

## **Transición Energética, una apuesta para el Fortalecimiento de la Seguridad y Capacidad Operativa de las EMAF**

### **Energy Transition, a commitment to Strengthening the Safety and Operational Capacity of EMAFs the EMAF**

**Miriam Consuelo-Martín**

Universidad Tecnológica de Bolívar - Colombia

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9983-5299>

[mmartin07@gmail.com](mailto:mmartin07@gmail.com)

**Fecha de recepción:** 30/10/2024

**Fecha de evaluación:** 07/11/2024

**Fecha de aceptación:** 27/11/2024

**Cómo citar:** *Consuelo-Martín, M. (2024). Transición Energética, una apuesta para el Fortalecimiento de la Seguridad y Capacidad Operativa de las EMAF. Revista Científica Anfíbios, 7(2), 78-86. <https://doi.org/10.37979/afb.2024v7n2.163>*



[Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

### **Resumen**

El presente artículo, analiza la viabilidad de la implementación de un modelo de transición energética sostenible puede fortalecer la seguridad energética y operativa de las Estaciones Móviles de Apoyo Fluvial (EMAF) de la Infantería de Marina Colombiana. Se discuten los bondades de integrar energías renovables y tecnologías de almacenamiento energético, destacando su capacidad para reducir la dependencia de combustibles fósiles, disminuir costos logísticos y mitigar riesgos asociados a las cadenas de suministro de combustible en entornos fluviales adversos. se evalúan los impactos estratégicos de esta transición en términos de autonomía operativa, sostenibilidad ambiental y resiliencia frente a amenazas externas. El artículo concluye que la transición energética no solo es una herramienta para optimizar recursos, sino también un componente clave para mejorar la capacidad de respuesta y la efectividad de las EMAF en su misión de garantizar la seguridad y el desarrollo en las zonas fluviales del país.

### **Palabras clave**

Energías renovables; sistemas híbridos; EMAF; fotovoltaicos; capacidad operativa

### **Abstract**

This article analyzes the feasibility of implementing a sustainable energy transition model to strengthen the energy and operational security of the Colombian Marine Infantry's Mobile Riverine Support Stations (EMAF). It discusses the benefits of integrating renewable energy and energy storage technologies, highlighting their ability to reduce dependence on fossil fuels, lower logistical costs, and mitigate risks associated with fuel supply chains in adverse riverine environments. The strategic impacts of this transition are evaluated in terms of operational autonomy, environmental sustainability, and resilience against external threats. The article concludes that the energy transition is not only a tool to optimize resources but also a key component to improving the response capacity and effectiveness of the EMAF in their mission to ensure security and development in the country's riverine zones.

## Keywords

Renewable energies; hybrid systems; EMAF; photovoltaic; operational capacity

## Introducción

El cambio climático y la degradación ambiental se han convertido en los principales desafíos globales del siglo XXI. De acuerdo con el Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2021), las concentraciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera han alcanzado niveles sin precedentes en al menos dos millones de años, experimentando un incremento del 40% desde la era preindustrial. Este aumento está estrechamente vinculado a actividades humanas como la industrialización, el transporte, la deforestación y otros patrones de consumo insostenible, que han intensificado los efectos del calentamiento global. Además, la continua dependencia de combustibles fósiles agrava esta crisis, ya que el sector energético es responsable de aproximadamente el 75% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, según la Agencia Internacional de Energía (AIE). En este contexto, el concepto de desarrollo sostenible cobra una importancia crucial para garantizar la preservación de los recursos naturales y la calidad de vida de las generaciones futuras. La humanidad enfrenta la necesidad de adoptar estilos de vida y soluciones tecnológicas que promuevan la sostenibilidad y aseguren un equilibrio ecológico duradero.

