

ENERGÍAS RENOVABLES EN ECUADOR: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS EN LA DIVERSIFICACIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA

Raúl Jamin Barrios Avelino¹

<https://orcid.org/0009-0009-8589-7876>

Angelo Ariel Espinoza Zamora²

<https://orcid.org/0009-0005-0374-8502>

Víctor Javier Garzón Montealegre³

<https://orcid.org/0000-0003-4838-4202>

Recebido: 17.06.2025

ACEITO: 13.08.2025

Publicado: 15.01.2026

Como citar: Barrios Avelino, R., Espinoza Zamora, A., Garzón Montealegre, V. (2026). Energías renovables en ecuador: oportunidades y desafíos en la diversificación de la matriz energética. *Sapientiae*, 11(2), 165-175.

www.doi.org/10.37293/sapientiae112.01

RESUMEN

A partir de un análisis de las oportunidades y desafíos que enfrenta Ecuador en la diversificación de su matriz energética, el país presenta un alto potencial para generar energía solar, eólica y de biomasa, aunque su matriz actual está dominada por la hidroenergía y los derivados del petróleo. La metodología utilizada para este estudio fue de tipo cualitativa y exploratoria, e incluyó una revisión bibliográfica de estudios científicos y planes gubernamentales. A pesar del potencial, se han identificado varios desafíos, como la falta de planificación estratégica, un marco regulatorio deficiente y una escasa inversión tanto pública como privada. El estudio concluye que, para lograr una transición energética eficiente, es crucial fortalecer las instituciones, establecer políticas públicas claras e impulsar incentivos para el desarrollo de tecnologías limpias. Estas acciones son necesarias para mejorar la sostenibilidad y la resiliencia energética del país frente al cambio climático y la volatilidad en el suministro de energía. Si bien la energía hidroeléctrica es la principal fuente de electricidad en Ecuador, cubriendo el 80% del suministro, esta dependencia hace al país vulnerable a fenómenos climáticos como las sequías, lo que ha llevado a crisis energéticas y racionamientos. La diversificación es vista como una necesidad para garantizar la seguridad energética y reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

Palabras clave: Energías renovables; matriz energética; hidroeléctricas; energía eólica.

Energias renováveis no Equador: Oportunidades e desafios na diversificação da matriz energética

RESUMO

Com base em uma análise das oportunidades e desafios que o Equador enfrenta na diversificação de sua matriz energética, o país apresenta alto potencial para geração de energia solar, eólica e de biomassa, embora sua matriz atual seja dominada por energia hidrelétrica e derivados de petróleo. A metodologia utilizada neste estudo foi qualitativa e exploratória, incluindo uma revisão bibliográfica de estudos científicos e planos governamentais. Apesar desse potencial, vários desafios foram identificados, como a falta de planejamento estratégico, um marco regulatório deficiente e investimentos públicos e privados limitados. O estudo conclui que, para alcançar uma transição energética eficiente, é crucial fortalecer as instituições, estabelecer políticas públicas claras e promover incentivos para o desenvolvimento de tecnologias limpas. Essas ações são necessárias para melhorar a sustentabilidade e a resiliência energética do país diante das mudanças climáticas e da volatilidade do fornecimento de energia. Embora a energia hidrelétrica seja a principal fonte de eletricidade no Equador, cobrindo 80% do fornecimento, essa dependência torna o país vulnerável a fenômenos climáticos como secas, o que levou a crises energéticas e racionamento. A diversificação é vista como uma necessidade para garantir a segurança energética e reduzir a dependência de combustíveis fósseis.

Palavras-chave: Energia renovável; matriz energética; energia hidrelétrica; energia eólica.

¹ Universidad Técnica de Machala. Machala – Ecuador. rbarrios1@utmachala.edu.ec

² Universidad Técnica de Machala. Machala – Ecuador. aespinoza20@utmachala.edu.ec

³ Universidad Técnica de Machala. Machala – Ecuador. vgarzon@utmachala.edu.ec

Renewable energy in Ecuador: Opportunities and challenges in diversifying the energy matrix

ABSTRACT

Based on an analysis of the opportunities and challenges Ecuador faces in diversifying its energy mix, the country presents high potential for generating solar, wind, and biomass energy, although its current mix is dominated by hydropower and petroleum derivatives. The methodology used for this study was qualitative and exploratory, including a bibliographic review of scientific studies and government plans. Despite this potential, several challenges were identified, such as a lack of strategic planning, a deficient regulatory framework, and limited public and private investment. The study concludes that, to achieve an efficient energy transition, it is crucial to strengthen institutions, establish clear public policies, and promote incentives for the development of clean technologies. These actions are necessary to improve the country's energy sustainability and resilience in the face of climate change and energy supply volatility. Although hydropower is the main source of electricity in Ecuador, covering 80% of the supply, this dependence makes the country vulnerable to climatic phenomena such as droughts, which has led to energy crises and rationing. Diversification is seen as a necessity to ensure energy security and reduce dependence on fossil fuels.

Keywords: Renewable energy; energy matrix; hydroelectric power; wind power.

Introducción

Las energías renovables, como la solar, eólica e hidráulica, son recursos catalogados como inagotables que han sido fundamentales para el desarrollo humano a lo largo de la historia (Correa et al., 2016). En contraste con la dependencia de los combustibles fósiles, el aprovechamiento de estas fuentes es crucial para combatir el cambio climático y promover la sostenibilidad.

