

Energías limpias y desarrollo sostenible una revisión sobre las tendencias y desafíos actuales

Clean energy and sustainable development a review of current trends and challenges

Guerrero-Calero, Juan Manuel¹; Vera-Solórzano, Diego Raul²; Riofrío-Guevara, Marco Antonio^{3*}; Navarro-Saltos, Gema Elizabeth⁴.

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí; Ecuador, Portoviejo; <https://orcid.org/0000-0002-1356-0475>; juan.guerrero@unesum.edu.ec

² Universidad Estatal del Sur de Manabí; Ecuador, Portoviejo; <https://orcid.org/0000-0002-6437-834X>; diego.vera@unesum.edu.ec

³ Universidad Técnica de Cotopaxi; Ecuador, Latacunga; <https://orcid.org/0009-0002-8916-9656>; marco.riofrio2916@utc.edu.ec

⁴ Universidad Estatal del Sur de Manabí; Ecuador, Santa Ana; <https://orcid.org/0009-0001-5603-7481>; gema.navarro@unesum.edu.ec

Cita: Guerrero-Calero, J. M., Diego Raul, D. R., Marco Antonio, M. A., & Gema Elizabeth, G. E. (2023). Energías limpias y desarrollo sostenible una revisión sobre las tendencias y desafíos actuales. *Innova Science Journal*, 1(1), 38-50. <https://doi.org/10.63618/omd/ij/v1/n1/9>

Recibido: 23/11/2022
Aceptado: 28/12/2022
Publicado: 31/01/2023



Copyright: © 2023 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. (CC BY-NC).

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

¹ Autor Correspondencia

 <https://doi.org/10.63618/omd/ij/v1/n1/9>

Resumen: El crecimiento de la demanda energética ha impulsado la adopción de energías renovables, pero su implementación enfrenta desafíos tecnológicos, económicos y políticos. Este estudio revisa las tendencias actuales en energía solar, eólica y almacenamiento, destacando la reducción de costos y el aumento de la capacidad instalada. Sin embargo, la intermitencia de estas fuentes sigue siendo un reto, requiriendo mejoras en infraestructura y redes inteligentes. Además, los subsidios a los combustibles fósiles y la falta de políticas claras obstaculizan la transición energética. A través de una revisión bibliográfica de fuentes indexadas en Scopus y Web of Science, se identifican barreras y oportunidades para una transición sostenible. Se concluye que, aunque las energías limpias son clave para la sostenibilidad, su adopción masiva requiere estrategias de financiamiento, incentivos gubernamentales y desarrollo tecnológico continuo.

Palabras clave: energías renovables; transición energética; sostenibilidad; almacenamiento energético; políticas energéticas.

Abstract: Growth in energy demand has driven the adoption of renewable energy, but its implementation faces technological, economic and political challenges. This study reviews current trends in solar, wind and storage, highlighting cost reductions and increases in installed capacity. However, the intermittency of these sources remains a challenge, requiring infrastructure improvements and smart grids. In addition, fossil fuel subsidies and the lack of clear policies hinder the energy transition. Through a literature review of sources indexed in Scopus and Web of Science, barriers and opportunities for a sustainable transition are identified. It is concluded that, although clean energies are key to sustainability, their mass adoption requires financing strategies, government incentives and continuous technological development.

Keywords: renewable energies; energy transition; sustainability; energy storage; energy policies.

1. Introducción

El crecimiento exponencial de la demanda energética a nivel mundial ha generado una presión sin precedentes sobre los recursos naturales y el medio ambiente. En particular, la dependencia de combustibles fósiles ha intensificado problemas como el cambio climático, la contaminación atmosférica y la degradación de ecosistemas (IPCC, 2023). Frente a este panorama, las energías renovables han surgido como una alternativa fundamental para garantizar un suministro energético sostenible y reducir la huella ecológica de la humanidad. No obstante, su implementación enfrenta múltiples desafíos tecnológicos, económicos y políticos, lo que exige un análisis profundo de las tendencias y barreras actuales.

El problema central radica en la necesidad de una transición energética eficiente y equitativa que permita reemplazar las fuentes fósiles sin comprometer la estabilidad económica y social de las naciones. Si bien las energías renovables han experimentado un crecimiento significativo en las últimas dos décadas, su adopción sigue siendo desigual entre países y sectores productivos (REN21, 2023). Las principales barreras incluyen el alto costo inicial de infraestructura, la intermitencia en la generación de energía solar y eólica, la falta de redes de almacenamiento eficientes y la resistencia de industrias tradicionales con intereses en los combustibles fósiles (Liu et al., 2022). Además, las políticas energéticas varían ampliamente entre países, lo que genera diferencias en la implementación y en los incentivos para el desarrollo de tecnologías limpias (IRENA, 2022).