En el marco de la Agenda 2030 y en pro del cumplimiento de los 17 objetivos de desarrollo sostenible ODS, el estado Colombiano ha avanzado en la estrategia para contrarrestar la pobreza, las necesidades básicas de la población más vulnerables y el impacto del efecto invernadero, por tal razón, definió los lineamientos base para orientar las organizaciones gubernamentales en el cumplimiento de las metas sostenibles, entre ello, estableció políticas públicas desde el año 2005, CONPES social 91, CONPES social 140 de 2011 y el CONPES 3918 de 2018, con el fin de orientar un plan de trabajo que defina responsabilidades, tiempo y acciones frente a cada meta, estableciendo el esquema de seguimiento, reporte y rendición de cuentas, plan de fortalecimiento estadístico, estrategia de implementación territorial y el mecanismo de interlocución con actores no gubernamentales.

Para cumplir con el propósito de disminuir la huella de carbono, proteger y asegurar el uso sostenible del capital natural, y fortalecer la gobernanza

ambiental, es imprescindible que el Estado colombiano, a través de todas sus instituciones, adopte un rol proactivo. Esto implica implementar acciones que reduzcan la vulnerabilidad frente a los riesgos asociados al cambio climático, promuevan el uso eficiente de los recursos y contribuyan a la protección del medio ambiente como un pilar esencial del desarrollo sostenible.

En este contexto, la Armada Nacional de Colombia (ARC), en cumplimiento de su misión constitucional de defender la soberanía, la independencia y la integridad del territorio nacional, desempeña un papel crucial. Como institución responsable de aplicar el poder naval, su labor abarca garantizar la seguridad territorial, proteger a los ciudadanos y fortalecer el Estado en su jurisdicción. La ARC cuenta con capacidades estratégicas tanto marítimas como fluviales, estas últimas bajo la especialidad de Infantería de Marina. En el ámbito fluvial, se desarrollan operaciones esenciales para salvaguardar la seguridad de los ríos navegables y proteger a las comunidades frente a amenazas como el crimen organizado y el narcotráfico, consolidando así su misión integral en pro de la seguridad y la sostenibilidad del país.

En su propósito de garantizar la seguridad y protección en los ríos navegables del país, la Infantería de Marina cuenta con unidades de transporte y equipos especializados que operan en diversas regiones fluviales. Entre estos recursos destacan los elementos de combate fluvial, cuya principal función es custodiar las riberas de los ríos, transportar personal y ejercer soberanía en el territorio colombiano (Armada Nacional de Colombia [ARC], 2020). Según la doctrina militar, un elemento de combate fluvial está compuesto por cuatro botes diseñados para cumplir con estas funciones estratégicas.

No obstante, para que estas unidades operen de manera efectiva, es indispensable el apoyo logístico que ofrecen las Estaciones Móviles de Apoyo Fluvial (EMAF). Estas plataformas flotantes están diseñadas para albergar a los elementos de combate fluvial, proporcionando alojamiento para aproximadamente 50 hombres, además de servicios esenciales como higiene, alimentación, recreación, comunicaciones y asistencia técnica (ARC, 2020).

Uno de los desafíos más significativos de las EMAF es el suministro de energía en regiones remotas. En la actualidad, estas unidades dependen de plantas eléctricas que consumen combustibles fósiles, requiriendo aproximadamente 500 galones de diésel, 200 de gasolina y 500 de agua potable por operación. Este modelo energético tiene un impacto ambiental significativo, pues el uso de combustibles fósiles es responsable del 75 % de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (Agencia Internacional de Energía [AIE], 2021). Además, el ruido generado por las plantas eléctricas representa un riesgo táctico al facilitar la localización de estas unidades por parte de grupos al margen de la ley.

Ante estas limitaciones, es urgente la adopción de estrategias sostenibles. La transición hacia fuentes de energía renovable en las EMAF no solo reduciría el impacto ambiental y los costos operativos, sino que también mejoraría la seguridad táctica de estas unidades, los sistemas de energía basados en fuentes renovables son ideales para proporcionar electricidad de manera autónoma en regiones aisladas, además de ser sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

Asimismo, estas iniciativas no solo beneficiarían las operaciones militares, sino también a las comunidades ribereñas que actualmente carecen de acceso a energía eléctrica. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2018), aproximadamente el 3% de la población colombiana no cuenta con acceso a electricidad, lo que subraya la importancia de implementar sistemas sostenibles que mejoren la calidad de vida social, económica y ambiental en estas regiones. Por lo tanto, la Armada Nacional, como institución líder en estas áreas, debe priorizar el desarrollo de iniciativas sostenibles que contribuyan a la preservación del capital natural y a la mitigación del cambio climático (MME, 2021).

