



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v10i2.3903>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

Análisis de casos para el desarrollo de Electrificación Rural por medio del uso de Energías Renovables

Analysis of cases for the development of Rural Electrification through the use of Renewable Energy

Análise de casos para o desenvolvimento da Eletrificação Rural através do uso de Energias Renováveis

Lemny Alexi Sánchez-Pisco^I
lemny.sanchez8130@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0008-2678-1147>

William Armando Hidalgo-Osorio^{II}
william.hidalgo7885@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6783-0947>

Paco Giovanni Vásquez-Carrera^{III}
paco.vasquez@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4734-8584>

Correspondencia: lemny.sanchez8130@utc.edu.ec

***Recibido:** 20 de abril de 2024 ***Aceptado:** 24 de mayo de 2024 * **Publicado:** 25 de junio de 2024

- I. Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador.
- II. Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador.
- III. Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador.

Resumen

La electrificación rural mediante el uso de energías renovables ha ganado relevancia como una solución viable y sostenible para abordar los desafíos de acceso a la energía en áreas remotas de Latinoamérica, particularmente en Ecuador. Esta investigación analiza casos de estudio representativos de proyectos de electrificación rural con energías renovables, como la solar fotovoltaica, la eólica, la biomasa y las pequeñas centrales hidroeléctricas, implementados en la región. El análisis comparativo de los casos seleccionados reveló factores clave de éxito, como la participación activa de las comunidades locales, la adaptación a las condiciones específicas de cada zona y el establecimiento de marcos regulatorios adecuados. Asimismo, se identificaron desafíos comunes, como los altos costos iniciales de inversión, la necesidad de modelos de financiamiento innovadores, la gestión de la intermitencia de ciertas fuentes renovables y la superación de barreras culturales y de capacitación. En Ecuador, el abundante potencial en recursos naturales, como altos niveles de radiación solar y diversidad geográfica, representa una oportunidad significativa para el aprovechamiento de estas tecnologías. Los casos de estudio analizados en el país, como el Parque Eólico Minas de Huasachaca y la Central Eólico Villonaco, demuestran la viabilidad técnica y los impactos positivos de estos proyectos. Sin embargo, es crucial abordar los desafíos identificados mediante enfoques integrales que combinen soluciones técnicas con estrategias de desarrollo comunitario y fortalecimiento institucional. La educación, la capacitación y el establecimiento de políticas de apoyo adecuadas son fundamentales para promover la adopción generalizada de estas tecnologías en Ecuador.

Palabras Clave: Electrificación rural; Energías renovables; Latinoamérica; Ecuador; Desarrollo sostenible; Participación comunitaria.

Abstract

Rural electrification through the use of renewable energy has gained relevance as a viable and sustainable solution to address energy access challenges in remote areas of Latin America, particularly in Ecuador. This research analyzes representative case studies of rural electrification projects with renewable energy, such as solar photovoltaic, wind, biomass and small hydroelectric plants, implemented in the region. The comparative analysis of the selected cases revealed key success factors, such as the active participation of local communities, adaptation to the specific conditions of each area and the establishment of appropriate regulatory frameworks. Likewise,

common challenges were identified, such as high initial investment costs, the need for innovative financing models, managing the intermittency of certain renewable sources, and overcoming cultural and training barriers. In Ecuador, the abundant potential in natural resources, such as high levels of solar radiation and geographic diversity, represents a significant opportunity for the use of these technologies. The case studies analyzed in the country, such as the Minas de Huascachaca Wind Farm and the Villonaco Wind Power Plant, demonstrate the technical feasibility and positive impacts of these projects. However, it is crucial to address the identified challenges through comprehensive approaches that combine technical solutions with community development and institutional strengthening strategies. Education, training and the establishment of appropriate supporting policies are essential to promote the widespread adoption of these technologies in Ecuador.

Keywords: Rural electrification; Renewable energy; Latin America; Ecuador; Sustainable development; Community participation.

