



Alternativas de generación eléctrica en Ecuador: retos y desafíos

Electricity generation alternatives in Ecuador: challenges and challenges

Alternativas de geração de eletricidade no Equador: desafios e desafios

Sandra Marisol Chasiluisa-Yanchatuña^I
smchasiluisa@espe.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-8211-7532>

Yulissa Cecibel León-Troya^{II}
ycleon@espe.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-2185-0884>

Hugo Marcelo Caicedo-Romero^{III}
hmcaicedo@espe.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9698-0204>

William Mauricio López-Villavicencio^{IV}
wmlopez1@espe.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-6274-2539>

Correspondencia: smchasiluisa@espe.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 05 de agosto de 2024 * **Aceptado:** 29 de septiembre de 2024 * **Publicado:** 14 de octubre de 2024

- I. Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.
- II. Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.
- III. Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.
- IV. Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.

Resumen

La producción de energía es insuficiente ante el aumento de la demanda con el agravante de que cada día la energía fósil acrecienta el cambio climático, que se traduce en una reducción de las precipitaciones y aumento de la sequía, afectando la oferta de energía eléctrica, lo que ocasiona constantes racionamiento, que afectan la producción económica y la calidad de vida de los ecuatorianos. Ante esta situación se analizaron las alternativas de generación eléctrica sustentable, para lo cual se determinó. La oferta y demanda de electricidad a 2018-2023 y las condiciones de viento, radiación y precipitaciones para la producción de energía eólica, solar e hidroeléctrica. Los resultados muestran que ante el aumento de la sequía la energía hidroeléctrica no es viable por lo que se deben aprovechar las condiciones tropicales que generan altas velocidades de viento y radiación para fomentar un aumento en la producción de energía solar y eólica con el reto de que se deben reducir los costos aumentar su capacidad de generación y cobertura para modificar su uso y aumentar la oferta eléctrica ecuatoriana de manera de potenciar el desarrollo económico del país y reducir el déficit actual con fuentes de generación eléctrica no contaminantes que reduzca el riesgo de calentamiento global y cambio climático sea de bajo costo y que llegue a todas las regiones geográficas del Ecuador, las cuales que por condiciones geográficas como los andes ecuatorianos o de lejanía como la región insular no tienen acceso al servicio eléctrico convencional.

Palabras clave: electricidad; déficit; generación; déficit; oferta; sostenibilidad.

Abstract

Energy production is insufficient in the face of increased demand, with the aggravating factor that every day fossil energy increases climate change, which translates into a reduction in rainfall and an increase in drought, affecting the supply of electrical energy, which which causes constant rationing, which affects economic production and the quality of life of Ecuadorians. Given this situation, the alternatives for sustainable electrical generation were analyzed, for which it was determined. The supply and demand of electricity for 2018-2023 and the conditions of wind, radiation and precipitation for the production of wind, solar and hydroelectric energy. The results show that feeling the increase in drought, hydroelectric energy is not viable, so tropical conditions that generate high wind speeds and radiation must be taken advantage of to encourage an increase in the production of solar and wind energy with the challenge that Costs must be reduced, its generation capacity and coverage must be increased to modify its use and increase the Ecuadorian

electricity supply in order to enhance the economic development of the country and reduce the current deficit with non-polluting sources of electricity generation that reduce the risk of global warming. and climate change is low cost and reaches all geographical regions of Ecuador, which due to geographical conditions such as the Ecuadorian Andes or remoteness such as the island region do not have access to conventional electrical service.

Keywords: electricity; deficit; generation; deficit; offer; sustainability.

Resumo

A produção de energia é insuficiente face ao aumento da procura, tendo como agravante que a cada dia a energia fóssil aumenta as alterações climáticas, o que se traduz na redução das chuvas e no aumento da seca, afectando a oferta de energia eléctrica, o que provoca racionamentos constantes, que afeta a produção econômica e a qualidade de vida dos equatorianos. Diante desta situação, foram analisadas as alternativas de genética elétrica sustentável, para as quais foi determinada. A oferta e a procura de eletricidade para 2018-2023 e as condições de vento, radiação e precipitação para a produção de energia eólica, solar e hidroelétrica. Os resultados mostram que sentindo o aumento da seca, a energia hidrelétrica não é viável, portanto as condições tropicais que geram altas velocidades de vento e radiação devem ser aproveitadas para incentivar o aumento da produção de energia solar e eólica com o desafio de que os custos devem ser reduzida, sua capacidade de geração e cobertura devem ser aumentadas para modificar seu uso e aumentar o fornecimento de eletricidade equatoriano, a fim de melhorar o desenvolvimento econômico do país e reduzir o déficit atual com fontes de geração de eletricidade não poluentes que reduzam o risco de aquecimento global . e as mudanças climáticas são de baixo custo e atingem todas as regiões geográficas do Equador, que devido às condições geográficas, como os Andes equatorianos, ou ao afastamento, como a região insular, não têm acesso ao serviço elétrico convencional.