El uso inadecuado o insuficiente de energías renovables tiene diversas afectaciones tanto ambientales como socioeconómicas. En términos ecológicos, la continuidad del uso de combustibles fósiles contribuye a la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, intensificando el calentamiento global y alterando los patrones climáticos (Steffen et al., 2020). A nivel económico, los mercados energéticos dependen en gran medida de subsidios a los combustibles fósiles, lo que genera una competencia desigual para las fuentes renovables y limita su expansión (IEA, 2023). Desde una perspectiva social, la transición energética también implica desafíos en términos de empleo, ya que el desplazamiento de trabajadores de industrias fósiles hacia sectores renovables requiere estrategias de capacitación y adaptación laboral (Sovacool et al., 2021).

La revisión bibliográfica sobre las tendencias y desafíos de las energías renovables resulta justificada debido a la urgencia de consolidar modelos energéticos sostenibles que mitiguen los impactos ambientales y económicos del actual sistema de generación. La Agenda 2030 de las Naciones Unidas establece el acceso a energía asequible y no contaminante como uno de sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 7), lo que subraya la necesidad de promover el conocimiento científico en torno a esta temática (ONU, 2023). Además, esta investigación proporciona un marco de referencia para la toma de decisiones en políticas públicas y estrategias de inversión, contribuyendo a una transición energética basada en evidencia científica.

En términos de viabilidad, la presente revisión se fundamenta en literatura científica actualizada, obtenida de bases de datos indexadas como Scopus y Web of Science, garantizando la calidad y fiabilidad de la información. Dado que el estudio no implica experimentación directa ni generación de datos primarios, los recursos necesarios para

su desarrollo son esencialmente bibliográficos, lo que facilita su ejecución y permite un análisis comparativo riguroso de la literatura disponible.

El objetivo principal de este artículo es analizar las tendencias actuales en el desarrollo y adopción de energías renovables, así como los desafíos que enfrentan en su implementación a nivel global. Para ello, se revisará la literatura más reciente sobre tecnologías emergentes, políticas energéticas, barreras económicas y sociales, así como estrategias para la integración eficiente de estas fuentes en los sistemas eléctricos. La identificación de estos factores permitirá una comprensión más integral de los retos que deben abordarse para acelerar la transición hacia un modelo energético sostenible.

En suma, la investigación sobre energías renovables y sostenibilidad es un tema prioritario en la agenda científica y política global. Aunque los avances tecnológicos han permitido reducir costos y mejorar la eficiencia de diversas fuentes renovables, persisten barreras significativas que limitan su adopción masiva. Mediante una revisión sistemática de la literatura, este estudio busca contribuir al debate sobre la transición energética, proporcionando información clave para investigadores, formuladores de políticas y actores del sector energético.

2. Materiales y Métodos

El presente estudio se desarrolla bajo un enfoque exploratorio y cualitativo, basado en una revisión bibliográfica sistemática de fuentes científicas indexadas en bases de datos reconocidas como Scopus y Web of Science. El objetivo es analizar las tendencias actuales y los desafíos en la implementación de energías renovables desde una perspectiva integral, abarcando aspectos tecnológicos, económicos, sociales y políticos.

Para la selección de fuentes, se establecieron criterios de inclusión y exclusión que garantizaron la pertinencia y actualidad de la información analizada. Se incluyeron artículos publicados en los últimos cinco años en revistas científicas de alto impacto, informes de organismos internacionales y estudios relevantes sobre la transición energética. Se excluyeron documentos de carácter no científico, publicaciones sin revisión por pares y estudios con información desactualizada o que no guardaran relación directa con la temática abordada.

La estrategia de búsqueda se basó en el uso de palabras clave y operadores booleanos para optimizar la recuperación de información. Se emplearon términos como "energías renovables", "transición energética", "sostenibilidad energética", "políticas energéticas" y "desafíos de las energías renovables" en combinación con filtros de idioma, año de publicación y acceso a texto completo. Además, se realizó una evaluación crítica de los artículos seleccionados, considerando su relevancia, rigor metodológico y contribución al conocimiento sobre la materia.

El análisis de la información se realizó mediante una síntesis temática, identificando patrones, tendencias y vacíos en la literatura. Se agruparon los hallazgos en categorías clave, lo que permitió estructurar el estudio en función de los principales desafíos y oportunidades en la implementación de energías renovables. Asimismo, se evitó la

duplicación de información y se priorizó la incorporación de estudios con metodologías robustas que respaldaran los argumentos expuestos.