Resumo

A electrificação rural através da utilização de energias renováveis ganhou relevância como uma solução viável e sustentável para enfrentar os desafios de acesso à energia em áreas remotas da América Latina, particularmente no Equador. Esta pesquisa analisa estudos de caso representativos de projetos de eletrificação rural com energias renováveis, como solar fotovoltaica, eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas, implementados na região. A análise comparativa dos casos seleccionados revelou factores-chave de sucesso, como a participação activa das comunidades locais, a adaptação às condições específicas de cada área e o estabelecimento de quadros regulamentares adequados. Da mesma forma, foram identificados desafios comuns, como os elevados custos de investimento inicial, a necessidade de modelos de financiamento inovadores, a gestão da intermitência de certas fontes renováveis e a superação de barreiras culturais e de formação. No Equador, o potencial abundante em recursos naturais, como os elevados níveis de radiação solar e a diversidade geográfica, representa uma oportunidade significativa para o uso destas tecnologias. Os estudos de caso analisados no país, como o Parque Eólico Minas de Huascachaca e a Usina Eólica Villonaco, demonstram a viabilidade técnica e os impactos positivos desses projetos. No entanto, é crucial enfrentar os desafios identificados através de abordagens abrangentes que combinem soluções técnicas com estratégias de desenvolvimento comunitário e de fortalecimento institucional. A

educação, a formação e o estabelecimento de políticas de apoio adequadas são essenciais para promover a adoção generalizada destas tecnologias no Equador.

Palavras-chave: Eletrificação rural; Energia renovável; América latina; Equador; Desenvolvimento sustentável; Participação da comunidade.

Introducción

La electrificación rural a través del uso de energías renovables ha ganado una creciente relevancia en las últimas décadas, especialmente en países en vías de desarrollo de Latinoamérica, como Ecuador. Esta región enfrenta desafíos significativos en cuanto al acceso a la energía en áreas rurales remotas, lo que representa una barrera para el desarrollo socioeconómico y la mejora de la calidad de vida [1]. Las fuentes de energía renovables, como la solar fotovoltaica, la eólica, la biomasa y la hidroeléctrica a pequeña escala, se han convertido en alternativas prometedoras para abordar esta problemática [2]. En Ecuador, alrededor del 6% de la población rural aún carece de acceso a la electricidad, según datos del Banco Mundial [3]. Esta situación se agrava en las regiones amazónicas y en las zonas montañosas, donde la extensión de las redes eléctricas convencionales resulta técnica y económicamente inviable [4]. Frente a este escenario, las energías renovables descentralizadas emergen como una solución viable y sostenible, capaz de llevar electricidad a comunidades aisladas y promover el desarrollo local [5].

Uno de los principales impulsores del despliegue de energías renovables en áreas rurales de Ecuador es su abundante potencial en recursos naturales. El país cuenta con niveles de radiación solar superiores al promedio mundial, lo que lo convierte en un territorio idóneo para el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica [6]. Además, su diversidad geográfica y climática ofrece oportunidades para el desarrollo de proyectos eólicos, de biomasa y de pequeñas centrales hidroeléctricas [7].

Más allá de los beneficios energéticos, la electrificación rural mediante fuentes renovables desempeña un papel crucial en la mitigación del cambio climático y la protección del medio ambiente. Al reemplazar los combustibles fósiles por tecnologías limpias, se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y se contribuye a los esfuerzos globales para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París [8]. Además, estas soluciones energéticas descentralizadas pueden evitar la deforestación y la degradación de los ecosistemas, frecuentemente asociadas a la extensión de redes eléctricas convencionales en áreas remotas [9].

Otro aspecto clave de la electrificación rural con energías renovables es su impacto socioeconómico. El acceso a la electricidad confiable y asequible puede transformar las comunidades rurales, mejorando la calidad de vida, la educación, la salud y las oportunidades económicas [10]. Las fuentes de energía renovables descentralizadas permiten el desarrollo de actividades productivas, como la agricultura de precisión, el procesamiento de alimentos y la generación de ingresos a través de pequeñas empresas [11].

Sin embargo, a pesar de los beneficios y el potencial de las energías renovables en el contexto de la electrificación rural, existen desafíos significativos que deben abordarse. Estos incluyen aspectos técnicos, como la integración de sistemas distribuidos y la gestión de la intermitencia de ciertas fuentes renovables [12], así como cuestiones económicas y financieras relacionadas con los costos iniciales de inversión y los modelos de financiamiento [13]. Además, las barreras sociales, culturales y regulatorias pueden obstaculizar la adopción generalizada de estas tecnologías [14].

En este contexto, el análisis de casos de estudio y lecciones aprendidas de proyectos exitosos de electrificación rural con energías renovables en Latinoamérica, y específicamente en Ecuador, es fundamental para comprender las mejores prácticas, identificar los desafíos y formular estrategias efectivas para promover su implementación a mayor escala [15]. Estos casos pueden proporcionar información valiosa sobre aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales, así como sobre los enfoques de participación comunitaria, los marcos regulatorios y las políticas de apoyo necesarias [16].

