



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v9i4.3690>

Ciencias de la Computación
Artículo de Investigación

Estado del arte de sistemas fotovoltaicos conectados a la red y tecnologías en el Ecuador

State of the art of grid-connected photovoltaic systems and technologies in Ecuador

Estado da arte em sistemas e tecnologias fotovoltaicas conectadas à rede no Ecuador

Adonis Elías Jiménez López ^I
adonis.jimenez4266@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-8049-2423>

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

Correspondencia: adonis.jimenez4266@utc.edu.ec

***Recibido:** 10 de octubre de 2023 ***Aceptado:** 30 de octubre de 2023 * **Publicado:** 30 de noviembre de 2023

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

Resumen

En este artículo se presenta una revisión actualizada sobre tecnologías y aplicaciones de sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica en Ecuador. Mediante una rigurosa búsqueda y análisis de literatura reciente, se estudian los avances, barreras y perspectivas en cuanto a marcos regulatorios propicios, integración técnica en redes de distribución, así como investigación y desarrollo tecnológico local. Se concluye que, si bien existe un significativo potencial solar en la región costera ecuatoriana, la adopción de la generación fotovoltaica distribuida continúa siendo marginal debido a limitaciones regulatorias, de mercado y técnicas. Si bien las redes actuales poseen cierta capacidad de integración renovable, se requieren mejores estrategias para su incorporación en el medio. En paralelo, se registran valiosos avances locales en sistemas de monitorización y control inteligente para fotovoltaica conectada a red. En suma, es necesario impulsar reformas habilitantes y robustecer capacidades técnicas para materializar efectivamente los beneficios de esta fuente sustentable.

Palabras Claves: Fotovoltaico; Ecuador; Conectado a red; Distribución; Monitoreo.

Abstract

This article presents an updated review on technologies and applications of photovoltaic systems interconnected to the electrical grid in Ecuador. Through a rigorous search and analysis of recent literature, advances, barriers and perspectives are studied in terms of enabling regulatory frameworks, technical integration in distribution networks, as well as local technological research and development. It is concluded that, although there is significant solar potential in the Ecuadorian coastal region, the adoption of distributed photovoltaic generation continues to be marginal due to regulatory, market and technical limitations. Although current networks have a certain capacity for renewable integration, better strategies are required for their incorporation into the environment. In parallel, valuable local advances are being recorded in intelligent monitoring and control systems for grid-connected photovoltaics. In short, it is necessary to promote enabling reforms and strengthen technical capacities to effectively materialize the benefits of this sustainable source.

Keywords: Photovoltaic; Ecuador; Network connected; Distribution; Monitoring.

Resumo

Este artigo apresenta uma revisão atualizada sobre tecnologias e aplicações de sistemas fotovoltaicos interligados à rede elétrica no Equador. Através de uma rigorosa pesquisa e análise da literatura recente, são estudados avanços, barreiras e perspectivas em termos de enquadramentos regulatórios facilitadores, integração técnica em redes de distribuição, bem como pesquisa e desenvolvimento tecnológico local. Conclui-se que, embora exista um potencial solar significativo na região costeira equatoriana, a adoção da geração fotovoltaica distribuída continua a ser marginal devido a limitações regulatórias, de mercado e técnicas. Embora as redes atuais tenham uma certa capacidade de integração renovável, são necessárias melhores estratégias para a sua incorporação no ambiente. Paralelamente, estão a ser registados avanços locais valiosos em sistemas inteligentes de monitorização e controlo para energia fotovoltaica ligada à rede. Em suma, é necessário promover reformas facilitadoras e reforçar as capacidades técnicas para materializar eficazmente os benefícios desta fonte sustentável.

Palavras-chave: Fotovoltaico; Equador; Conectado em rede; Distribuição; Monitoramento.

Introducción

La energía solar fotovoltaica (FV) es una fuente de generación eléctrica renovable, predecible y amigable con el ambiente, que utiliza la radiación solar para producir electricidad mediante el efecto fotovoltaico [1]. Los sistemas FV conectados a la red permiten inyectar esta energía directamente a la red eléctrica existente, contribuyendo así a diversificar y descarbonizar la matriz energética [2], [3].