Dado que se trata de una revisión bibliográfica, el estudio no implicó la recopilación de datos primarios ni la realización de experimentos. En su lugar, se fundamentó en el análisis comparativo de investigaciones previas, proporcionando una visión integral sobre el estado actual del conocimiento en torno a la sostenibilidad energética. Con este enfoque, se busca ofrecer una base teórica sólida que facilite futuras investigaciones y la formulación de políticas para la transición hacia un modelo energético más sostenible.

3. Resultados

3.1. Tendencias actuales en el desarrollo y adopción de energías renovables

3.1.1. Crecimiento y diversificación de fuentes renovables

El crecimiento de las energías renovables en las últimas décadas ha sido notable, impulsado por la necesidad de reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar los impactos del cambio climático. La transición energética ha sido priorizada en múltiples agendas gubernamentales y organismos internacionales, generando un entorno propicio para la inversión y el desarrollo tecnológico en este sector. Según la International Renewable Energy Agency (IRENA, 2023), la capacidad global instalada de energías renovables alcanzó los 3.300 GW en 2022, lo que representa un aumento del 9.6 % en comparación con el año anterior. Dentro de este crecimiento, la energía solar fotovoltaica y la eólica han sido las tecnologías más destacadas, contribuyendo de manera significativa a la reducción de las emisiones de carbono en el sector energético.

El avance de la energía solar fotovoltaica ha sido particularmente relevante, con una capacidad añadida de 191 GW en 2022, representando el 60 % de la nueva capacidad renovable instalada a nivel global (REN21, 2023). Este crecimiento se debe, en gran parte, a la reducción de costos en la fabricación de paneles solares, a la mejora en la eficiencia de conversión energética y a la creciente adopción de sistemas de autoconsumo en hogares e industrias. Asimismo, la expansión de la energía eólica, tanto terrestre como marina, ha sido significativa, con países como China, Estados Unidos y Alemania liderando la instalación de nuevos parques eólicos de gran escala.

No obstante, el crecimiento del sector no se limita únicamente a la energía solar y eólica. Otras fuentes renovables han comenzado a ganar mayor protagonismo, diversificando la matriz energética y reduciendo la dependencia de combustibles fósiles. La energía geotérmica, por ejemplo, ha mostrado un incremento en su adopción en países con alto potencial geotérmico, como Indonesia, Filipinas y Estados Unidos, donde las plantas de generación han logrado aumentar su eficiencia y capacidad de producción (Bertani, 2017). Esta fuente de energía es particularmente atractiva debido a su estabilidad en la generación de electricidad, al no depender de condiciones climáticas externas.

Asimismo, la energía marina, que incluye tecnologías como la undimotriz (energía de las olas) y la mareomotriz (energía de las mareas), ha comenzado a consolidarse con proyectos piloto en Europa y Asia. Aunque estas tecnologías aún se encuentran en fases experimentales, han demostrado su viabilidad en la generación de electricidad de manera continua, lo que las convierte en una opción prometedora para el futuro.

Por otro lado, la bioenergía ha experimentado un desarrollo significativo, con avances en la producción de biocombustibles y biomasa como alternativas sostenibles a los combustibles fósiles tradicionales. Sin embargo, su adopción sigue siendo objeto de debate debido a preocupaciones sobre el uso de tierras agrícolas y los posibles impactos ambientales derivados de la producción a gran escala (Searchinger et al., 2019). A pesar de estas limitaciones, la diversificación de fuentes renovables representa un paso clave en la transición energética, permitiendo una combinación más equilibrada y resiliente frente a la variabilidad climática y la creciente demanda energética global.

3.1.2. Reducción de costos y avances tecnológicos

Uno de los principales impulsores del crecimiento de las energías renovables ha sido la significativa reducción de costos en las tecnologías de generación y almacenamiento. En la última década, el costo nivelado de electricidad (LCOE, por sus siglas en inglés) de la energía solar fotovoltaica ha disminuido en un 89 %, mientras que el de la energía eólica terrestre ha caído en un 70 %, consolidándose como opciones altamente competitivas frente a los combustibles fósiles (IRENA, 2022). Esta reducción de costos ha permitido que las energías renovables sean económicamente viables en un mayor número de países, facilitando su expansión a nivel mundial.