La electrificación rural a través del uso de energías renovables representa una oportunidad significativa para promover el desarrollo sostenible en Latinoamérica, y particularmente en Ecuador. Al abordar los desafíos de acceso a la energía en áreas remotas, estas soluciones tienen el potencial de mejorar la calidad de vida, impulsar el crecimiento económico y contribuir a la mitigación del cambio climático. Sin embargo, es importante analizar los casos de estudio y lo aprendido de estas investigaciones para diseñar e implementar estrategias que superen las barreras técnicas, económicas, sociales y regulatorias asociadas con esta transición energética.

Materiales y métodos

Para llevar a cabo esta investigación sobre el análisis de casos para el desarrollo de la electrificación rural por medio del uso de energías renovables, se utilizarán métodos cualitativos y cuantitativos,

incluyendo la revisión detallada de la literatura, el estudio de casos múltiples, el análisis de contenido cualitativo, los análisis económicos y de impacto, el desarrollo de un marco conceptual.

Revisión detallada de la literatura

Se realizará una revisión amplia de la literatura existente relacionada con la electrificación rural mediante el uso de energías renovables en diferentes lugares en especial en Latinoamérica y Ecuador. Esta revisión abarcará artículos científicos, informes técnicos y documentos publicados en diferentes bases de datos y diferentes motores de búsqueda académica.

Tabla 1: Análisis de motores de búsqueda y bases de datos académicos

Motor de búsqueda	Criterios de búsqueda	Número de resultados	Artículos relevantes seleccionados
Google Scholar	"Electrificación rural" "Energías renovables" "Latinoamérica" "Ecuador"	210	27
SCOPUS	("Rural electrification" OR "Off-grid electrification") AND "Renewable energy" AND "Latin America"	165	19
BASE	("Rural electrification" AND "Renewable energy" AND "Latin America") OR ("Rural electrification" AND "Renewable energy" AND "Ecuador")	142	23

Selección de casos de estudio representativos

A partir de la revisión de la literatura, se seleccionarán los casos de estudio más representativos de proyectos de electrificación rural con energías renovables implementados en Latinoamérica, con especial énfasis en Ecuador. Los criterios de selección incluirán la ubicación geográfica, la tecnología de energía renovable utilizada, el tamaño del proyecto, el impacto socioeconómico y ambiental, así como la disponibilidad de datos confiables y verificables.

Tabla 2: *Criterios de selección de casos de estudio*

Criterio	Descripción
Ubicación geográfica	Se priorizaron proyectos ubicados en zonas rurales remotas y aisladas de Ecuador, Perú, Colombia, Bolivia y Guatemala.
Tecnología de energía renovable	Se consideraron proyectos que utilizan energía solar fotovoltaica, eólica, biomasa, pequeñas centrales hidroeléctricas y sistemas híbridos.
Tamaño del proyecto	Se evaluaron proyectos a nivel doméstico, comunitario y microrred, abarcando desde soluciones para hogares individuales hasta sistemas para comunidades completas.
Impacto socioeconómico	Se dio prioridad a los proyectos que demostraron un impacto significativo en el desarrollo socioeconómico de las comunidades rurales, incluyendo mejoras en la calidad de vida, educación, salud y oportunidades económicas.
Impacto ambiental	Se consideraron los proyectos que contribuyeron a la mitigación del cambio climático, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la conservación de los ecosistemas locales.
Disponibilidad de datos	Se seleccionaron casos de estudio con información confiable y verificable, proveniente de informes técnicos, artículos científicos, evaluaciones de impacto y datos proporcionados por actores clave involucrados.

La selección de estos casos de estudio representativos se basa en la información recopilada de diversas fuentes confiables y verificables, como informes técnicos, artículos científicos, evaluaciones de impacto realizadas por organizaciones no gubernamentales, informes gubernamentales y datos proporcionados por actores clave involucrados en los proyectos.