En el caso de Ecuador, el descubrimiento de pozos petroleros generó una fuerte dependencia hacia este recurso, convirtiéndolo en la principal fuente de energía no renovable del país. Como resultado de esto, el desarrollo de otras energías renovables, que podrían actuar como sustitutos, ha sido limitado. La matriz energética ecuatoriana, aunque compuesta por diversas fuentes como la hidroeléctrica, eólica, solar y de biomasa, mantiene una escasa diversificación. Tal como señalan Chamorro y Mera (2025), la generación de electricidad depende principalmente de las centrales hidroeléctricas, lo que la hace vulnerable a fenómenos climáticos como El Niño y los consecuentes períodos de sequía. Esta dependencia, a su vez, ha llevado a racionamientos energéticos y ha generado impactos económicos significativos, evidenciando la fragilidad estructural del sistema.

Ante este panorama, la transición hacia energías renovables se presenta como una solución clave para garantizar la seguridad energética y la resiliencia del país. No obstante, las inversiones en proyectos de diversificación de la matriz energética han sido muy escasas (Guamán, 2017), lo que demuestra la deficiencia de alternativas limpias.

Cabe acentuar que, aunque las energías provenientes de fuentes naturales mantienen la línea de cuidado al medio ambiente, siendo esenciales para combatir problemáticas como el calentamiento global y los gases de efecto invernadero (Barrón et al., 2021), la contribución de estas en el país sigue siendo marginal. La falta de inversión, las limitaciones tecnológicas y las políticas energéticas insuficientes impiden un mayor desarrollo. Por consiguiente, fortalecer las energías renovables permitiría no solo reducir la dependencia de la hidroelectricidad, sino también construir un sistema más estable, diversificado y resiliente frente a la crisis actual.

A continuación, se presentan los conceptos fundamentales y técnicos sobre las diferentes energías renovables, su funcionamiento, limitaciones y políticas públicas, obteniendo de esta forma un panorama más comprensible acerca la temática propuesta.

Fuentes de energías renovables con potencial energético

La energía renovable hace referencia a su obtención mediante fuentes naturales, siendo un recurso natural que se reabastece con el tiempo. El concepto se lo considera como inagotable por su alta capacidad de regeneración, siendo aprovechada de diferentes maneras mediante la tecnología y diversos recursos para así obtener de manera más detallada e industrial estas energías verdes (Hidrovo, 2019).

El uso generalizado de recursos como la energía hidroeléctrica, solar y eólica ha permitido que cada país desarrolle su propio sistema de producción energética. Por lo tanto, una capacidad de instalación de energías renovables amplia y diversificada es un pilar fundamental para lograr la autosuficiencia académica (Ortega et al., 2022).

La energía hidráulica es obtenida mediante energía potencial y cinética de las masas de aguas que son transportadas por los ríos o el deshielo de los glaciares (Galbán et al., 2023). Representadas en generadores o represas, la energía hidráulica se usa en su mayoría para producir energía eléctrica ya que esta es de

rendimiento muy alto a diferencia con las demás fuentes de energía.

De hecho, cabe acentuar que la energía hidroeléctrica es la principal fuente de generación de electricidad del Ecuador. Según Llanes y Guastay (2020), el país ocupa el quinto lugar a nivel mundial en términos de generación de energía renovable, siendo la hidroeléctrica la más importante. Entre 2009 y 2017, Ecuador aumentó su capacidad hidroeléctrica en un 20%, consolidando un sistema que cubre el 71% de la producción eléctrica del país. Este crecimiento es parte de la estrategia del gobierno para cambiar la matriz energética y apuntar a reducir el uso de combustibles fósiles y su impacto en el medio ambiente. Además, se ha demostrado que la energía hidroeléctrica ahorra 200 ml de combustible fósil por cada kWh de electricidad generada, lo que contribuye significativamente a la sostenibilidad ambiental.

Otra de las energías renovables de mayor potencial es la solar que se sustenta a partir del efecto fotovoltaico; este efecto permite que ciertos materiales semiconductores generen una corriente eléctrica cuando se exponen a la luz solar. Las células solares, están formadas por semiconductores que liberan electrones cuando se exponen a la luz solar y generan una corriente eléctrica. Mediante este proceso, la energía solar se convierte directamente en electricidad, convirtiéndose en una fuente de energía limpia y renovable. En zonas con alta radiación solar, como las regiones tropicales, la instalación de sistemas fotovoltaicos es particularmente efectiva y útil para satisfacer las necesidades energéticas de manera sostenible (Rodríguez et al., 2020).

En Ecuador, la alta radiación solar en los trópicos ofrece un gran potencial para la implementación de esta tecnología. Según el libro “Energías Renovables en el Ecuador: Situación Actual, Tendencias y Perspectivas” (Peláez y Espinoza, 2015), la energía solar es un recurso importante en el Ecuador debido a los altos niveles de radiación solar durante todo el año. Potencial para la introducción de sistemas fotovoltaicos en la región. Sin embargo, el desarrollo de esta fuente de energía está limitado por la falta de incentivos económicos y la necesidad de un marco regulatorio más sólido para fomentar su adopción.

Prosiguiendo con la línea expositiva, se vuelve fáctico hacer mención a la energía eólica que acorde a Párraga et al. (2019) permite generar electricidad a través de turbinas eólicas. En Ecuador se han identificado regiones como Loja y Manabí con gran potencial para este tipo de proyectos. Un ejemplo notable es el parque eólico de Villonaco, que se beneficia de las buenas condiciones de viento de la región.

La central eólica de Villonaco, de 16.5 MW de potencia, está ubicada en la provincia de Loja. Este proyecto fue uno de los primeros de su tipo en el Ecuador continental, enfatizando que su construcción comenzó en 2011 y entró en operación comercial el 2 de enero de 2013. Hasta el año 2022, la central ha aportado al sistema nacional 676,20 GWh (gigavatio hora) de energía. Villonaco cuenta con 11 aerogeneradores de 1.5 MW cada uno, los cuales se extienden a lo largo de aproximadamente 2 km en la cumbre del cerro del mismo nombre (Ministerio de Energía y Minas del Ecuador [MINEM], 2022).