Palavras-chave: eletricidade; déficit; geração; déficit; oferecer; sustentabilidade.

Introducción

El desarrollo industrial y tecnológico es necesario para impulsar el crecimiento de los pueblos, sin embargo, este requiere de contar con suficiente oferta de energía eléctrica para impulsar el mismo, la cual se ha basado en la energía fósil, lo que aumenta las emisiones de CO₂, conllevando al

calentamiento global y trayendo como consecuencia aumento de las frecuencias de eventos extremos como inundaciones y sequías (Aguilar et al., 2020; Rodas et al., 2023)

Las consecuencias del cambio climático han sido evidentes en Ecuador, debido a como se mencionó en el párrafo anterior que han aumentado las sequías como consecuencias de la disminución de precipitaciones, incrementado la frecuencia de eventos extremos como inundaciones con consecuencias ambientales, económicas y hasta la vida de las personas, afectando principalmente la producción agrícola (Logroño y Barriga, 2020) y la generación de energía hidroeléctrica.

Es por ello que el desafío se centra en buscar alternativas sustentables basados en el uso de la energía hidroeléctrica, aprovechando que Ecuador por ubicarse dentro de cuenca amazónica posee una importante reserva de agua, pero debido a la sequía la capacidad de los embalses ha mermado afectado el suministro eléctrico y llevando a racionamiento, dado que de acuerdo a Naranjo (2022), a hidroelectricidad es la mayor fuente renovable globalmente utilizada, para el 2020 ésta constituye el 77% de la matriz energética renovable existente en Ecuador.

Otras fuentes que han sido probadas con éxito son la energía solar y la eólica, cuyo potencial en Ecuador es importante considerando los altos valores de radiación y velocidades del viento por estar en una zona tropical, en este sentido Yajamin et al., (2023), señalan que el país tiene un alto potencial de energía solar debido a su ubicación en la zona intertropical, con una capacidad fotovoltaica estimada de más de 15 GW, mientras que Armijo et al., (2023) señalan que a pesar de que la producción eólica está rezagada Ecuador el País ha incrementado su capacidad de generación eléctrica de las centrales eólicas existentes de 2,40 MW del 2007 a 21,15 MW en el 2021,

Los beneficios de nuevas fuentes de energía además de aumentar la oferta es reducir el impacto ambiental y ofrecer energía limpia llegando a zona de difícil acceso que carecen del servicio eléctrico, pero que tienen el potencial para lograr un desarrollo económico sostenible basado en la producción agrícola y turístico (Flores y Velez, 2022; Esmeraldas *et al.*, 2024), siendo el principal desafío a mediano y largo plazo es reducir los costos para masificar este tipo de energía, dado que los primeros beneficiarios serán los habitantes de las regiones rurales que presentan elevados niveles de pobreza

Considerando la problemática planteada el objetivo de esta investigación es analizar los beneficios y las limitaciones de los sistemas de energía eléctrica que pueden ser implementados en Ecuador

tomando como premisas que satisfagan la demanda, sean de bajo costo y minimicen el impacto ambiental, especialmente los asociados al calentamiento global y el cambio climático

Materiales y métodos

El enfoque de la presente investigación es de tipo cuantitativos basados. Se hizo un análisis comparativo entre los sistemas de generación eléctrica alternativos como hidroeléctrico, eólica, solar y basado en biogás. El análisis se apoyó en indicadores de producción y consumo eléctrico, así como datos ambientales de riesgos de sequía, radiación solar y velocidad del viento tomando datos de fuentes como, INEC, Ministerio de energía y minas, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica Corporación eléctrica del Ecuador (CELEP) y centro nacional de control de energía (CENACE) los cuales se detallan a continuación

Análisis de la demanda y oferta eléctrica en Ecuador periodo 2018-2022

La metodología de búsqueda fue mediante consulta de datos al INEC Ministerio de energía y minas, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica Corporación eléctrica del Ecuador (CELEP) y centro nacional de control de energía (CENACE) de 2016 a 2023 donde se analizaron los de producción y consumo eléctrico, así como datos ambientales de riesgos de sequía, radiación solar y velocidad del viento los cuales se definen a continuación

Generación eléctrica: cantidad de electricidad producida anualmente, expresada en GWh.