Análisis de casos para el desarrollo de Electrificación Rural por medio del uso de Energías Renovables

Tabla 3: Casos de estudio seleccionados

Caso de estudio	Ubicación	Tecnología	Tamaño	Impacto socioeconómico	Impacto ambiental	Disponibilidad de datos
Central Solar Fotovoltaica San Martín	San Martín - Arequipa, Perú	Solar FV	Comunitario (440000 hogares)	Alto	Energía limpia y renovable	Energía Estratégica [17]
Proyecto Eólico Oaxaca II-III-IV	Oaxaca, México	Eólica	Comunitario (700000 hogares)	Alto	Tecnologías limpias y renovables	Informes gubernamentales, evaluaciones [18]
Proyectos de Autogeneración de Energía Eléctrica para actividades productivas en las comunidades: POZO CAVADO, TAMBILLO, Y CATAVI K	Colcha “K” – Potosí, Bolivia	Solar FV.	Beneficia a 1200 hogares	Alto	Tecnologías limpias y renovables	Consulting Group olade [19]
PROVEFRUT	Guaytacama-Cotopaxi, Ecuador	Solar FV	Empresa procesadora y exportadora de vegetales congelados en Ecuador	Bajo	Energía limpia y renovable	Informes técnicos, datos del proyecto [20]

Análisis de casos para el desarrollo de Electrificación Rural por medio del uso de Energías Renovables

Parque Eólico Minas de Huascachaca	Loja, Ecuador	Eólica	90.000 hogares.	Alto	Energía limpia y renovable	CEMDES [21]
Central Eólico Villonaco	Loja - Ecuador	Eólica	30000 hogares	Alto	Energía limpia y renovable	Ministerio de Energías y Minas [22]
Parque Eólico San Cristóbal	Galápagos - Ecuador	Eólica	150 hogares	Moderado	Energía limpia y renovable	ELECGALAPAG OS S.A. [23]

Desarrollo de un marco conceptual

Basado en los hallazgos del análisis comparativo, se desarrollará un marco conceptual robusto para la electrificación rural con energías renovables en Latinoamérica y Ecuador. Este marco conceptual integrará los aspectos técnicos, económicos, sociales, ambientales y regulatorios, y servirá como una guía para futuros proyectos y políticas en la región.

Resultados

El análisis de casos para el desarrollo de la electrificación rural mediante el uso de energías renovables en Latinoamérica, con un enfoque particular en Ecuador, arrojó los siguientes resultados:

Tabla 4: Revisión de Literatura

Base de datos	Número de resultados	Artículos relevantes seleccionados
Google Scholar	210	27
SCOPUS	165	19
BASE	142	23
Total	517	69

La revisión de literatura reveló una tendencia creciente en la implementación de proyectos de electrificación rural con energías renovables en la región, especialmente en la última década. Se

Análisis de casos para el desarrollo de Electrificación Rural por medio del uso de Energías Renovables

identificó el uso de diversas tecnologías de energías renovables, como solar fotovoltaica, eólica, biomasa, pequeñas centrales hidroeléctricas y sistemas híbridos. Los principales desafíos identificados incluyen aspectos técnicos, económicos, sociales, ambientales y regulatorios.

Tabla 5: Selección de casos de estudio representativos

Caso de estudio	Ubicación	Tecnología	Tamaño	Impacto
Central Solar Fotovoltaica San Martín	Perú	Solar FV	Comunitario (440,000 hogares)	Alto socioeconómico y ambiental
Proyecto Eólico Oaxaca II-III-IV	México	Eólica	Comunitario (700,000 hogares)	Alto socioeconómico y ambiental
Proyectos de Autogeneración de Energía Eléctrica	Bolivia	Solar FV	1,200 hogares	Alto socioeconómico y ambiental
PROVEFRUT	Ecuador	Solar FV	Empresa procesadora	Bajo impacto
Parque Eólico Minas de Huascachaca	Ecuador	Eólica	90,000 hogares	Alto socioeconómico y ambiental
Central Eólico Villonaco	Ecuador	Eólica	30,000 hogares	Alto socioeconómico y ambiental
Parque Eólico San Cristóbal	Ecuador	Eólica	150 hogares	Moderado impacto

Luego se procedió a realizar un análisis comparativo en profundidad de los 7 casos de estudio seleccionados, evaluando aspectos técnicos, económicos, sociales, ambientales y regulatorios.

Se identificaron los siguientes factores clave de éxito:

- Participación activa de las comunidades locales.

Análisis de casos para el desarrollo de Electrificación Rural por medio del uso de Energías Renovables

- Adaptación a las condiciones y necesidades específicas de cada zona.
- Establecimiento de marcos regulatorios y políticas de apoyo adecuadas.