Ecuador enfrenta varios desafíos para aprovechar la energía eólica, como la necesidad de una importante inversión inicial y de una infraestructura adecuada para conectar los parques eólicos a la red nacional. Sin embargo, estudios han demostrado que las condiciones del viento en las provincias de Loja y Manabí son muy adecuadas para la generación de energía eólica. Esto convierte al recurso en una opción viable para mejorar la seguridad energética y promover el desarrollo sostenible del país (Uvidia y Masaquiza, 2023).

Finalizando con esta sección, se hace énfasis a la biomasa que consta de cualquier material de origen orgánico no fosilizado con múltiples usos, el primer uso se da en base a la alimentación, y el segundo uso se constituye como la materia prima para las industrias como la farmacéutica, cosmética o textil. La biomasa contiene características fisicoquímicas que la convierten en una fuente de gran utilidad llamado la atención para su aprovechamiento energético (López et al., 2024).

En Colombia, la biomasa residual de la agricultura, la ganadería y la silvicultura es una fuente importante de energía renovable. El estudio de Pérez et al. (2023) analizó el potencial energético de diferentes tipos de biomasa en el país, incluyendo residuos de cultivos como caña de azúcar, café y arroz. Los resultados sugieren que la gasificación de biomasa podría satisfacer una parte significativa de las necesidades de electricidad del país, facilitando la transición hacia fuentes de energía más sostenibles y ayudando a reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

Para reconocer el aporte de este tipo de energías en la producción eléctrica ecuatoriana, se hace alusión a la figura 1:

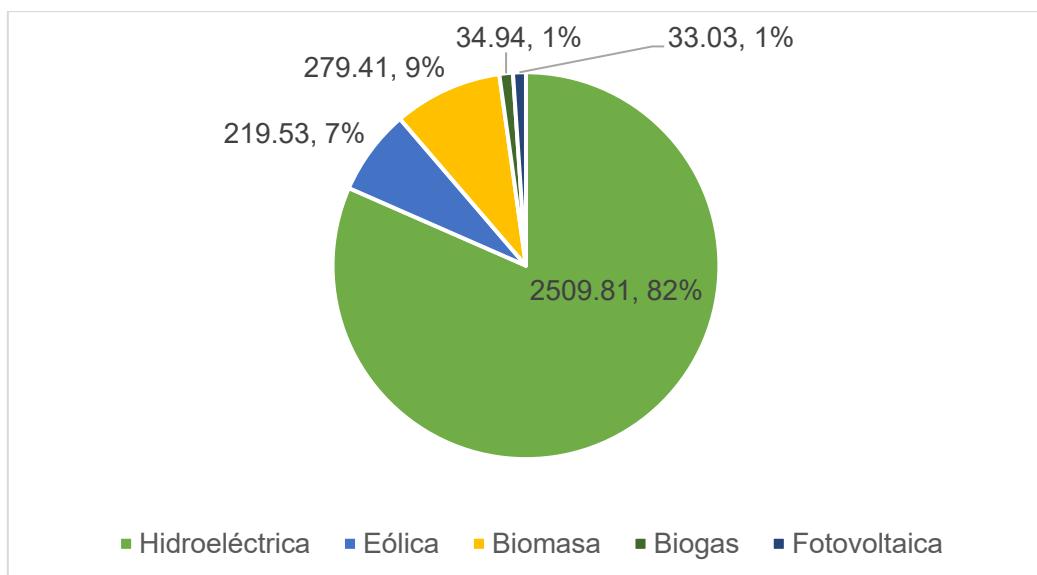


Figura 1. Producción energética Bruta por tipo de generación, 2024 (GWh).

Nota: Operador Nacional de Electricidad – CENACE (2025).

Como se expone en la figura 1, para el año 2024, la energía hidroeléctrica aportó en un 82% a la generación de electricidad, lo que confirma la fuerte dependencia nacional hacia este tipo de energía. Muy por debajo, se encuentran otro tipo de energías, por ejemplo, en segundo y tercer lugar se posicionan la biomasa (9%) y la energía eólica (7%) que como sus porcentajes de generación indican, no representan un aporte sustancial a la matriz eléctrica. En adición, el biogás (1%) y energía fotovoltaica (1%) presentan un aporte prácticamente nulo a la generación eléctrica, lo que refleja la escasa diversificación energética del país.

Políticas y Desafíos de la matriz energética en Ecuador

Existen varios motivos para promover la inversión y el uso eficiente de la energía, entre estas se encuentra el impulsar las políticas de eficiencia energética a largo plazo, marcando la competitividad y cuidados de las economías nacionales, los problemas ambientales y también el calentamiento global (Pazmiño, 2020).

La crisis energética en Ecuador, señalada por Sáenz (2024), se atribuye a una excesiva dependencia de los combustibles fósiles. Para superar esta situación, la presente investigación propone un marco de acción que incluye fortalecer las instituciones, establecer políticas públicas claras e impulsar incentivos para el desarrollo de tecnologías limpias, fortaleciendo energías potenciales como la solar y eólica.

Según Vélez et al. (2024), el país ecuatoriano ha implementado una serie de estrategias en materia política para mejorar la eficiencia energética e incrementar la inversión en energías renovables. En este contexto, se destacan estrategias tales como el desarrollo de un marco normativo y legal robusto alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente con el ODS 7, que busca promover el uso de energías renovables y garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos. La Constitución de 2008 y diversas leyes y planes, como la Ley Orgánica de Eficiencia Energética y el Plan Nacional de Eficiencia Energética, son fundamentales para esta transición. En adición, el país ha actualizado su Plan Maestro de Electricidad para impulsar inversiones en energías renovables no convencionales por cerca de USD 2.200 millones.