Consumo eléctrico: cantidad de electricidad consumida anualmente por clientes residenciales y comerciales, expresada en GWh.

Energía hidroeléctrica: cantidad de electricidad producida anualmente a partir del agua. expresada en GWh.

Energía fotovoltaica: cantidad de electricidad producida anualmente a partir de energía solar. expresada en GWh.

Energía eólica: cantidad de electricidad producida anualmente a partir del viento. expresada en GWh.

Cobertura eléctrica: indica las zonas del país que son atendidas en los diferentes niveles por el servicio eléctrico expresado en porcentaje (%)

Análisis de las condiciones ambientales en Ecuador periodo 2016-2024

Ámbito y periodo de la investigación

Para la investigación se tomó eje centro el sistema eléctrico ecuatoriano, para la comparación de las variables a evaluar tomando datos nacionales de las cuatro regiones del país Sierra, costa, Amazonia e Insular, para el periodo comprendido entre 2016 y 2023 para todas las fuentes de generación eléctrica.

Criterio de inclusión y exclusión

Se incluyeron datos de indicadores educativos de todas las regiones geográficas con acceso al sistema eléctrico, tanto clientes residenciales como comerciales, considerando tanto las fuentes de generación no renovable como aquellas de tipo renovable como la hidroeléctrica, eólica, solar y otras, fueron excluidos para el análisis de datos la información de años previos al 2016 y generados después de diciembre de 2023.

VARIABLES EVALUADAS Y FUENTES DE INFORMACIÓN

Se consideraron variables referentes a la generación de electricidad en Ecuador entre 2016 y 2023 y la fuente usada para su producción, a partir de datos obtenidos de INEC, Ministerio de energía y minas, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica Corporación eléctrica del Ecuador (CELEP) y centro nacional de control de energía (CENACE)

Valores de comparación

Se compararon variables de producción y consumo eléctrico, así como datos ambientales de riesgos de sequía, radiación solar y velocidad del viento asociados al potencial, para la producción de no renovable como aquellas de tipo renovable como la hidroeléctrica, eólica, solar y otras, así como los indicadores de generación de electricidad analizados en términos de los cambios interanuales y tipo fuente de generación

Tipo de salida

Se obtuvieron resultados a través del análisis de la producción y consumo eléctrico. Se realizaron gráficos en el programa Excel donde se comparan variables referentes a cantidad de electricidad

producida anualmente, cantidad de electricidad consumida anualmente por clientes residenciales y comerciales; cantidad de electricidad producida anualmente a partir del agua; cantidad de electricidad producida anualmente a partir de energía solar; cantidad de electricidad producida anualmente a partir del viento y cobertura del servicio eléctrico en zonas urbanas y rurales del Ecuador.

Análisis de los datos

Se empleó la estadística descriptiva basada en los valores promedios para establecer si existieron variaciones en la generación y consumo eléctrico, así como en la producción a partir de fuentes de tipo renovable como la hidroeléctrica, eólica, solar y otras, así como los indicadores de generación de electricidad analizados en términos de los cambios interanuales y tipo fuente de generación

Resultados

Los resultados de la figura 1 muestran que tanto la demanda como la generación eléctrica han aumentado progresivamente en Ecuador producto del crecimiento demográfico y el desarrollo económico con un consumo que pasó de menos de 20000 GWh en 2016 a más de 25000 GWh en 2023 y con una generación de electricidad que a partir de 2019 supera los 30000 GWh