Los principales desafíos comunes identificados fueron:

Tabla 6: Principales desafíos

Desafíos técnicos	Desafíos económicos	Desafíos sociales	Desafíos ambientales	Desafíos regulatorios
Integración de sistemas distribuidos	Altos costos iniciales de inversión	Barreras culturales	Gestión de impactos ambientales	Falta de políticas y regulaciones adecuadas
Gestión de la intermitencia de fuentes renovables	Necesidad de modelos de financiamiento innovadores	Falta de participación comunitaria	Conservación de ecosistemas	Barreras burocráticas y administrativas
Almacenamiento de energía	Acceso a financiamiento	Falta de capacitación	Mitigación del cambio climático	Falta de incentivos y subsidios

Discusión

En primer lugar, la revisión de la literatura destaca la creciente importancia y adopción de soluciones de energías renovables para la electrificación de zonas rurales remotas en la región. Esto refleja el reconocimiento de los beneficios sociales, económicos y ambientales que estas tecnologías pueden aportar, así como su potencial para abordar los desafíos de acceso a la energía en áreas aisladas.

Los casos de estudio seleccionados demuestran una amplia gama de tecnologías de energías renovables utilizadas, como la solar fotovoltaica, la eólica, la biomasa y las pequeñas centrales hidroeléctricas, lo que indica la versatilidad y adaptabilidad de estas soluciones a las condiciones locales de cada región. Además, los proyectos analizados varían en tamaño, desde soluciones domésticas hasta microrredes comunitarias, lo que sugiere la necesidad de enfoques flexibles y escalables.

El análisis comparativo de los casos de estudio reveló factores clave de éxito que deben ser considerados en futuros proyectos. La participación activa de las comunidades locales y la adaptación a sus necesidades específicas fueron elementos cruciales para el éxito de estos proyectos. Además, el

Análisis de casos para el desarrollo de Electrificación Rural por medio del uso de Energías Renovables

establecimiento de marcos regulatorios y políticas de apoyo adecuadas desempeñó un papel fundamental en la facilitación y promoción de estas iniciativas.

Los desafíos identificados, como los altos costos iniciales de inversión, la necesidad de modelos de financiamiento innovadores, la gestión de la intermitencia de ciertas fuentes renovables, y la superación de barreras culturales y de capacitación, resaltan la importancia de abordar estos aspectos de manera integral para garantizar la sostenibilidad y escalabilidad de los proyectos de electrificación rural con energías renovables.

En cuanto a la factibilidad del desarrollo de la electrificación rural por medio del uso de energías renovables en Ecuador, los hallazgos sugieren que es una opción viable y prometedora. El país cuenta con un abundante potencial en recursos naturales, como altos niveles de radiación solar, diversidad geográfica y climática favorable para el aprovechamiento de fuentes renovables como la solar fotovoltaica, la eólica, la biomasa y las pequeñas centrales hidroeléctricas.

Además, los casos de estudio analizados en Ecuador, como el Parque Eólico Minas de Huascachaca, la Central Eólico Villonaco y el Parque Eólico San Cristóbal, demuestran la viabilidad técnica y los impactos positivos que estos proyectos pueden tener en términos de acceso a la energía, mejora de la calidad de vida y contribución a la mitigación del cambio climático.

Sin embargo, también se identificaron desafíos significativos que deben ser abordados para promover una implementación más amplia y sostenible de estas soluciones en Ecuador. Los altos costos iniciales de inversión y la necesidad de modelos de financiamiento innovadores son aspectos críticos a considerar, especialmente en zonas rurales con recursos económicos limitados.

Otro desafío clave es la superación de las barreras sociales, culturales y regulatorias. La participación activa de las comunidades locales, la educación y la capacitación son fundamentales para fomentar la aceptación y el uso adecuado de estas tecnologías. Además, el establecimiento de marcos regulatorios y políticas de apoyo adecuadas por parte del gobierno ecuatoriano es esencial para facilitar y promover estas iniciativas.

Es importante destacar que, si bien el caso de estudio PROVEFRUT en Ecuador mostró un impacto socioeconómico bajo, este fue un proyecto a pequeña escala enfocado en una empresa procesadora de vegetales. Por lo tanto, no debe considerarse representativo del potencial general de la electrificación rural con energías renovables en el país.

Conclusiones

Se ha demostrado que la electrificación rural mediante el uso de energías renovables es una opción viable y prometedora para abordar los desafíos de acceso a la energía en áreas remotas y aisladas de Latinoamérica. Los casos analizados han evidenciado los beneficios sociales, económicos y ambientales que estas tecnologías pueden aportar, incluyendo la mejora de la calidad de vida, el desarrollo de actividades productivas y la mitigación del cambio climático.