En Ecuador, el marco normativo ha incorporado iniciativas destinadas a garantizar el cumplimiento de los estándares de eficiencia energética establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). Una de estas propuestas consiste en implementar mecanismos de control y fiscalización que promuevan la aplicación sostenida y el mejoramiento progresivo de las directrices relativas a climatización, energías renovables y eficiencia energética. Como parte de esta estrategia, se plantea que los trámites de permisos de construcción incluyan (en sus memorias técnicas) documentación detallada sobre cálculos de consumo energético, análisis del comportamiento de los materiales y valores de transmisión térmica de los componentes de la edificación (Pazmiño, 2020).

La medida anteriormente mencionada tiene como objetivo principal asegurar que los proyectos se ajusten a criterios técnicos robustos desde su fase inicial. Adicionalmente, esta iniciativa ha impulsado una regulación más estricta en el ámbito de las energías renovables no convencionales, contribuyendo a una ejecución más eficiente de los proyectos de inversión en este sector y reduciendo con ello el riesgo de

pérdidas económicas asociadas a implementaciones deficientes.

Las fuentes de energía son de gran importancia en caso de desarrollo y crecimiento del país, ya que es utilizada de diferentes modos como el transporte, iluminación entre otras. Esta demanda masiva es la causante de generar contaminación a gran escala con las emisiones de dióxido de carbono.

La integración de las diferentes tecnologías de generación en las energías no convencionales está en constante limitaciones por parte de falta de planificación, falta de financiamiento y políticas públicas que incentiven la inversión hacia estos proyectos, así poder superar las barreras impuestas por la falta de institucionalidad y una escasa seguridad jurídica para este tipo de procesos (Arias et al., 2022).

Las pérdidas eléctricas acorde a Pérez y Schweickardt (2021) se presentan por la mala distribución de estos sistemas y se clasifican en dos tipos:

- Las pérdidas técnicas dependen netamente de los transformadores, redes secundarias e iluminación y dependen de las características en cuanto a las redes de distribución.
- Las pérdidas no técnicas son marcadas por causas en la mala gestión comercial, tales como la incorrecta facturación y una administración deficiente, que los equipos de medición de energía se encuentren en mal estado o alterados, causadas por los usuarios que realizan conexiones ilegales (Consejo nacional de Electricidad [CONELEC], 2023).

Como ha sido posible de apreciar, a pesar de que el país posee un amplio potencial para desarrollar diversas energías renovables, su contribución y el apoyo a estos proyectos siguen siendo marginales debido a limitaciones tecnológicas, la falta de inversión y políticas energéticas insuficientes. Fortalecer estas fuentes permitiría no solo reducir la dependencia de la hidroelectricidad, sino también construir un sistema más estable, diversificado y resiliente ante las crisis actuales.

Ante lo expuesto, el presente estudio busca analizar las oportunidades y desafíos que enfrenta Ecuador en la diversificación de su matriz energética, evaluando el potencial de las energías renovables no convencionales y las políticas necesarias para su implementación.

Metodología

La investigación adoptó un enfoque cualitativo, el cual, según Piña (2023), resulta apropiado cuando el objetivo es examinar las propiedades o el estado del arte de un fenómeno, sin poner a prueba hipótesis mediante análisis estadísticos. En su lugar, se aborda la problemática a partir de las contribuciones previas de diversos autores.

El estudio se desarrolló en un nivel descriptivo con base a una tipología documental. Tal como señalan Guevara et al. (2020), este tipo de investigaciones facilita un análisis detallado de las características del tema de estudio, contribuyendo a una comprensión más clara de su estructura. Este enfoque resultó especialmente útil para caracterizar la situación actual de las energías renovables en Ecuador, así como para identificar tanto sus oportunidades como los obstáculos para su incorporación en la matriz energética nacional.

Se utilizó el método analítico-sintético, que, de acuerdo con Rodríguez y Pérez (2017), implica desagregar el objeto de estudio en distintos componentes para ser analizados de forma individual y, posteriormente, integrarlos mediante un proceso de síntesis, lo que permite extraer conclusiones a partir de sus interrelaciones. Esta estrategia metodológica hizo posible desglosar los distintos tipos de fuentes de energía y examinar su integración dentro del sistema energético del país.

La técnica central empleada fue el análisis documental, que permitió identificar, evaluar y sintetizar investigaciones relevantes en torno a la matriz energética ecuatoriana. Guevara (2019) destaca que esta técnica favorece una comprensión integral y contextualizada de la literatura existente en torno a una problemática específica.

Para la elaboración de los resultados, se tomó como referencia principal el “Plan Maestro de Electricidad 2023–2032” (MINEM, 2023), el cual establece la hoja de ruta para la planificación energética de Ecuador en la próxima década. Este instrumento oficial también brinda información detallada sobre la localización geográfica y el estado de implementación de los proyectos de energías renovables en el país.

Concluyendo con la sección metodológica, se estipula que el diseño se enmarcó en un tipo no experimental, ya que se limitó a recopilar, sistematizar e interpretar información preexistente sin alteraciones a conveniencia del objeto propuesto, garantizando así la integridad y objetividad de la información analizada (Bernal, 2016).

Resultados

Dando hincapié a esta sección, es posible puntualizar que la nación ecuatoriana posee un vasto potencial

de recursos para la generación de energía hidroeléctrica que aún no ha sido aprovechado. Según el MINEM (2023), con base en estudios de CELEC EP de 2020, el país dispone de una capacidad estimada de 24.896 MW para la implementación de centrales hidroeléctricas con potencias superiores a los 5 MW. No obstante, el desarrollo de estos proyectos se ha visto frenado por la insuficiente inversión pública y las dificultades para atraer capital privado. Proyectos de amplia relevancia energética, como Cardenillo y Santiago, han experimentado retrasos o suspensiones debido a la falta de financiamiento, así como a conflictos de índole social y ambiental.