## Materiales y Métodos

Dada la naturaleza del estudio, el enfoque de investigación aplicado es cualitativo Fundamentado en su capacidad para proporcionar una comprensión profunda y contextualizada del fenómeno estudiado, Hernández, et al (2014) resaltan la efectividad de los estudios de caso cualitativo, útil para explorar fenómenos dentro de sus contextos reales, lo cual es crucial para

analizar la importancia de la Seguridad energética y operativa de las Estaciones Móviles de Apoyo Fluvial (EMAF).

Los instrumentos utilizados para el proceso de recolección de información, es revisión documental con el fin de determinar normas, estrategias energéticas en contextos militares y de defensa, políticas energéticas sostenibles para el sector público y los últimos avances en energías renovables aplicadas a contextos adversos.

El método racional de análisis es el método deductivo, caracterizado por partir de premisas generales para llegar a conclusiones específicas. Johnson y Smith (2019) resaltan la importancia de entender teorías de sostenibilidad y eficiencia energética para aplicarlas en contextos operativos.

## Desarrollo

La transición energética ha ganado relevancia como una respuesta a los desafíos asociados con el uso de fuentes de energía convencionales, como los combustibles fósiles, que generan impactos negativos en el medio ambiente, tales como el cambio climático y la contaminación atmosférica. Esta transición se presenta como una alternativa crucial para garantizar la seguridad energética, reducir la dependencia de recursos no renovables y diversificar la matriz energética. Mark Jacobson (2011), destacado por su labor en la promoción de la transición energética, enfatiza la necesidad de reemplazar los combustibles fósiles por fuentes renovables que mitiguen los efectos del calentamiento global y mejoren la calidad de vida.

En este contexto, la transición energética busca soluciones más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, promoviendo el uso de energías renovables como la solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica y biomasa. Estas fuentes, consideradas limpias y renovables, no agotan los recursos naturales y emiten niveles reducidos de gases de efecto invernadero, contribuyendo a la eficiencia energética y disminuyendo la huella ecológica (Daly, 1992). La transición no solo implica cambios en los sistemas de producción, distribución y consumo de energía, sino también la implementación de políticas y regulaciones que fomenten la adopción de tecnologías más sostenibles, promuevan la

economía circular y desacoplen el crecimiento económico del consumo excesivo de energía y recursos (Daly, 1992).

La International Energy Agency (IEA) ha subrayado la importancia de la colaboración internacional y la coordinación de políticas entre países para acelerar la transición energética de manera efectiva. Ha instado a los gobiernos a crear marcos regulatorios favorables, promover la innovación en tecnologías limpias y mejorar la eficiencia energética en diversos sectores, como el transporte, la industria y los edificios. Esto contribuiría a reducir la demanda energética y las emisiones, al mismo tiempo que las energías limpias se posicionan como una ventaja competitiva, generando empleo y crecimiento económico.

En el caso de Colombia, la transición energética se ha enfocado en diversificar su matriz energética y reducir la dependencia de los combustibles fósiles, especialmente el carbón, promoviendo fuentes renovables más limpias. Aunque históricamente dependiente de la producción y exportación de carbón, el país ha implementado acciones para fomentar el desarrollo de energías renovables. Un hito en este proceso fue la promulgación de la Ley 1715 en 2014, que estableció los lineamientos para superar barreras económicas, técnicas y de mercado, integrando las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.

En los últimos años, Colombia ha experimentado un aumento significativo en la generación de energía renovable, especialmente hidroeléctrica y solar. En 2020, las plantas hidroeléctricas representaban alrededor del 68% de la capacidad instalada total (UPME, 2021), gracias a la abundancia de recursos hídricos y a la ampliación de la infraestructura existente, mediante la construcción de nuevas represas. Estas instalaciones no solo proveen una fuente confiable y renovable de energía, sino que también contribuyen a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con los combustibles fósiles.