El desarrollo tecnológico ha sido un factor clave en esta reducción de costos. En el caso de la energía solar, los avances en la fabricación de células fotovoltaicas han permitido mejorar su eficiencia de conversión, alcanzando valores superiores al 25 % en los modelos más avanzados. Tecnologías emergentes como las células de perovskita y los paneles bifaciales han optimizado la captación de energía, incrementando la producción eléctrica y reduciendo el tiempo de amortización de las instalaciones solares (Klasen., et al 2022).

En el sector eólico, los avances en el diseño de turbinas han permitido aumentar su capacidad de generación, con modelos que alcanzan hasta 18 MW de potencia. Estas mejoras incluyen el desarrollo de aerogeneradores con palas más largas y ligeras, que optimizan la captación de energía del viento, así como sistemas de control avanzados que maximizan la eficiencia operativa.

Otro aspecto fundamental ha sido el avance en los sistemas de almacenamiento energético, que han permitido mejorar la estabilidad del suministro eléctrico proveniente de fuentes intermitentes como la solar y la eólica. Las baterías de ion-litio han reducido su costo en más del 85 % desde 2010, lo que ha facilitado su integración en redes eléctricas y sistemas de autoconsumo (Ziegler et al., 2019). Además, se están desarrollando alternativas más sostenibles, como las baterías de sodio y las baterías de flujo redox, que presentan ventajas en términos de disponibilidad de materiales y menor impacto ambiental (Chu & Majumdar, 2012).

El desarrollo de redes inteligentes (smart grids) también ha sido un factor clave en la optimización del uso de energías renovables. Estas redes incorporan tecnologías de inteligencia artificial y sistemas de gestión de datos para mejorar la eficiencia del suministro eléctrico, reducir pérdidas energéticas y adaptar la producción a la demanda en tiempo real (Lund et al., 2020). La digitalización del sector energético, junto con la descentralización de la generación mediante sistemas de autoconsumo y comunidades

energéticas, está redefiniendo el paradigma de producción y distribución de electricidad, promoviendo una transición más sostenible y resiliente (Xia., et al 2022).

En síntesis, la reducción de costos y la mejora en la eficiencia tecnológica han sido factores determinantes en la expansión de las energías renovables. A medida que estas tecnologías continúan evolucionando y los costos siguen disminuyendo, se espera que su adopción se acelere en los próximos años, facilitando la descarbonización del sector energético y contribuyendo al cumplimiento de los objetivos climáticos globales.

3.2. Desafíos en la implementación de energías renovables

3.2.1. Intermittencia y almacenamiento energético

Uno de los principales retos en la consolidación de las energías renovables es la variabilidad en la generación de electricidad, un fenómeno conocido como intermitencia. A diferencia de las fuentes convencionales, como el carbón, el gas natural y la energía nuclear, cuya producción es estable y ajustable según la demanda, tecnologías como la solar y la eólica dependen de condiciones climáticas fluctuantes. Esta característica genera problemas en la estabilidad y confiabilidad del suministro eléctrico, particularmente en redes con una alta penetración de renovables, lo que exige la implementación de mecanismos de almacenamiento y gestión inteligente de la energía (Ziegler et al., 2019).

El desafío de la intermitencia es más evidente en regiones donde las condiciones meteorológicas presentan variaciones estacionales marcadas. En zonas con alta dependencia de la energía solar, por ejemplo, la generación disminuye considerablemente durante los meses de invierno o en días nublados, mientras que en el caso de la energía eólica, la producción se ve afectada por la variabilidad de los vientos. Para evitar problemas de suministro, es necesario desarrollar infraestructuras capaces de almacenar el exceso de electricidad generada en períodos de alta producción y liberarla cuando la generación renovable disminuye.

En este sentido, el almacenamiento energético ha emergido como una solución fundamental para contrarrestar los efectos de la intermitencia. Las baterías de ion-litio, en particular, han experimentado una reducción significativa en sus costos y una mejora en su eficiencia en los últimos años, lo que ha facilitado su implementación en redes eléctricas y sistemas de autoconsumo (IRENA, 2022). No obstante, estas baterías presentan limitaciones en términos de disponibilidad de recursos y reciclabilidad, debido a la alta demanda de materiales como el litio y el cobalto, cuya extracción genera impactos ambientales y socioeconómicos considerables (Chu & Majumdar, 2012).

Para mitigar estos problemas, la investigación en almacenamiento energético ha explorado alternativas más sostenibles y eficientes. Entre ellas, las baterías de flujo redox y las de sodio-azufre han demostrado potencial debido a su mayor vida útil y a la disponibilidad de sus materiales constituyentes (Luo et al., 2022). Adicionalmente, tecnologías como el almacenamiento gravitacional y los supercapacitores están siendo desarrolladas con el objetivo de proporcionar soluciones de almacenamiento de corto y largo plazo, permitiendo mejorar la estabilidad de la red eléctrica (Koohi-Fayegh & Rosen, 2020).