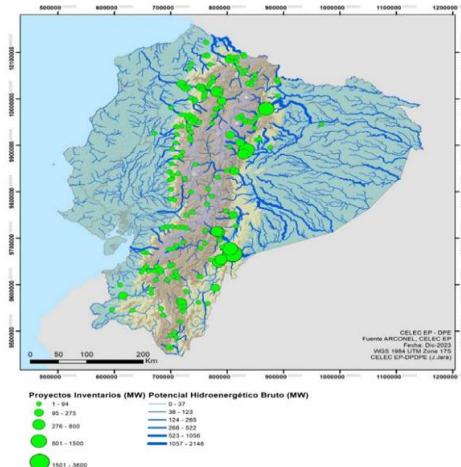


Figura 2. Mapa de potencial hidroenergético y proyectos hidroeléctricos del Ecuador.

Nota: MINEM (2023).

Ecuador dispone de una red de 21 estaciones meteorológicas distribuidas en el territorio, las cuales han contribuido a detectar nuevas zonas con aptitud para el desarrollo de energía eólica. Estos proyectos se consideran viables a largo plazo en los ámbitos técnico, económico y social. No obstante, pese a identificarse un potencial superior a los 1.600 MW, su ejecución ha sido escasa y ha experimentado considerables demoras. Dicha lentitud se atribuye a la insuficiencia de inversiones, a problemas de corrupción y a disputas de carácter ambiental. A modo de ejemplo, aunque el país ya cuenta con parques eólicos en funcionamiento, como Villonaco I, iniciativas como Villonaco III y Pimo avanzan con retraso y para su reactivación requieren de un fortalecimiento entre la alianza público-privada.

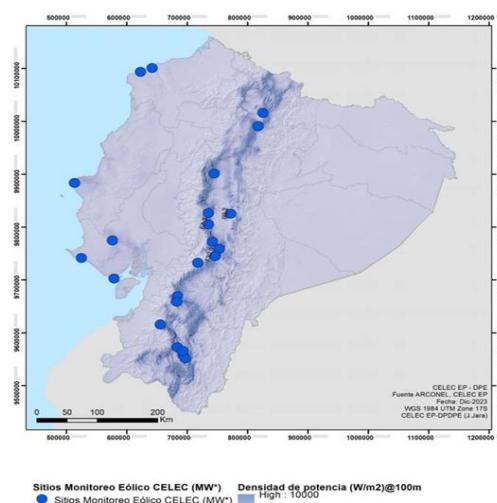


Figura 3. Mapa sobre potenciales proyectos eólicos en Ecuador.

Nota: MINEM (2023).

Centrales existentes de energía renovables

Tabla 1. Centrales de generación de electricidad en Ecuador.

Tipos de central	Potencia nominal NW	Potencia efectiva NW
Hidráulica	5.186,24	5.146,52
Térmica	2.061,87	1.796,81
Biomasa	144,3	136,4
Eólica	66,448	66,48
Solar	24,46	23,57
Biogás	8,32	7,2
TOTAL	7.491,67	7.176,98

Nota: MINEM (2023).

Con base en la planificación gubernamental estipulada en el Plan Maestro 2023-2032, se prevé que, mediante políticas adecuadas y financiamiento consistente, Ecuador podría contar con una matriz eléctrica mayoritariamente renovable para el año 2030. Esta proyección se sustenta en el alto potencial de recursos no explotados, como los hidroeléctricos (más de 24.000 MW) y eólicos (más de 1.600 MW), los cuales han sido identificados como técnica, económica y socialmente viables. Por lo tanto, esta afirmación no es una simple suposición, sino una meta basada en el potencial de recursos existentes y en la planificación oficial del Estado. A continuación, se mencionarán las principales centrales de generación de energía que se han incorporado en los últimos años:

Tabla 2. Centrales Hidroeléctricas.

Fecha	Ubicación	Generación
Enero 2019	Pusuno, Napo	38,25 MW
Abril 2019	Río Verde Chico, Tungurahua	10,20 MW
Julio 2020	San José de Minas, Pichincha	5,95 MW
Noviembre 2020	El Laurel, Carchi	1 MW
Abril 2021	Chalpi, Napo	8,10 MW
Diciembre 2022	Sabanilla, Zamora Chinchipe	30,60 MW
Marzo 2023	Central Sarapullo, Toachi-Pilatón	48,45 MW
Abril 2023	Ulba, Tungurahua	1 MW
Diciembre 2023	Huayquichuma	6,5 MW (en pruebas de operación)

Nota: MINEM (2023).

Tabla 3. Centrales de energía solar y eólica.

Fecha	Tipo / Ubicación	Generación
Enero 2022	Central Solar San Cristóbal, Galápagos	1 MW
Marzo 2023	Eólica Minas de Huascachaca, Loja	49,98 MW

Nota: MINEM (2023).

Eficiencia y generación del sector eléctrico

La implementación de políticas públicas es fundamental para optimizar el aprovechamiento de los recursos naturales y satisfacer las necesidades de generación de energía del país. Sin embargo, a pesar de que la ley enfatiza estas mejoras, su aplicación enfrenta importantes desafíos. La falta de inversión pública sostenida y la limitada participación del sector privado, sumadas a barreras burocráticas y a la corrupción, han impedido que estos recursos se exploten en su totalidad. Por ello, la transición hacia una matriz más diversificada es un proceso lento y complejo, que aún no ha logrado los avances esperados, dejando al país vulnerable a las fluctuaciones de sus principales fuentes de energía. Por ende, las estrategias que se implementarán a lo largo de los diferentes proyectos propuestos sobre el uso adecuado de las energías renovables serán:

- Aprovechar fuentes primarias de energía renovable disponibles para generación de electricidad.