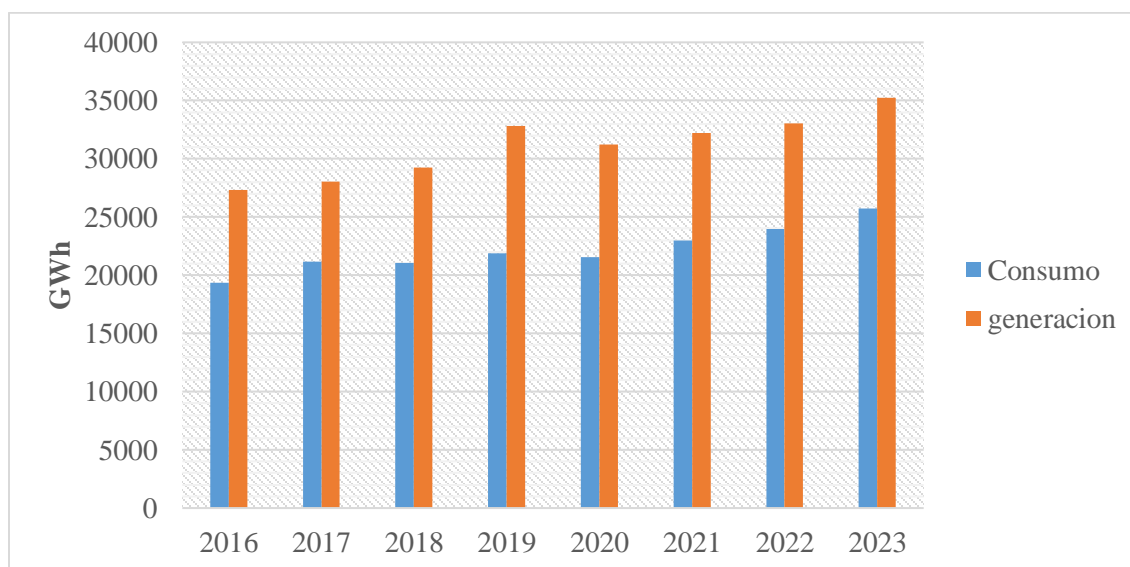


Figura 1. Consumo y generación eléctrica en Ecuador entre 2016-2023.

El sistema eléctrico ecuatoriano posee la bondad que alcanza una cobertura superior al 97% (Figura 2) sin embargo ese 3% que no tiene acceso al sistema eléctrico formal está ubicado en zonas rurales de difícil acceso, pero con potencial para la producción agrícola y turística, pero que además tienen el potencial para producir electricidad a partir de fuentes renovables.

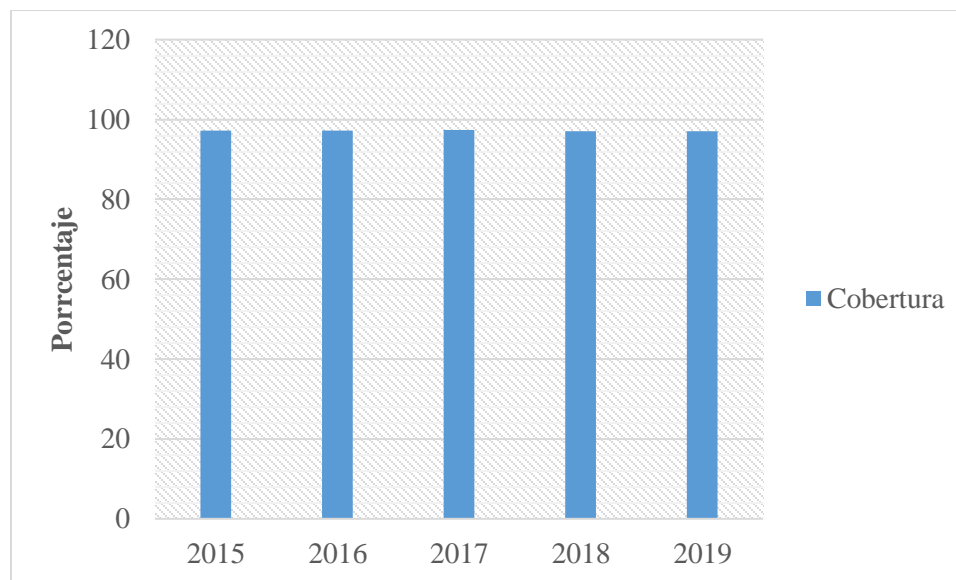


Figura 2. Cobertura de la generación eléctrica en Ecuador entre 2016-2023.

Aunque la generación eléctrica está en crecimiento se reportan en el país fallas en el suministro como consecuencias de la distribución y con otro problema que la mayor parte es dependiente debería fósil, que produce 25000 de los 30000 GWh que requiere el sistema eléctrico ecuatoriano (83 %), mientras que en la tabla 1, se observa que 17 % aproximadamente es producido por energía hidráulica, biomasa, solar, eólica y a partir de biogás.

Tabla 1. Generación de electricidad en Ecuador (GWh) a partir de fuentes renovables

Fuente	Plantas	Generación
Hidráulica	71	5041
Biomasa	3	136,4
Eólica	3	21,15
Solar	34	26,74
Biogás	2	6,5

Como se observó en la tabla 1 la mayoría de la generación eléctrica sustentable depende de la energía eléctrica, la cual junto a la eólica son las únicas que han mantenido un aumento progresivo, observando en la tabla 2, que, para el caso de la energía hidroeléctrica, el pico máximo se alcanzó en 2023 con 5193 GWh, mientras en ese mismo año para la energía eólica se logró una generación de 71,13 GWh.