En Ecuador, la generación eléctrica depende mayoritariamente de centrales hidroeléctricas (cerca del 80% según [4]), las cuales resultan vulnerables a variabilidad hidrológica provocada por fenómenos climáticos [5]. Ante esta situación, las energías renovables como la fotovoltaica cobran relevancia

por sus cualidades de estabilidad en la generación, predictibilidad y sostenibilidad ambiental [6], pudiendo contribuir a compensar los déficits históricos y mejorar la seguridad energética del país [7]. Sin embargo, la capacidad fotovoltaica instalada en Ecuador es aún marginal, totalizando menos del 2% de la potencia total del sistema eléctrico según cifras de 2021 [8]. Si bien el alto potencial solar de la región costera ecuatoriana [9] representa una atractiva oportunidad para proyectos FV a gran escala, también existen significativas brechas y barreras en aspectos regulatorios, incentivos, capacitación, entre otros, que han limitado hasta ahora una mayor penetración de sistemas FV en el sector residencial/comercial [10].

Por otro lado, los recientes avances en tecnologías de monitoreo, control y almacenamiento energético aplicados a sistemas FV, permiten mejorar la gestión de variable de recursos renovables y su integración efectiva a la red [11]–[13]. No obstante, se requiere una mejor comprensión del impacto de la generación FV sobre las redes distribución locales en diferentes escenarios [14], para garantizar niveles óptimos de calidad y confiabilidad del suministro eléctrico ante mayores penetraciones renovables distribuidas [15].

En este contexto, el presente artículo busca realizar un estado del arte sobre tecnologías de sistemas fotovoltaicos conectados a la red en Ecuador, revisando los avances recientes en aspectos regulatorios, técnicos, estudios de caso destacados y perspectivas de esta fuente energética dentro de la matriz eléctrica nacional.

Trabajos relacionados

Diversos estudios se han enfocado en evaluar el potencial de la energía solar FV en Ecuador y su posible contribución a la matriz energética. [8], [16] analizaron ese potencial utilizando datos de irradiancia en varias localidades, concluyendo que la costa ecuatoriana presenta muy buen recurso solar. Estimaron un potencial técnico FV para el país de 96,5 GW. Por su parte, [17] resaltó como barreras la intermitencia de esta fuente y la necesidad de una adecuada planificación de la transmisión.

En materia de aspectos regulatorios y políticas públicas para el sector FV, En [18] revisaron el marco legal vigente, detectando vacíos en cuanto a compensación por excedentes e incentivos. Recomendaron una regulación específica para autoconsumo FV y medición neta. Así también, en [19] analizaron barreras de mercado e institucionales, planteando recomendaciones en varios ejes como concesión de incentivos, educación y programas de financiamiento.

Respecto al impacto de la generación FV en redes de distribución, En [9] simularon escenarios de alta penetración en la provincia de Manabí, concluyendo que niveles superiores al 15% podrían comprometer la estabilidad de voltaje y sobrecarga de transformadores. Por otra parte [20] también estudiaron este impacto, pero en la red de Cuenca, determinando que niveles del 30% son técnicamente viables.

En cuanto a tecnologías de monitoreo y control para FV conectada a red, [21] desarrollaron un sistema IoT de bajo costo para adquisición de datos, logrando precisiones aceptables en el seguimiento del punto de máxima potencia. Por su parte, [22], [23] propusieron un sistema automático de soporte de voltaje en escenarios de déficit de potencia activa, que logró mejorías en los perfiles de tensión simulados.

Existen también algunos estudios de caso de sistemas FV reales implementados en el país. [24] analizaron un sistema de 6,6 kWp en funcionamiento, determinando un adecuado desempeño con indicadores esperados. Así también, [18] evaluaron un sistema de 3 kWp operativo en un municipio de Loja, con resultados positivos de producción y beneficio económico.