Otra estrategia clave para enfrentar la intermitencia es la implementación de redes eléctricas inteligentes, también conocidas como *smart grids*. Estas infraestructuras integran tecnologías avanzadas de digitalización y análisis de datos, lo que permite optimizar la distribución de la energía en función de la demanda y mejorar la eficiencia del sistema eléctrico en tiempo real. Además, la interconexión entre distintas redes regionales permite el intercambio de electricidad entre zonas con perfiles energéticos complementarios, minimizando así los efectos de la variabilidad en la generación renovable (Lund et al., 2020).

El hidrógeno verde se perfila como una solución prometedora para el almacenamiento de energía renovable a largo plazo. Mediante la electrólisis del agua, el exceso de electricidad generada por fuentes renovables puede ser convertido en hidrógeno, almacenado y posteriormente utilizado en celdas de combustible o en aplicaciones industriales. No obstante, su viabilidad económica aún está limitada por los altos costos de producción y las pérdidas de eficiencia en los procesos de conversión (IRENA, 2023; Zhang et al., 2021).

En definitiva, aunque la intermitencia representa un obstáculo técnico importante para la adopción masiva de energías renovables, las innovaciones en almacenamiento, redes inteligentes e interconexión eléctrica están sentando las bases para un sistema energético más flexible y resiliente. Sin embargo, su implementación requiere inversiones sustanciales y la adopción de políticas que fomenten la modernización de infraestructuras y la investigación en tecnologías avanzadas.

3.2.2. Barreras económicas y políticas

A pesar de los avances tecnológicos y la creciente competitividad de las energías renovables, su adopción a gran escala enfrenta múltiples barreras económicas y políticas. Entre los desafíos más significativos se encuentra la distorsión del mercado energético debido a los subsidios a los combustibles fósiles. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2023), estos subsidios alcanzaron los 7 billones de dólares en 2022, lo que reduce artificialmente el costo de producción de energía a partir de fuentes contaminantes y dificulta la competitividad de las energías limpias.

El financiamiento de proyectos de energía renovable también representa un reto, especialmente en países en desarrollo. La inversión inicial requerida para la construcción de infraestructuras de generación renovable es considerablemente alta, lo que puede disuadir a inversionistas privados, particularmente en regiones donde las condiciones macroeconómicas son inestables o las tasas de interés son elevadas. Aunque existen mecanismos financieros como los bonos verdes y los acuerdos de compra de energía (PPA, por sus siglas en inglés), el acceso a estos instrumentos no es uniforme y sigue dependiendo de factores políticos y regulatorios (Sovacool et al., 2021; Wang et al., 2021).

Desde una perspectiva regulatoria, la falta de políticas energéticas coherentes y a largo plazo representa un obstáculo importante. En muchos países, la normativa vigente aún favorece el uso de combustibles fósiles, mientras que las energías renovables carecen de incentivos suficientes para fomentar su expansión. La ausencia de impuestos al carbono o mecanismos de fijación de precios por emisiones de CO₂ ha limitado la

transición hacia fuentes de energía sostenibles, permitiendo que los combustibles fósiles sigan dominando el mercado energético global (IRENA, 2022; Steffen, 2020).

Otro factor determinante es la influencia de los grupos de interés vinculados a la industria de los combustibles fósiles, los cuales han ejercido presión política para retrasar la adopción de normativas más estrictas en materia de descarbonización. En diversos países, estos actores han logrado frenar la implementación de regulaciones ambientales más rigurosas y han promovido la prolongación del uso de infraestructuras basadas en energías no renovables (Sovacool et al., 2021).

Además, la infraestructura eléctrica existente en muchos países no está diseñada para soportar una integración masiva de energías renovables. La modernización de las redes eléctricas y la construcción de infraestructuras adecuadas para la transmisión y distribución de electricidad renovable requieren inversiones considerables y un marco regulador que incentive su desarrollo (Lund et al., 2020).

Por último, la equidad en la transición energética es un tema crítico que aún no ha sido abordado de manera efectiva. La expansión de las energías renovables debe garantizar el acceso universal a la electricidad y evitar la exclusión de comunidades vulnerables. En algunos casos, la falta de financiamiento y de políticas de apoyo ha generado una transición desigual, donde las poblaciones con menores recursos no pueden acceder a las ventajas económicas y ambientales de la energía limpia (Steffen, 2020).