También, los resultados del análisis comparativo han resaltado la importancia de enfoques integrales que combinen soluciones técnicas con estrategias de desarrollo comunitario, fortalecimiento institucional y consideraciones ambientales. La participación activa de las comunidades locales, la adaptación a las condiciones y necesidades específicas de cada zona, y el establecimiento de marcos regulatorios y políticas de apoyo adecuadas han sido identificados como factores clave de éxito.

En cuanto a Ecuador, se ha comprobado que el país cuenta con un abundante potencial en recursos naturales, como altos niveles de radiación solar, diversidad geográfica y climática favorable, lo que lo convierte en un territorio idóneo para el aprovechamiento de fuentes renovables como la solar fotovoltaica, la eólica, la biomasa y las pequeñas centrales hidroeléctricas. Los casos de estudio analizados en el país, como el Parque Eólico Minas de Huascachaca, la Central Eólico Villonaco y el Parque Eólico San Cristóbal, han demostrado la viabilidad técnica y los impactos positivos que estos proyectos pueden tener.

Sin embargo, es esencial abordar los desafíos identificados, como los altos costos iniciales de inversión, la necesidad de modelos de financiamiento innovadores, la gestión de la intermitencia de ciertas fuentes renovables, y la superación de barreras sociales, culturales y regulatorias. La educación, la capacitación y el establecimiento de políticas de apoyo adecuadas por parte del gobierno ecuatoriano son fundamentales para facilitar la adopción generalizada de estas tecnologías.

Referencias

1. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), "El estado de la energía renovable en América Latina y el Caribe," 2019. [Online]. Disponible: <https://www.fao.org/3/ca5404es/ca5404es.pdf>
2. M. Moner-Girona et al., "Adaptación de la energía solar fotovoltaica para electrificación rural sostenible," *Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 44, pp. 1-28, 2019.

3. Banco Mundial, "Acceso a la electricidad (% de la población)," 2022. [Online]. Disponible: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.ZS?locations=EC>
4. G. Calderón-Hinojosa et al., "Electrificación rural fotovoltaica en la Amazonía ecuatoriana: un análisis de prefactibilidad técnica y económica," *Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 45, pp. 1-12, 2020.
5. A. Uribe-Bohórquez, M. P. Guillo-Villegas, y J. A. Hernández-Niño, "Análisis de alternativas de electrificación rural con energías renovables en la región Caribe colombiana," *Prospectiva*, vol. 17, no. 2, pp. 145-160, 2019.
6. M. J. Sánchez-Lozano et al., "Evaluación del potencial de energía solar fotovoltaica en Ecuador," *Energías Renovables*, vol. 15, no. 1, pp. 1-12, 2022.
7. R. Pereira et al., "Evaluación del potencial de energías renovables en Ecuador," *Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 47, pp. 28-43, 2021.
8. Acuerdo de París, Naciones Unidas, 2015. [Online]. Disponible: https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
9. M. Fuentes-Valencia, J. C. Herrera-Herrera, y M. A. Pardo-Gasca, "Impacto ambiental de la electrificación rural con energías renovables," *Revista Iberoamericana de Ciencias*, vol. 8, no. 5, pp. 1-18, 2021.
10. P. Maza-Sarmiento y J. L. Fernández-Reyes, "Electrificación rural con energías renovables y desarrollo socioeconómico: un estudio de caso en Ecuador," *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, vol. 47, no. 140, pp. 35-57, 2021.
11. A. J. Aristizábal, C. A. Garzón, y C. J. Álvarez, "Aplicaciones productivas de la electrificación rural con energías renovables en comunidades indígenas de Colombia," *Revista Energética*, vol. 55, pp. 33-48, 2020.
12. J. A. Alzate-Gómez, C. A. Ramos-Paja, y A. Gómez-Londoño, "Integración de sistemas de energía renovable distribuida para electrificación rural: desafíos técnicos y soluciones," *Revista IEEE América Latina*, vol. 19, no. 5, pp. 803-814, 2021.
13. B. van Campen, D. Guidi, y G. Best, "Financiamiento de proyectos de electrificación rural con energías renovables en América Latina," *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*, 2022.

pais/#::~text=Adem%C3%A1s%2C%20cuando%20inicie%20operaciones%20en,ciudad%20de%20aproximadamente%20120.000%20habitantes.

23. M. González, “Parque Eólico San Cristóbal cumple 15 años en operación,” Empresa Eléctrica De Galápagos, Sep. 30, 2022. <https://www.elecgalapagos.com.ec/2022/09/27/parque-eolico-san-cristobal-cumple-15-anos-en-operacion/>

©2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).