Si bien estos trabajos aportan visiones valiosas sobre el estado y perspectivas de la FV conectada a red en el país, aún hacen falta más investigaciones en varios frentes, por ejemplo: análisis probabilísticos del impacto de generación solar en redes de distribución bajo diversos escenarios [25], estrategias avanzadas de control con algoritmos de inteligencia artificial [26], opciones de modernización de redes tradicionales para integrar mayor capacidad renovable [27], evaluaciones de sustentabilidad con análisis de ciclo de vida [28], por mencionar algunos.

Metodología

Se realizaron búsquedas sistemáticas en bases de datos académicas y científicas como IEEE Xplore, ScienceDirect, Scopus y Google Scholar. Las palabras clave utilizadas fueron “solar OR photovoltaic”, “grid-connected”, “distribution network”, “Ecuador”, tanto en inglés como español. También se buscó en repositorios de universidades ecuatorianas y en revistas locales.

Se realizaron búsquedas sistemáticas entre octubre y noviembre 2022 en las fuentes indicadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Fuentes de información consultadas

Bases de datos académicas	Repositorios locales
IEEE Xplore	Universidad de Cuenca Universidad Politécnica Salesiana
Science Direct	Universidad Politécnica Salesiana
Scopus	Escuela Superior Politécnica Nacional Universidad Politécnica Salesiana
Google Scholar	Universidad de las Fuerzas Armadas entre otras Instituciones

Estado del arte de sistemas fotovoltaicos conectados a la red y tecnologías en el Ecuador

Los resultados de la búsqueda fueron filtrados según criterios de inclusión: artículos arbitrados que traten sobre tecnologías, estudios de caso, aspectos regulatorios o impacto de la generación FV en Ecuador, publicados en los últimos 5 años para capturar los avances recientes en este campo. Se utilizaron palabras clave en español e inglés (Tabla 2). Se aplicaron filtros por tipo de publicación, temática específica, fecha reciente y origen de los trabajos.

Tabla 2. Palabras clave de búsqueda

Tecnología	Aplicación	Ubicación	Sistema
Solar	Conectado a red	Ecuador	Red de distribución
Fotovoltaico	Grid-connected	Ecuador y otros lugares	Distribution network
Generación distribuida Fotovoltaica	ON GRID	Ecuador y otros lugares	Red de distribución

Las publicaciones seleccionadas fueron estudiadas en profundidad para identificar sus objetivos, metodologías aplicadas, resultados y conclusiones más relevantes. Se puso énfasis en trabajos que aporten conocimientos significativos o evaluaciones importantes como se aprecia en la tabla 3 sobre el estado actual y/o futuros desarrollos de esta tecnología en el país.

Tabla 3. Criterios de selección de literatura

Inclusión	Exclusión
Artículos	Tesis, informes mayores a 5 años de antigüedad
Enfocados en tecnología FV interconectada	Generación Fotovoltaica aislada

Estado del arte de sistemas fotovoltaicos conectados a la red y tecnologías en el Ecuador

Publicados desde el 2018	Plantas de gran escala FV
Estudios de caso en Ecuador o contextualizados al país	Solo evaluaciones econométricas/financieras
Aportes relevantes al estado actual y futuro de esta tecnología	Sistemas Híbridos

Toda la información extraída fue organizada temáticamente para construir un panorama integral que revele claramente los progresos alcanzados, así como las problemáticas y desafíos que permanecen en esta área de estudio dentro del contexto ecuatoriano.

Resultados

La región costera del Ecuador presenta muy buen recurso solar, con valores de irradiancia sobre plano inclinado entre 4,5 y 6,5 kWh/m² al día según [9], representando un alto potencial técnico para proyectos fotovoltaicos.

No obstante, persisten barreras regulatorias, financieras, sociales y técnicas que han limitado la adopción de sistemas FV conectados a red a pequeña y mediana escala en el sector residencial y comercial del país [20], [29]–[31].

Estudios determinan que niveles moderados de penetración fotovoltaica distribuida, entre 15% y 30% de la demanda pico, son técnicamente viables en redes de distribución típicas del país, aunque mayores porcentajes podrían afectar la calidad del servicio eléctrico [7], [8]

Se requiere un mejor entendimiento del impacto probabilístico ante el carácter variable de esta fuente, así como estrategias avanzadas de gestión y modernización de redes para integrar capacidades renovables más altas en el futuro [15].