## Energías renovables

Según la Secretaría del Medio Ambiente (2022), se consideran alternativas sostenibles que coadyuvan a proteger el ambiente. Proviene la naturaleza de una fuente ilimitada y una vez se han usado, tienen la capacidad de regenerarse de

forma natural. Estas fuentes incluyen la energía solar, que se obtiene mediante la captación de la radiación solar para generar electricidad o calor a través de paneles solares fotovoltaicos y sistemas de calentamiento solar, estos sistemas están conformados por paneles solares, inversores, cables, estructuras de montaje y otros componentes necesarios para la generación y el suministro de electricidad a partir de la radiación solar (Green 1982), la energía fotovoltaica presenta numerosas ventajas en términos de disponibilidad de recursos, bajos costos de operación y mantenimiento, y su capacidad para descentralizar la generación de electricidad. Estos factores la convierten en una opción atractiva para las comunidades y regiones que buscan superar las barreras de acceso a la electricidad y reducir su dependencia de fuentes de energía convencionales.

Sin embargo, el autor Gil et al, (2020) plantea, que la integración de la energía solar fotovoltaica en las redes de distribución eléctrica presenta desafíos técnicos y operativos debido a su variabilidad y naturaleza intermitente, por consiguiente definir un modelo clave de aplicación de energía solar, permite evaluar y predecir la calidad del suministro, la estabilidad de la red, y la gestión de la demanda, permitiendo a los planificadores y operadores tomar decisiones oportunas en la integración de energía solar en las redes de distribución. Entre tanto, para lugares de difícil acceso desconectados de un mundo real, son una excelente opción que brinda el suministro de energía eléctrica y mejora la calidad de vida de las comunidades.

Por otro lado, la energía eólica es una forma de energía renovable que se obtiene a partir del viento. Se aprovecha la fuerza del viento mediante aerogeneradores, que son estructuras equipadas con grandes aspas o hélices que giran impulsadas por la corriente de aire. A medida que las aspas giran, generan energía mecánica que se transforma en energía eléctrica a través de un generador. La implementación de un sistema de energía eólico requiere dar respuestas a varios interrogantes previamente cómo velocidad del viento, disponibilidad, cargue y descargue del sistema, debido a que la elección del aerogenerador es clave en el diseño e implementación del mismo, teniendo en cuenta que una elección inadecuada del mismo genera caída de tensión, generadas porque el aerogenerador no puede alimentar la carga a causa del dinamismo del alternador. (Guillot & Vilorio, 2015)



Desde el punto de vista de los riesgos en la implementación de un sistema Eólico el autor Yan Xu, (2023), destaca que, en la etapa inicial, el riesgo de política es el factor de riesgo principal para la inversión en energía eólica. No obstante, a medida que la tecnología mejora y las políticas evolucionan, el riesgo de mercado se convierte en el principal factor de riesgo de inversión, siendo estos datos útiles para simular y evaluar el impacto de políticas relevantes, así como para proporcionar una guía crucial en el desarrollo de la energía eólica.

En el análisis de energías renovables la energía hidroeléctrica es una forma de energía renovable que se obtiene a partir del aprovechamiento del flujo o caída del agua. Se basa en la conversión de la energía potencial del agua en energía cinética, la cual es utilizada para generar electricidad. Esto se logra mediante el uso de turbinas hidráulicas que son impulsadas por el agua en movimiento, ya sea en ríos, embalses o mediante el almacenamiento de energía hidroeléctrica por bombeo. La energía hidroeléctrica es considerada una fuente de energía limpia y sostenible, ya que no produce emisiones de gases de efecto invernadero durante su operación. Además, es una fuente de energía abundante y ampliamente utilizada en todo el mundo. Paish, O. (2002).