- Avanzar hacia la universalización del acceso a energías fiables, modernas y accesibles.
- Promover la eficiencia energética a través del uso responsable de la energía y la optimización de procesos.
- Disminuir las emisiones de contaminantes atmosféricos y conservación de los ecosistemas.

Mantener y fortalecer un marco de regulación justa que no excluya ningún tipo de tecnología y marque lineamientos para la incorporación de las emergentes.

Tabla 4. Generación de Energía eléctrica 2023 - 2032 (GWh)

Etapa	Hidroeléctrica	Eólica	Fotovoltaica
2023	25.749,1	179,2	41,4
2024	26.360,8	206,5	41,4
2025	28.108,8	496,5	336,2
2026	29.363,3	841,8	900,2
2027	30.662,4	934,3	1.033,2
2028	31.503,4	1.471,1	1.462,2
2029	32.582,0	2.718,7	1.821,7
2030	34.439,8	2.718,7	1.821,7
2031	38.799,5	2.718,7	1.821,7
2032	42.822,9	2.718,7	1.821,7

Nota: MINEM (2023).

En el plan maestro de electricidad de Ecuador, se estimaron desde el años 2023 al 2032, que la generación de energías renovables aumenten significativamente en un lapso de 10 años como podemos observar de las hidroeléctricas se espera que en ese periodo la energía pase de 25.794,1 a 42.822,9 GWh respectivamente, representando un aumento elevado, del mismo modo pasa con la energía eólica que en el mismo periodo se espera que la generación de energía pase de 179,2 a 2.718,7 GWh, y en cuanto la energía fotovoltaica se espera que pase de 41,4 a 1.821,7 GWh en la generación de energía.

Para el año 2024 la ARCERNRR puso a disposición el total de energía entregada al servicio público que fue de 29.267,37 GWh, cantidad de la cual el 21.539,63 GWh (73,60%) correspondiente a energías renovables. Así mismo, la composición de energía renovable para este año fue la siguiente:

- Hidráulica: 22.614,43 GWh (96,75)
- Biomasa: 460,91 GWh (1,97)
- Eólica: 223,54 GWh (0,96)

Estas cifras evidencian una marcada dependencia de la fuente hidráulica, que representó casi la totalidad de la generación renovable. En cambio, otras energías, como la biomasa y la eólica, tuvieron una participación marginal. Dicho desbalance pone de relieve uno de los principales retos del sector, el cual es la escasa diversificación. A pesar de contar con amplios recursos renovables, la matriz energética nacional sigue apoyándose de manera casi total en una sola fuente, lo que incrementa la vulnerabilidad ante fenómenos climáticos adversos. En este sentido, impulsar las energías renovables no convencionales como la biomasa, eólica o fotovoltaica resulta crucial para reducir dicha exposición y garantizar un suministro eléctrico estable y resiliente en el futuro.

Discusión

El estudio ha encontrado que la dependencia de Ecuador en la energía hidroeléctrica, que representa un 70% de la generación de electricidad, expone al país a una alta vulnerabilidad frente a fenómenos climáticos como las sequías. Este hallazgo coincide con la investigación de Salas et al. (2025). De hecho, a pesar del alto potencial del país para las energías solar y eólica, estas fuentes representan una contribución minoritaria, aportando solo el 3% de la generación eléctrica total. Esto se ve reflejado en los datos del Plan Maestro de Electricidad 2023-2032 (MINEM, 2023), que indican que las energías renovables no convencionales solo

tienen un 2% de participación a nivel nacional. Esta falta de diversificación sugiere que, aunque los planes gubernamentales existen, carecen de proyectos suficientes para cubrir las necesidades energéticas actuales y reducir la vulnerabilidad del país.

De forma complementaria, Bautista (2024) argumenta una falta de continuidad estratégica hacia la energía solar y eólica, lo que es reforzado por Cambindo et al. (2024), quienes señalan la presencia de desafíos tecnológicos significativos para la diversificación. Por esta razón, se considera necesario un incremento de la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) para lograr una transición energética efectiva. Aunque las condiciones geográficas son favorables en zonas como Loja y Manabí, la expansión de estas energías está restringida por la falta de incentivos económicos y tecnológicos.

Actualmente, los avances se han concentrado en proyectos aislados como el parque eólico de Minas de Huascachaca y el parque solar de San Cristóbal, los cuales, aunque son un paso positivo, no representan una transformación significativa del sistema energético nacional. En este sentido, el estudio de Millingallí et al. (2025) reveló excelentes condiciones para el desarrollo de sistemas fotovoltaicos en el país, destacando que los mismos permitirían reducir las pérdidas técnicas en la red entre el 8% y 15%, lo que demuestra el potencial no aprovechado.

Además, Vargas y Pinos (2023) señalan que, a pesar de que Ecuador ha recibido fondos para el desarrollo de energías renovables, estos no han sido gestionados de manera eficiente debido a la falta de marcos regulatorios sólidos. Este hallazgo coincide con la deficiencia de políticas públicas integrales identificada en este trabajo, lo que indica que una transición energética efectiva no solo requiere infraestructura, sino también normativas e instituciones fortalecidas para obtener resultados concretos. En esta misma línea, Arias et al. (2022) mencionan que la integración de tecnologías en energías no convencionales se ve constantemente limitada por la falta de planificación, financiamiento y políticas públicas que incentiven la inversión.