Existen desarrollos locales de sistemas de monitoreo y control con IoT que mejoran la supervisión y optimización de sistemas FV conectados a la red [16]. También estrategias de control inteligente para soporte dinámico de tensión [23].

Son necesarias más investigaciones sobre pronóstico solar con Machine Learning, almacenamiento energético, gestión avanzada de microredes, evaluaciones de ciclo de vida y alternativas de modernización de redes.

Discusión

Los hallazgos de este estado del arte revelan que, si bien Ecuador posee excepcional recurso solar, especialmente en su región costera, la penetración de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica sigue siendo marginal en el país.

Por un lado, se evidencian aún limitaciones regulatorias e incentivos adversos para un despliegue más acelerado de esta tecnología a pequeña-mediana escala. El actual esquema tarifario y falta de un marco normativo claro para el autoconsumo solar frena las iniciativas en el sector residencial/comercial.

Asimismo, los estudios revisados coinciden en que, si bien las redes de distribución existentes poseen cierta holgura para integrar capacidad FV moderada sin comprometer los estándares de calidad, se requieren estrategias más robustas de análisis, planificación y gestión ante escenarios de alta penetración variable distribuida.

En paralelo, algunos desarrollos tecnológicos locales resultan prometedores, como sistemas de monitorización con IoT y esquemas de control inteligente para apoyo dinámico de tensión. No obstante, es necesario más trabajo en temas como pronóstico solar, almacenamiento, gestión avanzada de microredes, evaluación de sustentabilidad, y modernización de infraestructura.

Si bien la generación fotovoltaica podría jugar un rol incremental en la matriz eléctrica ecuatoriana, deben superarse las barreras regulatorias actuales y los desafíos técnicos de integración efectiva en los sistemas de potencia existentes, para así materializar completamente los beneficios ambientales y económicos potenciales de esta fuente de energía.

Conclusiones

Este estudio presenta una revisión actualizada del estado del arte en tecnologías de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica en Ecuador, considerando aspectos regulatorios, de integración técnica, investigaciones y desarrollos recientes.

Se concluye que, si bien la región costera del país posee excepcional irradiancia solar representando un significativo potencial energético, la penetración de generación FV a pequeña y mediana escala continúa siendo marginal debido principalmente a limitaciones regulatorias e incentivos poco propicios actuales.

Así mismo, se determina que las redes públicas de distribución poseen inicialmente cierta capacidad para integrar moderados porcentajes de generación solar distribuida sin comprometer los estándares de calidad y confiabilidad. No obstante, se requieren estrategias más sólidas de análisis, planificación y gestión ante futuros escenarios de alta penetración renovable variable.

Finalmente, en el ámbito tecnológico se registran valiosos desarrollos locales recientes en IoT, control inteligente y monitorización de sistemas FV, aunque son necesarias más investigaciones en pronóstico solar, almacenamiento, gestión de microredes, evaluación de ciclo de vida y modernización de infraestructura eléctrica.

En suma, para materializar efectivamente el potencial de la energía solar fotovoltaica en la matriz energética del Ecuador, resulta determinante impulsar reformas regulatorias propicias, así como robustecer las capacidades técnicas para una integración amplia y óptima de esta fuente.

Referencias

- P. Choudhary and R. K. Srivastava, “Sustainability perspectives- a review for solar photovoltaic trends and growth opportunities,” *J Clean Prod*, vol. 227, pp. 589–612, Aug. 2019, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2019.04.107.
- N. Khaboot, R. Chatthaworn, A. Siritariwat, C. Surawanitkun, and P. Khunkitti, “Increasing PV penetration level in low voltage distribution system using optimal installation and operation

of battery energy storage,” *Cogent Eng*, vol. 6, no. 1, Jan. 2019, doi: 10.1080/23311916.2019.1641911.

J. Cevallos-Sierra and J. Ramos-Martin, “Spatial assessment of the potential of renewable energy: The case of Ecuador,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 81, pp. 1154–1165, Jan. 2018, doi: 10.1016/J.RSER.2017.08.015.