Tabla 2. Generación de electricidad en Ecuador (GWh) a partir de fuentes renovables entre 2016 y 2023.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Hidráulica	4446	4515	5066	5076	5098	5106	5191	5193
Biomasa	144,3	144,3	144,3	144,3	144,3	144,3	144,3	144,3
eólica	21,15	21,15	21,15	21,15	21,15	21,15	53,15	71,13
Solar	26,48	26,48	27,63	27,63	27,53	27,65	28,65	29,06
Biogás	2	7,26	7,26	7,26	7,26	8,32	8,32	8,32

En el caso de la energía hidroeléctrica las fallas se deben al aumento de los riesgos de sequía como consecuencias del cambio climático y que afectan con ello la capacidad de producción, que causa déficit para satisfacer la demanda residencial e industrial, lo que lleva al comportamiento mostrado en la figura 3, donde se evidencia una brecha entre la generación total y la obtenida de fuentes renovables.

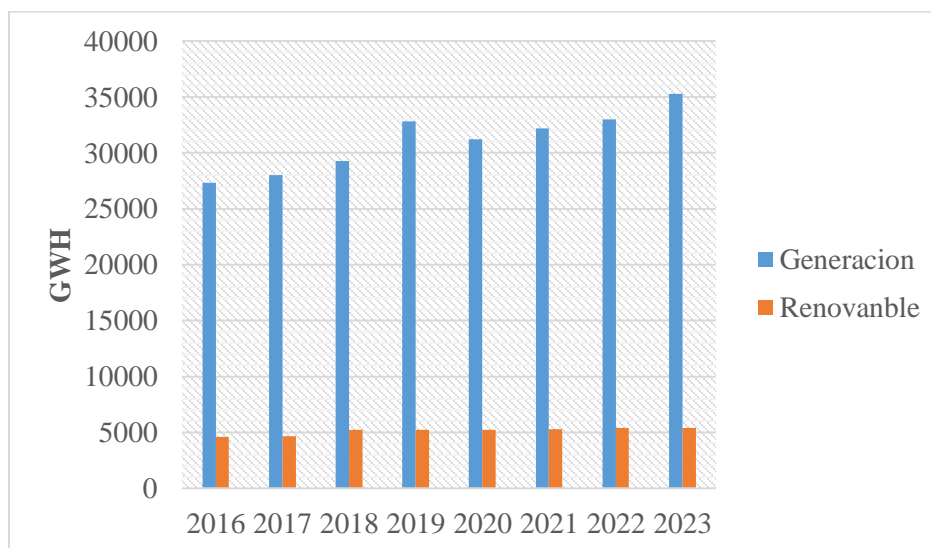


Figura 3. Comparación de la generación de electricidad en Ecuador (GWh) a partir de fuentes renovables y no renovables entre 2016 y 2023.

A pesar de que la generación eléctrica de tipo eólica y solar representa el mejor porcentaje de la generación total, el potencial de su producción es alta debido a que Ecuador cuenta con zonas con velocidades del viento que favorecen la producción eólica. Las estimaciones del potencial eólico del país contempladas en el Atlas Eólico del Ecuador, producto del trabajo realizado por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, indican que el potencial disponible bruto total es de aproximadamente 1.670MW con un potencial factible a corto plazo de 884MW, considerando zonas con velocidades de viento con promedio de 7 m/s, que generarían una energía media de 2.869 GWh y de 1.518GWh de media anual respectivamente para los casos del potencial bruto y factible, cuyos datos se observan en la figura 4