Las barreras expuestas anteriormente impiden superar la falta de institucionalidad y la escasa seguridad jurídica necesaria para estos procesos. Esto es consensuado por el informe de Soria et al. (2024), quienes puntualizan que la política pública energética debe enfocarse en una planificación integrada a largo plazo, evitando que Ecuador se convierta en destino de tecnologías obsoletas. De hecho, Macas et al. (2024) puntualizan la necesidad de un marco regulador flexible para fomentar la innovación, además de consolidar la interconexión energética en la región, logrando fortalecer la seguridad y cooperación internacional.

Conclusiones

El estudio confirma que la matriz energética de Ecuador depende casi en su totalidad de la energía hidroeléctrica, esto, aunque ha funcionado en el pasado, la hace extremadamente vulnerable a fenómenos climáticos extremos como las sequías. Esto representa un riesgo significativo para la seguridad y el suministro eléctrico del país, subrayando la necesidad urgente de una diversificación.

También se ha logrado demostrar que, a pesar del gran potencial de Ecuador para aprovechar fuentes renovables no convencionales como la energía solar, eólica, biomasa y geotérmica, su desarrollo se ve obstaculizado por la falta de una planificación estratégica integrada, una inversión sostenible y una voluntad política continua. La revisión de literatura realizada corroboró que el marco regulatorio actual es insuficiente, y los incentivos fiscales y mecanismos de financiamiento efectivos son escasos.

Aunque el gobierno ha implementado planes como el Plan Maestro de Electricidad 2023-2032, la proporción de energía renovable no hidroeléctrica en el país sigue siendo baja, lo que indica una implementación inadecuada y lenta de estas políticas. Este argumento en particular permite dar respuesta al objetivo planteado de evaluar la efectividad de las políticas energéticas actuales.

Para lograr una transición energética justa, sostenible y eficiente, Ecuador debe comprometerse más firmemente con la diversificación. Esto implica la creación de un entorno adecuado para la inversión privada, el fortalecimiento de las instituciones y la priorización de tecnologías limpias y descentralizadas que no solo satisfagan las necesidades energéticas, sino que también contribuyan a los objetivos ambientales. Solo con un enfoque integral y a largo plazo se podrá construir una matriz energética resiliente e inclusiva, en línea con los compromisos globales de desarrollo sostenible.

Este estudio se basó en una revisión bibliográfica cualitativa, lo que limita el análisis a la información disponible en artículos científicos y documentos gubernamentales. Por lo tanto, no se incluyeron datos cuantitativos primarios ni entrevistas con actores clave del sector. Se recomienda que futuras investigaciones aborden estas limitaciones mediante:

- Análisis Cuantitativo: Realizar un estudio empírico que incluya el análisis de datos primarios sobre los costos de instalación, la eficiencia de los proyectos y el retorno de inversión de las energías renovables

- no convencionales.
- Investigación de Casos de Éxito: Estudiar casos de éxito de transición energética en otros países con características geográficas y económicas similares a Ecuador, para identificar políticas y estrategias que podrían ser replicadas.
 - Entrevistas a Expertos: Realizar entrevistas a tomadores de decisiones, inversionistas y expertos en el sector energético para obtener una perspectiva más profunda sobre los obstáculos y oportunidades que no se reflejan en la literatura pública.

Referencias

- Arias, D., Gavela, P., y Riofrio, J. (2022). Estado del arte: incentivos y estrategias para la penetración de energía renovable. *Revista Técnica Energía*, 18(2), 91–103. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rte/v18n2/2602-8492-rte-18-02-00091.pdf>
- Barrón, A., Centurión, M., Ferreyros, L., Forero, G., López, G., y Markovinovic, L. (2021). *La importancia del uso de energías renovables en centros comerciales en Lima*. [Tesis de pregrado, Universidad de Lima] Repositorio UL. https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/14421/Importancia_uso_energias_renovables.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bautista, S. (2024). Generación renovable eólica y fotovoltaica en Ecuador: Una revisión sistemática de literatura. *CienciAmérica*, 13(2), 40–62. <https://doi.org/10.33210/ca.v13i2.472>
- Bernal, C. (2016). Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales (4.^a ed.). Pearson Educación.
- Cambindo, B., Valencia, M., Ulloa, R., y Quiñónez, E. (2024). Género y Energía frente a los nuevos desafíos de la transición energética en el Ecuador. *Reincisol*, 3(6), 468-591. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)468-591](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)468-591)
- Chamorro, J., y Mera, E. (2025). Estudio de la crisis energética en el Ecuador por la dependencia en la generación de energía hidráulica. *Revista Científica INGENLAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*, 8(15), 168-186. <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/286/398>
- Consejo Nacional de Electricidad. (2023). Estadística anual y multianual del sector eléctrico ecuatoriano 2023. <https://arconel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/07/Estadistica-Anual-y-Multianual-del-Sector-Electrico-Ecuatoriano-2023.pdf>
- Correa, P., González, D., y Pacheco, J. (2016). Energías renovables y medio ambiente. Su regulación jurídica en Ecuador. *Universidad Y Sociedad*, 8(3), 179-183. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/431>
- Galbán, L., Sánchez, P., Brito, Á., y Herrera, A. (2023). Potencial hidroeléctrico en cuencas hidrográficas de montaña sujetas a regulaciones ambientales cubanas: apuntes para su aprovechamiento. *Boletín de Ciencias de la Tierra*(53), 38-48. <https://www.redalyc.org/journal/1695/169577885003/html/>
- Guamán, W. (2017). Impacto del cambio de la matriz energética del Ecuador mediante indicadores de sostenibilidad energéticos: Escenarios posibles y recomendaciones [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://realc.olade.org/documento.php?doc=103508>
- Guevara, G. (2019). Análisis documental: Propuestas metodológicas para la transformación en programas de posgrado desde el enfoque socioformativo. *Atenas*, 3(47), 105-114. <https://www.redalyc.org/journal/4780/478060102007/html/>
- Guevara, G., Verdesoto, A., y Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163-173. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7591592>
- Hidrovo, A. (2019). Metodología para la determinación del desempeño ambiental neto de la generación hidroeléctrica [Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza]. <https://zaguan.unizar.es/record/99208/files/TESIS-2021-038.pdf>
- Llanes, E., y Guastay, W. (2020). *El uso de la energía hidráulica para la generación de energía eléctrica como estrategia para el desarrollo industrial en el Ecuador*. [Tesis de maestría, Universidad Internacional SEK] Repositorio UISEK. <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4066>
- López, I., Santana, R., Artieda, J., y Vásquez, C. (2024). Evaluación del potencial energético de biomasa residual agrícola como recurso energético renovable en Tungurahua, Ecuador. *Revista Boliviana de Química*, 41(1), 14-23. <http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v41n1/0250-5460-rbq-41-01-14.pdf>
- Macas, D., Ulloa, R., Quiñónez, E., y Cambindo, B. (2024). Los nuevos desafíos de los reguladores energéticos en el Ecuador y su rol a nivel regional. *Reincisol*, 3(6), 545-567. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)545-567](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)545-567)