“Plan Maestro de Electricidad – Ministerio de Energía y Minas.” Accessed: Dec. 12, 2023. [Online]. Available: <https://www.recursoyenergia.gob.ec/plan-maestro-de-electricidad/>

D. Icaza, D. Borge-Diez, and S. P. Galindo, “Analysis and proposal of energy planning and renewable energy plans in South America: Case study of Ecuador,” *Renew Energy*, vol. 182, pp. 314–342, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.RENENE.2021.09.126.

M. Rodriguez Gamez et al., “Energy Repowering Using Photovoltaic Microgrids-A Case Study in the Province of Manabí in Ecuador,” *Article in International Journal on Engineering Applications*, vol. 10, no. 3, 2022, doi: 10.15866/irea.v10i3.20485.

M. Tapia, L. Ramos, D. Heinemann, and E. Zondervan, “Power to the city: Assessing the rooftop solar photovoltaic potential in multiple cities of Ecuador,” *Physical Sciences Reviews*, vol. 8, no. 9, pp. 2285–2319, Sep. 2023, doi: 10.1515/PSR-2020-0061/MACHINEREADABLECITATION/RIS.

A. Barragán-Escandón, D. Jara-Nieves, I. Romero-Fajardoc, E. F. Zalamea-Leónesteban, and X. Serrano-Guerrero, “Barriers to renewable energy expansion: Ecuador as a case study,” *Energy Strategy Reviews*, vol. 43, p. 100903, Sep. 2022, doi: 10.1016/J.ESR.2022.100903.

M. Rodriguez Gámez, A. Vázquez Pérez, W. M. A. Saltos Arauz, and J. Ramos Guardarrama, “El Potencial Solar y la Generación Distribuida en la Provincia de Manabí en el Ecuador,” *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT* ISSN: 2588-0721, vol. 2, no. 2, p. 41, Dec. 2017, doi: 10.33936/RIEMAT.V2I2.1143.

- J. L. García, F. Jurado, and V. Larco, “Review and resource assessment, solar energy in different region in Ecuador,” *E3S Web of Conferences*, vol. 80, p. 01003, Jan. 2019, doi: 10.1051/E3SCONF/20198001003.
- S. K. H. Chow, E. W. M. Lee, and D. H. W. Li, “Short-term prediction of photovoltaic energy generation by intelligent approach,” *Energy Build*, vol. 55, pp. 660–667, Dec. 2012, doi: 10.1016/J.ENBUILD.2012.08.011.
- E. Scolari, F. Sossan, and M. Paolone, “Irradiance prediction intervals for PV stochastic generation in microgrid applications,” *Solar Energy*, vol. 139, pp. 116–129, Dec. 2016, doi: 10.1016/J.SOLENER.2016.09.030.
- P. Ramanan, K. M. K., and A. Karthick, “Performance analysis and energy metrics of grid-connected photovoltaic systems,” *Energy for Sustainable Development*, vol. 52, pp. 104–115, Oct. 2019, doi: 10.1016/J.ESD.2019.08.001.
- K. Zeb et al., “A comprehensive review on inverter topologies and control strategies for grid connected photovoltaic system,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 94, pp. 1120–1141, Oct. 2018, doi: 10.1016/J.RSER.2018.06.053.
- S. Chatterjee, P. Kumar, and S. Chatterjee, “A techno-commercial review on grid connected photovoltaic system,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 81, pp. 2371–2397, Jan. 2018, doi: 10.1016/J.RSER.2017.06.045.
- J. Ayala-Pico, D. Arcos–Aviles, A. Ibarra, C. Fernandez, F. Guinjoan, and W. Martinez, “Current development of electricity generation systems in the Galapagos Islands – Ecuador,” *Renewable Energy Focus*, vol. 46, pp. 88–102, Sep. 2023, doi: 10.1016/J.REF.2023.06.003.
- M. A. Ponce-Jara, M. Castro, M. R. Pelaez-Samaniego, J. L. Espinoza-Abad, and E. Ruiz, “Electricity sector in Ecuador: An overview of the 2007–2017 decade,” *Energy Policy*, vol. 113, pp. 513–522, Feb. 2018, doi: 10.1016/J.ENPOL.2017.11.036.
- J. Patricio, M. Vinicio, and C. Raúl, “Incentivo a la generación distribuida en el Ecuador,” 2018, doi: 10.17163/ings.n19.2018.06.
-