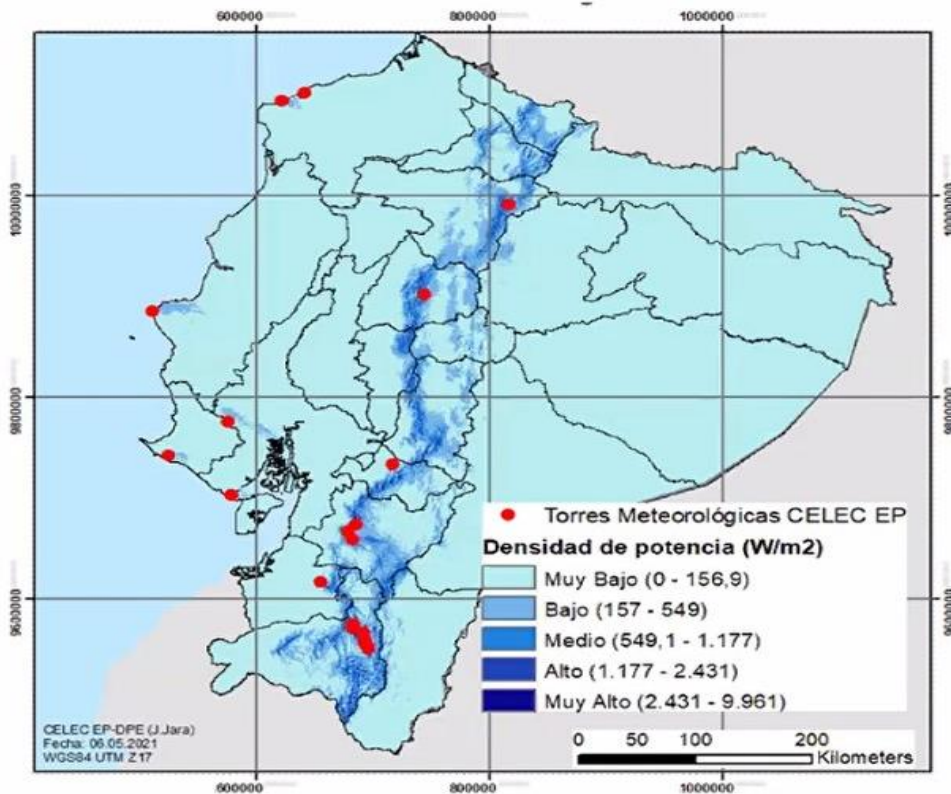


Figura 4. Mapa de producción eólica del Ecuador

Con respecto a la generación solar en la figura 5, se observa que el mapa de radiación en Ecuador presenta valores altos de la misma en todo el país, con pocas variaciones entre sitio y época del año, lo que constituye nunca fuente de producción segura durante todo el año, lo que hace que el promedio anual de radiación solar sea elevado, con valores entre los 4-6 Kwh/m² lo que implica disponer de una capacidad para el desarrollo de proyectos fotovoltaicos de alrededor de 9MWp. En este orden de ideas, el Atlas Solar del Ecuador con fines de generación eléctrica, indica que la insolación directa promedio del Ecuador continental es de 2,54 Wh/m²/día, con insolación difusa de 2,03 Wh/m²/día y con un promedio de insolación global de 4,575 Wh/m²/día

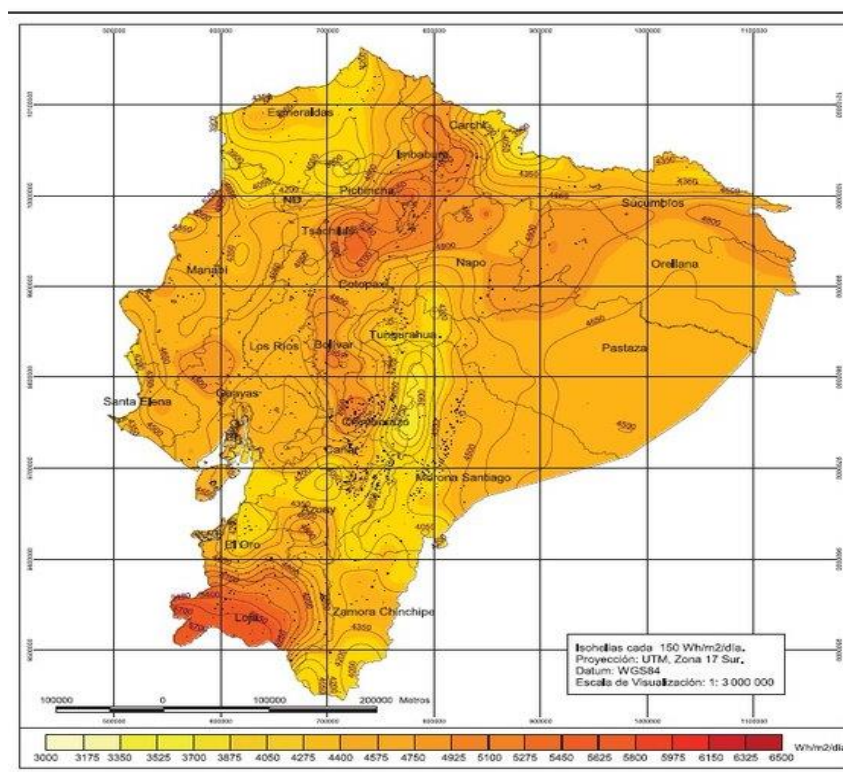


Figura 5. Irradiación Solar Global del Ecuador de acuerdo al atlas Solar del Ecuador para la generación eléctrica