- Millingalli, J., Pazuña, W., y Corrales, J. (2025). Análisis y evaluación de la generación distribuida fotovoltaica como alternativa para mitigar la crisis energética en Ecuador. *Bastcorp International Journal*, 4(1), 87-103. <https://doi.org/10.62943/bij.v4n1.2025.164>
- Ministerio de Energía y Minas del Ecuador. (2022). Central Eólica “Villonaco”. <https://www.recursosyenergia.gob.ec/central-eolica-villonaco/>
- Ministerio de Energía y Minas del Ecuador. (2023). Plan Maestro de Electricidad 2023–2032. <https://www.recursosyenergia.gob.ec/plan-maestro-de-electricidad/>
- Operador Nacional de Electricidad - CENACE. (2025). *Informe Anual 2024*. https://www.cenace.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2025/04/Informe-Anual-CENACE-2024-vf-1-88_c.pdf
- Ortega, G., Mena, A., Golpe, A., y García, J. (2022). CO₂ emissions and causal relationships in the six largest world emitters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 162. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112435>
- Párraga, Á., Intriago, S., Velasco, E., Cedeño, V., Murillo, N., y Zambrano, F. (2019). Producción de energía eólica en Ecuador. *Ciencia Digital*, 3(3), 22–32. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.610>
- Pazmiño, A. (2020). Análisis del Plan Nacional de Eficiencia Energética en el Ecuador. *Revista Internacional de Energía y Medio Ambiente*, 10(2), 54–68. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/2500/2673>
- Peláez, M., y Espinoza, J. (2015). *Energías renovables en el Ecuador. Situación actual, tendencias y perspectivas* (Primera ed.). Universidad de Cuenca. <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00214.pdf>
- Pérez, C., Ríos, L., Duarte, C., Montaña, A., y García, C. (2023). Aprovechamiento de la biomasa residual como fuente de energía renovable en Colombia: escenario de gasificación potencial. *Palmas*, 44(1), 65-82. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13997>
- Pérez, E., y Schweickardt, G. (2021). Non-technical losses in an electrical distribution system. Energy efficiency as a continuous process. *DYNA*, 88(219), 218-227. <https://doi.org/10.15446/dyna.v88n219.94557>
- Piña, L. (2023). El enfoque cualitativo: Una alternativa compleja dentro del mundo de la investigación. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonia*, 8(15), 1-3. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i15.2440>
- Rodríguez, A., y Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista EAN*(82), 179-200. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Rodríguez, K., De Moure, J., y Quiñones, J. (2020). Energía solar fotovoltaica. *Ciencia*, 71(3), 1-6. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/online/X1_71_3_1267_EnergiaSolar.pdf
- Sáenz, M. (2024). Crisis energética en Ecuador: Evaluación de la situación al 24 de noviembre de 2024 - Informe ejecutivo. Academia Ecuatoriana de Ciencias de la Ingeniería. https://www.researchgate.net/publication/386110807_Crisis_Energetica_en_Ecuador_Evaluacion_de_la_Situacion_al_24_de_Noviembre_2024-Informe_Ejecutivo
- Salas, J., Maldonado, J., Llerena, V., y Alban, S. (2025). Evolución del consumo y generación de energía eléctrica en Ecuador: análisis del balance energético y diversificación de la matriz energética (2021-2024). *Revista De Investigación Talento*, 12(1), 1-16. <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/432/478>
- Soria, R., Villamar, D., y Rochedo, P. (2024). *Impacto económico de la transición energética en Ecuador*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/es/impacto-economico-de-la-transicion-energetica-en-ecuador>
- Uvidia, L., y Masaquiza, J. (2023). Revisión documental de la energía eólica para la generación de energía eléctrica en el Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 6714–6720. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9202
- Vargas, D., y Pinos, L. (2023). Análisis del financiamiento climático internacional para la transición energética del Ecuador. *Innova Research Journal*, 8(3), 112–125. <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/2684/2212>
- Vélez, A., Marquinez, J., Vega, F., y Vega, A. (2024). Desarrollo sostenible de Ecuador a través del desarrollo de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable. *RECIMUNDO*, 8(2), 103-113. [https://doi.org/10.26820/recimundo/8.\(2\).abril.2024.103-113](https://doi.org/10.26820/recimundo/8.(2).abril.2024.103-113)