- F. Scheller, I. Doser, E. Schulte, S. Johanning, R. McKenna, and T. Bruckner, “Stakeholder dynamics in residential solar energy adoption: findings from focus group discussions in Germany,” *Energy Res Soc Sci*, vol. 76, p. 102065, Jun. 2021, doi: 10.1016/J.ERSS.2021.102065.
- A. Cano, P. Arévalo, and F. Jurado, “Energy analysis and techno-economic assessment of a hybrid PV/HKT/BAT system using biomass gasifier: Cuenca-Ecuador case study,” *Energy*, vol. 202, p. 117727, Jul. 2020, doi: 10.1016/J.ENERGY.2020.117727.
- N. M. Kumar, K. Atluri, and S. Palaparathi, “Internet of Things (IoT) in Photovoltaic Systems,” 2018 National Power Engineering Conference, NPEC 2018, Sep. 2018, doi: 10.1109/NPEC.2018.8476807.
- A. Kharrazi, V. Sreeram, and Y. Mishra, “Assessment techniques of the impact of grid-tied rooftop photovoltaic generation on the power quality of low voltage distribution network - A review,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 120, p. 109643, Mar. 2020, doi: 10.1016/J.RSER.2019.109643.
- Q. Peng, A. Sangwongwanich, Y. Yang, and F. Blaabjerg, “Grid-friendly power control for smart photovoltaic systems,” *Solar Energy*, vol. 210, pp. 115–127, Nov. 2020, doi: 10.1016/J.SOLENER.2020.05.001.
- P. Ramanan, K. M. K., and A. Karthick, “Performance analysis and energy metrics of grid-connected photovoltaic systems,” *Energy for Sustainable Development*, vol. 52, pp. 104–115, Oct. 2019, doi: 10.1016/J.ESD.2019.08.001.
- A. R. Abbasi and M. Mohammadi, “Probabilistic load flow in distribution networks: An updated and comprehensive review with a new classification proposal,” *Electric Power Systems Research*, vol. 222, p. 109497, Sep. 2023, doi: 10.1016/J.EPSR.2023.109497.
- S. Gupta, O. Singh, and M. A. Ansari, “Maximum power point tracking techniques for photovoltaic system: A review,” *Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol. 526, pp. 455–465, 2019, doi: 10.1007/978-981-13-2553-3_44/COVER.

- J. Lu, T. Liu, C. He, L. Nan, and X. Hu, “Robust day-ahead coordinated scheduling of multi-energy systems with integrated heat-electricity demand response and high penetration of renewable energy,” *Renew Energy*, vol. 178, pp. 466–482, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.RENENE.2021.05.164.
- Y. Wu, Y. Ke, C. Xu, and L. Li, “An integrated decision-making model for sustainable photovoltaic module supplier selection based on combined weight and cumulative prospect theory,” *Energy*, vol. 181, pp. 1235–1251, Aug. 2019, doi: 10.1016/J.ENERGY.2019.06.027.
- I. M. Herremans and M.-E. Tyler, “Climate Change Policy as a Catalyst for Sustainable Energy Practice: Examples from Mainland Ecuador and the Galapagos,” pp. 33–47, 2018, doi: 10.1007/978-3-319-69399-6_3.
- L. Buck, S. Scherr, L. Trujillo, J. Mecham, and M. Fleming, “Using integrated landscape management to scale agroforestry: examples from Ecuador,” *Sustain Sci*, vol. 15, no. 5, pp. 1401–1415, Sep. 2020, doi: 10.1007/S11625-020-00839-1/METRICS.
- S. H. A. Nagenborg, “Towards a participatory renewable energy transition in Latin America : social enterprises and the promotion of decentralized solar energy systems,” 2018, Accessed: Dec. 12, 2023. [Online]. Available: <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2502093>

©2023 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/>).