En conclusión, la transición hacia un modelo energético basado en fuentes renovables enfrenta desafíos económicos y políticos complejos que requieren soluciones integrales y coordinadas. La eliminación de subsidios a los combustibles fósiles, la implementación de mecanismos de financiamiento accesibles y la adopción de regulaciones que fomenten la inversión en energías limpias son medidas esenciales para acelerar la descarbonización del sector energético y garantizar una transición equitativa y sostenible.

4. Discusión

La transición hacia un sistema energético basado en fuentes renovables representa una de las estrategias más efectivas para mitigar los impactos del cambio climático y reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Sin embargo, su implementación a gran escala enfrenta desafíos significativos, tanto desde el punto de vista técnico como económico y político. A pesar del crecimiento sostenido de las energías renovables y la diversificación de sus fuentes, la intermitencia en la generación y la necesidad de infraestructuras avanzadas de almacenamiento siguen siendo obstáculos clave para su consolidación como alternativa dominante en el mercado energético global (IRENA, 2023).

El incremento exponencial en la capacidad instalada de generación renovable ha sido impulsado por avances tecnológicos y la progresiva reducción de costos. La energía solar fotovoltaica y la eólica han demostrado ser las tecnologías con mayor potencial de expansión, debido a su capacidad de aprovechamiento en múltiples regiones y a su creciente competitividad frente a las fuentes convencionales. No obstante, la variabilidad en la producción de electricidad derivada de estas fuentes constituye un reto para la

estabilidad de las redes eléctricas. La intermitencia de la generación eólica y solar exige el desarrollo de sistemas de almacenamiento energético eficientes, capaces de compensar las fluctuaciones en la oferta y garantizar un suministro estable y confiable. En este contexto, las baterías de ion-litio han mostrado una reducción de costos del 85 % en la última década, lo que ha facilitado su integración en el sistema energético global (Ziegler et al., 2021). Sin embargo, su dependencia de materias primas críticas, como el litio y el cobalto, plantea desafíos en términos de sostenibilidad y disponibilidad de recursos a largo plazo (Chu & Majumdar, 2012).

Ante estas limitaciones, se han explorado diversas estrategias para optimizar la integración de energías renovables en los sistemas eléctricos. El desarrollo de redes inteligentes permite una gestión más eficiente de la electricidad, optimizando su distribución y reduciendo las pérdidas en la transmisión. Estas redes utilizan inteligencia artificial y análisis de datos para equilibrar la oferta y la demanda en tiempo real, lo que mejora la resiliencia del sistema y facilita la incorporación de generación distribuida (Lund et al., 2020). Paralelamente, el hidrógeno verde ha emergido como una solución complementaria para el almacenamiento de energía a largo plazo, ya que permite convertir el excedente de electricidad renovable en un vector energético versátil y de fácil almacenamiento. No obstante, la eficiencia de conversión y los costos actuales de producción siguen representando una barrera para su adopción masiva (IRENA, 2023).

Además de los desafíos técnicos, la implementación de energías renovables enfrenta barreras económicas y políticas que han ralentizado su adopción en diversas regiones. A pesar de su creciente competitividad, el mercado energético global sigue estando dominado por los combustibles fósiles, cuyos costos son artificialmente reducidos a través de subsidios gubernamentales. En 2022, el apoyo financiero a los combustibles fósiles alcanzó los 7 billones de dólares, lo que limita la capacidad de las energías renovables para competir en igualdad de condiciones (IEA, 2023). La falta de políticas claras y coherentes en materia de descarbonización ha generado incertidumbre en los inversionistas, afectando la financiación de proyectos de energía limpia, especialmente en países en desarrollo donde los riesgos percibidos son mayores (Sovacool et al., 2021).

En el ámbito regulatorio, la ausencia de marcos normativos que favorezcan la transición energética representa un obstáculo significativo. En numerosos países, la infraestructura eléctrica existente no está diseñada para soportar una integración masiva de energías renovables, lo que requiere inversiones sustanciales en modernización de redes y expansión de capacidades de transmisión. A su vez, los intereses de los grupos de presión vinculados a la industria de los combustibles fósiles han contribuido a retrasar la implementación de políticas más estrictas en materia de reducción de emisiones y eficiencia energética (Sovacool et al., 2021).