Discusión

Los resultados basados en datos públicos INEC, Ministerio de energía y minas, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica Corporación eléctrica del Ecuador (CELEP) y centro nacional de control de energía (CENACE) revelan en primer lugar que la demanda de energía eléctrica en Ecuador ha aumentado en los últimos años como consecuencias del crecimiento

demográfico y una mayor actividad económica, lo que conlleva a que se debe incrementar la generación que el caso ecuatoriano es dependiente en gran parte de la oferta de energía hidroeléctrica que cuenta con 71 plantas existentes (Guarderas y Vásquez, 2022; Hernández, 2022).

Parte de esa demanda eléctrica es satisfecha por plantas termoeléctrica, las cuales son insuficientes además de ser una fuente de emisión de CO₂ que agrava los problemas de calentamiento global y cambio climático, aunque la generación se ha incrementado en los últimos años, pero existen dos problemas, que son las pérdidas que ocurren en el sistema de distribución eléctrica y la disminución de parte de generación hidroeléctrica como consecuencias de las sequías, como ocurre en otros países (Navas *et al.*, 2020; Bacca y Toro, 2021)

Como se mencionó anteriormente, que parte de la oferta eléctrica ha sido sustituida por centrales hidroeléctrica la cual es sustentable y aprovecha el recurso hídrico, local el cambio climático que reduce las precipitaciones y aumenta las sequías ha afectado la capacidad de los embalses y la oferta eléctrica trayendo como consecuencias racionamiento eléctricos, que afectan la calidad de vida de los ecuatorianos y la capacidad productivo de la industria nacional, similar a lo que ha ocurrido en países vecinos (Martínez *et al.*, 2020; Contreras y Frere, 2022)

Dado esta situación se deben buscar alternativas sustentables, afortunadamente los datos climáticos revelan que los datos de radiación y velocidad del viento hacen posible el uso masivo de otras fuentes de energía, tal como se observa en el atlas de energía solar y eólica (Guerra *et al.*, 2022), sin embargo, en el Ecuador los esfuerzos han sido puntuales, existiendo 34 plantas de energía solar y 3 de energía eólica, que se concentran principalmente en las islas galápagos (Burbano y Narváez, 2021)

A pesar de la necesidad de generar nuevas fuentes de energía y que se cuenta con las condiciones climáticas idóneas (Pizarro *et al.*, 2024) los altos costos de estas han impedido su masificación, la cual se ha centrado en esfuerzo aislado para impulsar la energía eólica y solar de manera experimental o en zonas rurales que por sus condiciones de relieve y de clima no tienen acceso al sistema eléctrico convencional, pero que a largo plazo es una alternativa que pudiese solucionar los problemas de contaminación y racionamiento eléctrico (Alcívar y Guerrero, 2023).

Basado en los resultados obtenidos y en función de las potencialidades climáticas del país, los problemas a solucionar y las limitaciones presentadas, los retos y el desafío futuro están en aumentar la oferta eléctrica ecuatoriana de manera de potenciar el desarrollo económico del país y

reducir el déficit actual con fuentes de generación eléctrica no contaminantes que reduzca el riesgo de calentamiento global y cambio climático sea de bajo costo y llegue a todas las regiones geográficas del Ecuador.

Conclusiones

La demanda de energía eléctrica en Ecuador ha aumentado producto del crecimiento económico y demográfico, siendo la capacidad actual insuficiente debido a las sequías que limitan la producción hidroeléctrica, la cual es la principal fuente de energía renovable con que cuenta el país, lo que trae consecuencias sobre la calidad de vida de la población y afecta la competitividad de la economía ecuatoriana, problema que se ha acrecentado en los últimos años.

La producción de electricidad basada en energía fósil es inviable debido al impacto ambiental negativo, dado que aumenta las emisiones de CO₂ y los riesgos de cambio climático como consecuencias del calentamiento global, lo que se ha observado en el Ecuador por una marcada disminución de las precipitaciones y un incremento en la ocurrencia de eventos adversos como las inundaciones y sequías extremas estas últimas que afectan la red de generación hidroeléctrica del país.

La energía eólica y solar son una alternativa sostenible basada en las condiciones climáticas del Ecuador al ser un país tropical y tener el potencial para producir electricidad basado en altos valores de radiación y velocidad del viento, siendo el reto a superar aumentar la generación y reducir los costos para sustituir las fuentes tradicionales de generación eléctrica, lo cual además de garantizar el suministro disminuye los problemas de contaminación.

