] (2020). *La energía renovable puede facilitar una recuperación resiliente y equitativa*.
<https://www.irena.org>
- Agencia de regulación y control de Energías y recursos naturales no renovables (2021). Panorama Eléctrico. Edición 2.
<https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/2da-Edicion-Panorama.pdf>
- Aguilar, D. (2019). Hoy en día muchos estudios salen a flote con respecto a la biomasa para la generación de energía. Cabe recalcar que los residuos sólidos urbano pueden ser aprovechados en para la cogeneración de energía.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18090/1/UPS-CT008600.pdf>
- Albornoz, E. (27 agosto de 2013). Ecuador usa 15% de su potencial hidroeléctrico. El Telégrafo.
<http://www.telegrafo.com.ec/economia/item/ecuador-usa-15-desu-potencial-hidroelectrico.html>
- Banco de la República - Colombia (s.f.). Producto interno bruto (PIB).
<https://www.banrep.gov.co/es>
- Barragán, R., y Llanes, E. (2020). La generación de energía eléctrica para el desarrollo industrial en el Ecuador a partir del uso de las energías renovables. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 24(104), 36-46.
- Blanco, C. (2000). Los mapas de las energías renovables.
[/www.cubasolar.cu/energia/Energia19/HTML/articulo03.htm](http://www.cubasolar.cu/energia/Energia19/HTML/articulo03.htm), 2000.
- Castro, B. (2017). Generación de energía a partir de bagazo de caña de azúcar para el Ingenio Zucarsa S.A. Guayaquil - Ecuador: Universidad Espíritu Santo.

- Castro, M. (2011). Hacia una Matriz Energética Diversificada en Ecuador. CEDA, 128-57.
- Centro Nacional de Control de Energía. (2015). Administración de gestión. Recuperado de http://www.cenace.org.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=53
- Chanataxi, H., Montalván, M., Santillan, J. (2021). Centrales hidroeléctricas del Ecuador. Observatorio de Electricidad <https://observatorioelc.ister.edu.ec/2021/04/26/centrales-hidroelectricas-del-ecuador/>
- Constitución de la República del Ecuador (2008, 20 de octubre). Asamblea Constituyente. Registro Oficial 449. <https://guiaosc.org/constitucionecuador2008/>
- Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC), 2019. Manabí tendrá la Central de Energía Fotovoltaica más grande del país. <https://www.celec.gob.ec/enerjubones/index.php/sala-prensa/noticias/123-manabi-tendra-la-central-de-energia-fotovoltaica-mas-grande-del-pais#:~:text=El%20Aromo%20es%20un%20nuevo,la%20producci%C3%B3n%20de%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica>
- Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC), 2016. Proyecto Planta de Biogas. <https://emac.gob.ec/servicios/planta-de-biogas/>
- ESIN CONSULTORA S.A. (2014). Atlas Bioenergético de la República del Ecuador. <https://www.mediafire.com/file/17dz5lbnwloiea6/ATLAS+BI+OENERGETICO+DEL+ECUADOR.zip>
- Fundación Endesa (2022). La energía. <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/que-es-la-energia>
- Loaiza, V. (2018). Crecimiento económico y el uso de energía sustentable y no sustentable: un enfoque del caso ecuatoriano usando técnicas de cointegración. *Revista Killkana Sociales*,

- 2(3), 75-86.
https://doi.org/10.26871/killkana_social.v2i3.326
- Ministerio de Energías y Minas (MINEM), 2022. Central Eólica “Villonado”. <https://www.recursosyenergia.gob.ec/central-eolica-villonaco/>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2015. Proyectos de Energías Renovables en el Ecuador. <https://docplayer.es/9841578-Proyectos-de-energia-renovable-en-el-ecuador.html>
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables (MERNNR), 2020. Informe de sistematización de Audiencia Pública 2020. <https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/Informe-de-Sistematizacion-de-Rendicion-de-Cuentas-MERNNR-2020-1.pdf>
- Ministerio de Gobierno (MDG), 2019. Plan de Expansión de Generación de Energía. <https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/4.-EXPANSION-DE-LA-GENERACION.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2011. Estado del Arte y Novedades de la Bioenergía en el Ecuador. <https://www.fao.org/3/as418s/as418s.pdf>
- Ortiz, L., Cuétara, L., Cartay, R., y Labarca, N. (2020). Desarrollo y crecimiento económico: Análisis teórico desde un enfoque cuantitativo. *Revista de Ciencias Sociales*, XXVI (1) 233-253.
- Ordoñez N., Mantilla, J., Ordoñez, M., et al. (2020). Sostenibilidad ambiental para el desarrollo económico en Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 5(12), 803 – 812. DOI:10.23857/pc.v5i12.2892
- Sistema de Información Energética de Latinoamérica y el Caribe - Organización Latinoamericana de Energía (sieLAC-OLADE, 2019). Capacidad instalada de generación eléctrica. <https://sielac.olade.org/WebForms/Reportes/InfogramaCapacidadInstaladaElectricidad.aspx?or=606&ss=2&v=3>

- Vivanco, E. (2020). *Energías renovables y no renovables*. https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29102/1/BCN_Energia_renovable_y_no_renovable_ventajas_y_desventajas_final.pdf.
- Yagual, A., Mite, M. y Proaño, S. (2019). Efecto del crecimiento económico del sector logístico sobre el Producto Interno Bruto en Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXV (3), 186-199.



El análisis del uso de energías alternativas como componente de la matriz energética en Ecuador es fundamental para comprender la transición hacia un modelo de desarrollo más sostenible y autosuficiente. Este libro examina el papel de fuentes de energía renovables como la solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica y biomasa en la estructura energética del país, evaluando su potencial, beneficios y desafíos. Además, explora el impacto de estas energías limpias en la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles y contribución en la lucha contra el cambio climático.

Una obra esencial para estudiantes, investigadores, formuladores de políticas públicas y cualquier persona interesada en el futuro energético del Ecuador.