Otro aspecto crucial en la discusión sobre energías renovables es la equidad en la transición energética. Si bien la expansión de estas tecnologías ha avanzado de manera considerable en los últimos años, el acceso a los beneficios de la transición no ha sido equitativo en todas las regiones. En algunos países en desarrollo, la falta de financiamiento accesible ha impedido que comunidades vulnerables puedan adoptar soluciones de energía renovable, perpetuando desigualdades en el acceso a la electricidad (Steffen, 2020). Para garantizar una transición justa y sostenible, es fundamental implementar políticas de apoyo que faciliten la adopción de energías

limpias en sectores con menor capacidad de inversión, asegurando así que los beneficios de la descarbonización sean compartidos de manera equitativa.

Para concluir, aunque las energías renovables han experimentado un crecimiento acelerado y una progresiva reducción de costos, su implementación enfrenta desafíos estructurales que deben ser abordados de manera integral. La intermitencia en la generación y la necesidad de soluciones de almacenamiento eficientes siguen siendo obstáculos técnicos significativos, mientras que las barreras económicas y políticas han limitado la adopción masiva de estas tecnologías. La eliminación progresiva de subsidios a los combustibles fósiles, el fortalecimiento de mecanismos de financiamiento sostenible y el desarrollo de infraestructuras resilientes son medidas clave para acelerar la transición hacia un sistema energético basado en fuentes renovables. Asimismo, garantizar la equidad en el acceso a la energía será fundamental para lograr una descarbonización efectiva y socialmente inclusiva. La transformación del sector energético requiere un enfoque coordinado entre gobiernos, instituciones financieras, el sector privado y la sociedad civil, de manera que se pueda consolidar un modelo energético sostenible y resiliente a largo plazo.

5. Conclusiones

Las energías renovables han emergido como una solución fundamental para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar los efectos del cambio climático. Su crecimiento y diversificación han sido impulsados por avances tecnológicos que han permitido la reducción de costos y una mayor eficiencia en la generación de electricidad. Sin embargo, su integración a gran escala en los sistemas energéticos aún enfrenta barreras significativas que deben ser abordadas con estrategias innovadoras y políticas adecuadas.

Uno de los principales desafíos en la implementación de energías renovables es la intermitencia en la generación, lo que dificulta la estabilidad de las redes eléctricas. Si bien las baterías de almacenamiento han experimentado importantes mejoras en términos de eficiencia y costos, siguen existiendo limitaciones en cuanto a su vida útil y sostenibilidad. El desarrollo de nuevas tecnologías de almacenamiento, como el hidrógeno verde y las baterías de flujo redox, representa una alternativa prometedora para garantizar un suministro energético estable y confiable. Asimismo, la digitalización del sector energético mediante redes inteligentes ha demostrado ser una estrategia clave para optimizar la distribución y el consumo de energía renovable.

Desde una perspectiva económica y política, la transición energética aún enfrenta barreras estructurales que ralentizan su adopción. La persistencia de subsidios a los combustibles fósiles, la falta de incentivos financieros adecuados y la influencia de actores con intereses en la industria tradicional han dificultado la expansión de las energías limpias. La ausencia de regulaciones coherentes y la falta de inversión en infraestructura eléctrica también han limitado la integración eficiente de estas fuentes en los sistemas energéticos nacionales. Para superar estos obstáculos, es necesario implementar políticas públicas que favorezcan la inversión en energías renovables, reduzcan las barreras de acceso al financiamiento y promuevan un marco regulador que incentive la descarbonización.

Además, es fundamental garantizar que la transición energética se lleve a cabo de manera equitativa y accesible para todas las regiones y sectores de la sociedad. La expansión de energías renovables debe ir acompañada de estrategias que permitan el acceso universal a la electricidad, evitando que comunidades con menos recursos queden excluidas de sus beneficios. La transición hacia un modelo energético sostenible no solo debe enfocarse en la reducción de emisiones, sino también en la generación de oportunidades económicas y sociales que fomenten el desarrollo inclusivo y la resiliencia ante el cambio climático.

En síntesis, si bien el avance de las energías renovables ha sido significativo, su consolidación como fuente primaria de energía global requiere la superación de retos tecnológicos, económicos y políticos. La modernización de infraestructuras, el desarrollo de sistemas de almacenamiento eficientes, la eliminación de subsidios a los combustibles fósiles y la formulación de políticas energéticas coherentes serán aspectos clave en este proceso. La cooperación entre gobiernos, sector privado y sociedad civil será determinante para acelerar la transición energética y garantizar un futuro sostenible, equitativo y resiliente.