Referencias

1. Aguilar, S. A. V., Ceferino, C. C. M., & Copo, H. F. B. (2020). Evidencias del cambio climático en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(1), 72-76.
2. Alcívar, M. I. M., & Guerrero, R. J. A. (2023). Emisión de CO₂ por la generación de electricidad en el Ecuador durante el período 2012-2022. *Revista Social Fronteriza*, 3(2), 169-178.

3. Armijo, L. A. U., Masaquiza, J. U. M., Carrión, J. M. P., & Jácome, M. G. M. (2023). Revisión documental de la energía eólica para la generación de energía eléctrica en el Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 6714-6734.
4. Bacca-García, J. O., & Toro, J. (2021). Análisis de la vulnerabilidad de la hidroelectricidad en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 24(Supl2), 27-45.
5. Burbano, V., & Narváez, R. (2021). Evaluación de la pre factibilidad para la generación de energía eléctrica mediante la sinergia entre las energías eólica y almacenamiento por bombeo de agua en la isla San Cristóbal-Galápagos. *Revista Técnica energía*, 17(2), 29-43.
6. Contreras, J. A. B., & Frere, J. R. E. (2022). Estudio de variables que inciden en la crisis eléctrica en Venezuela: Un análisis necesario. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(8), 3072-3087.
7. Esmeraldas, E. D. C. O., Barberán, V. N., & Molina, L. D. Z. (2024). Desarrollo sostenible e intervención social y productiva en el sitio rural "Pajonal" del cantón Sucre, Ecuador. *Revista Multidisciplinaria Voces de América y el Caribe*, 1(1), 244-261.
8. Flores-Salavarría, J. A., & Vélez-Quiroz, A. M. (2022). Estrategias para la mejora energética en comunidades rurales del cantón Chone de la provincia de Manabí, Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 8(1), 39-55.
9. Guarderas, G., & Vasquez, R. L. (2022). Enfoque estratégico de los recursos renovables para generación eléctrica en el Ecuador. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, 7(2), 14-14.
10. Guerra Chávez, J. D., Molina Guzmán, J. C., Morocho Caiza, A. F., & Morales Gordón, J. L. (2022). Propuesta de una planta fotovoltaica de 824, 86 MW en Manabí, Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 9(1), 85-100.
11. Hernández, F. N. P. (2022). Fuentes energéticas renovables en Ecuador. Perspectivas a futuro. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(3), 3.
12. Logroño, I. S. L., & Barriga, A. M. (2020). Percepción social del cambio climático en un valle interandino en la Sierra del Ecuador. *Espacio y Desarrollo*, (36), 101-134.
13. Martínez, A. P. P., Parejo, I. B., & Carrillo, C. J. B. (2020). Oportunidades y crisis en la empresa de energía eléctrica de Sincelejo. *Aglala*, 11(S-1), 123-141.

14. Naranjo-Silva, S., Guerrero, D. J. P., & del Castillo, J. Á. (2022). Costo comparativo por kilovatio de los últimos proyectos hidroeléctricos en Ecuador. *Revista InGenio*, 5(1), 22-34.
15. Naranjo-Silva, S. (2024). Una perspectiva del desarrollo hidroeléctrico en Ecuador: pasado, presente y futuro. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 39(1), 63-77.
16. Navas, S., del Jesus, M., Paz, J., Turienzo, E., Díez-Sierra, J., & Peña, N. (2020). Efectos del cambio climático en el recurso hídrico de los países andinos. *Ingeniería del agua*, 24(4), 219-233.
17. Pizarro, A. M. V., Viscaíno, J. F. M., Jaramillo, F. Y. V., & Granda, A. D. C. V. (2024). Desarrollo sostenible de Ecuador a través del desarrollo de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable. *RECIMUNDO*, 8(2), 103-113.
18. Rodas Bustamante, M. C., Timbe Castro, L. M., & Campozaño Parra, L. V. (2023). Sensibilidad del coeficiente de Manning en la estimación de los niveles de crecida para el mapeo de inundaciones en un río de la región interandina de Ecuador. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 32(1), 35-49.
19. Yajamín, G. S. I., Carrión, D. F. C., Gualán, D. F. V., Zurita, R. C. B., & Carrion, H. D. C. (2023). Evaluación de la actualidad de los sistemas fotovoltaicos en Ecuador: avances, desafíos y perspectivas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 9493-9509.