Referencias Bibliográficas

- Bertani, R. (2016). Geothermal power generation in the world 2010–2014 update report. *Geothermics*, 60, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2015.11.003>
- Campoverde-Pillajo, C. D., Noboa-Romero, P. G., Toala-Guananga, E. J., Plúa-Triviño, N.-J., & Tapay-Mendoza, M. J. (2024). Implementación del Mantenimiento Productivo Total en Extrusora Starex 1600 para Reducir Paradas y Variaciones. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(4), 187–214. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n4/141>
- Castelo-Salazar, A. G. (2022). Análisis de la efectividad del marketing digital en los almacenes de electrodomésticos del cantón La Concordia. *Journal of Economic and Social Science Research*, 2(1), 44–57. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v2/n1/46>
- Chu, S., & Majumdar, A. (2012). Opportunities and challenges for a sustainable energy future. *Nature*, 488(7411), 294–303. <https://doi.org/10.1038/nature11475>
- Colina-Vargas, A. M., & Espinoza-Mina, M. A. (2024). *Perspectiva del desarrollo y uso del software en Ecuador: Un recorrido desde la bibliometría y el análisis de contenido*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.91>
- Hermosa-Vega, G. G. (2022). Mejora de la rentabilidad en almacenes de electrodomésticos mediante estrategias de marketing digital: evidencia empírica en La Concordia. *Journal of Economic and Social Science Research*, 2(3), 40–52. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v2/n3/56>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate change 2023: Synthesis report*. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle>

- International Energy Agency (IEA). (2023). *World energy outlook 2023*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2022). *Renewable energy statistics 2022*. <https://www.irena.org/publications>
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2022). *Renewable power generation costs in 2021*. <https://www.irena.org/publications>
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2023). *Renewable capacity statistics 2023*. <https://www.irena.org/publications>
- Klasen, N., Weisser, D., Rößler, T., Neuhaus, D. H., & Kraft, A. (2022). Performance of shingled solar modules under partial shading. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 30(6), 325–338. <https://doi.org/10.1002/pip.3486>
- Koochi-Fayegh, S., & Rosen, M. A. (2020). A review of energy storage types, applications and recent developments. *Journal of Energy Storage*, 27, 101047. <https://doi.org/10.1016/j.est.2019.101047>
- Lund, H., Østergaard, P. A., Connolly, D., & Mathiesen, B. V. (2017). Smart energy and smart energy systems. *Energy*, 137, 556–565. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.123>
- Moran-Gonzalez, M. R., Guerrero-Calero, J. M., Mieles-Giler, J. W., & Cabrera-Verdesoto, C. A. (2024). Evaluación de Indicadores para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas Hidrográficas. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(4), 25–38. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n4/129>
- Quinatoa-Chasi, W. D., Cepeda-Valente, W. M., Chasi-Chela, A. V., Chasi-Chela, N. F., Casanova-Villalba, C. I., Salgado-Ortiz, P. J., Guerrero-Freire, E. I., Guerrero-Freire, A. E., Herrera-Sánchez, M. J., Mina-Bone, S. G., Santana-Torres, A. A., Rios-Gaibor, C. G., Calero-Cherres, R. V., López-Salinas, C. M., Mora-Estrada, I. A., & Chuchuca-Peñaloza, P. M. (2024). *Fronteras del Futuro: Innovación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.69>
- REN21. (2023). *Renewables 2023 global status report*. <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>
- Searchinger, T., Wiersenius, S., Beringer, T., & Dumas, P. (2019). Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change. *Nature*, 564(7735), 249–253. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0757-z>
- Sovacool, B. K., Hook, A., Martiskainen, M., Brock, A., & Turnheim, B. (2020). The decarbonisation divide: Contextualizing landscapes of low-carbon exploitation and toxicity in Africa. *Global Environmental Change*, 60, 102028. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.102028>
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., & Schellnhuber, H. J. (2020). Trajectories of the Earth system in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), 8252–8259. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>

- United Nations (ONU). (2023). *The sustainable development goals report 2023*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/>
- Varela-Tapia, E. A., Acosta-Guzmán, I. L., Fajardo-Romero, I. J., & Oviedo-Peñafiel, J. A. (2024). *Inteligencia Artificial Aplicada con técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural y Machine Learning en el campo de la salud*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.83>
- Yaulilahua-Huacho, R. (2023). Influencia del Clima Organizacional en el Rendimiento Laboral: Un Estudio Empírico en la Industria de Telecomunicaciones 2022. *Journal of Economic and Social Science Research*, 3(3), 25–38. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v3/n3/71>
- Ziegler, M. S., Mueller, J. M., Pereira, G. D., Song, J., Ferrara, M., Reis, L. A., & Benson, S. M. (2019). Storage requirements and costs of shaping renewable energy toward grid decarbonization. *Joule*, 5(1), 115-136.

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.