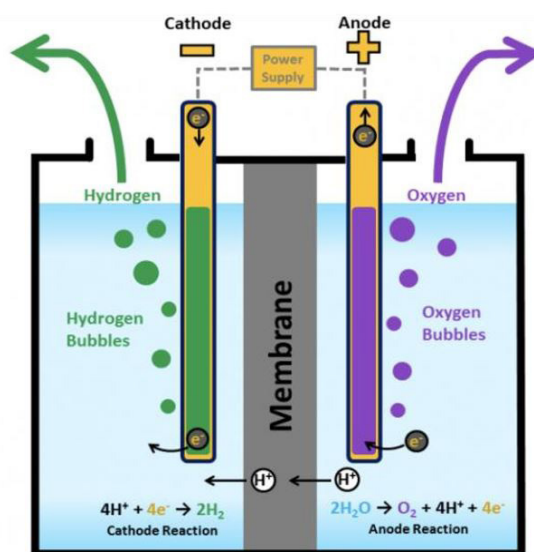
La energía hidroeléctrica ha sido utilizada durante siglos, pero su desarrollo a gran escala comenzó en el siglo XIX. En ese momento, se construyeron las primeras centrales hidroeléctricas para generar electricidad a partir del flujo de agua en ríos y cascadas. Estas primeras centrales hidroeléctricas utilizaban turbinas de agua y generadores eléctricos

para convertir la energía hidráulica en energía eléctrica. Dixon, S. L. (1966)

A lo largo del tiempo, la tecnología de la energía hidroeléctrica ha evolucionado significativamente. Se han desarrollado diferentes tipos de turbinas hidráulicas, como las turbinas de flujo axial, las turbinas de flujo radial y las turbinas tipo Francis, que son ampliamente utilizadas en la actualidad. Además, se han implementado mejoras en los sistemas de control, la eficiencia de las turbinas y la capacidad de almacenamiento de energía hidroeléctrica por bombeo.

El hidrógeno como fuente de energía renovable tiene un papel cada vez más relevante en la transición energética global, gracias a su capacidad para almacenar, transportar y generar energía sin emisiones de carbono cuando se utiliza de forma limpia. El hidrógeno verde, producido mediante electrólisis del agua utilizando energía renovable (como solar o eólica), es visto como un componente esencial para descarbonizar sectores difíciles de electrificar, como la industria pesada, el transporte marítimo y aéreo. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA), la capacidad de producción de hidrógeno verde podría multiplicarse significativamente en las próximas décadas, con estimaciones que apuntan a un crecimiento anual del 10-15% hasta 2050.

El proceso de electrólisis consiste en someter las moléculas de agua a un campo eléctrico externo mayor, que el campo eléctrico interno de la molécula, logrando así separar la molécula obteniendo hidrógeno y oxígeno (Jiménez, 2020)



Gráfica 1 Principio de funcionamiento de la electrólisis  
Fuente: Jiménez (2020)

De acuerdo a la gráfica, se evidencia que una vez sumergidos dos electrodos sometidos a una diferencia de potencial eléctrico en una solución acuosa, los electrodos provocan un campo eléctrico fuerte que separa en iones ( $O^-$  y  $H^+$ ) los elementos de las moléculas de agua, que al combinarlos generan gases  $O_2$  y  $H_2$ . Esta fuente de energía tiene ventajas significativas ya que los métodos a base de agua no involucran subproductos a base de carbono y contribuirán significativamente a la producción limpia de hidrógeno, siendo pieza clave en la transición energética hacia un futuro más sostenible.

Considerando la ubicación estratégica de las Estaciones Móviles de Apoyo Fluvial (EMAF), requieren sistemas de energía resilientes, sostenibles y de bajo impacto ambiental. La combinación de diferentes fuentes de energía renovable como la solar, eólica, hidroeléctrica e incluso el hidrógeno es una apuesta viable que permite compensar las limitaciones de cada tecnología, garantizando un suministro continuo y eficiente.

Los sistemas binarios o híbridos de energía renovable (SHGE) que combinan dos tecnologías complementarias, ofrecen soluciones viables para superar desafíos operativos como la intermitencia de recursos (solar o viento), las limitaciones logísticas y la necesidad de autonomía energética; Según Adefarati y Bansal (2019), los sistemas híbridos no solo aumentan la confiabilidad del suministro energético, sino que también son más sostenibles y tienen un menor impacto ambiental en comparación con los sistemas basados únicamente en combustibles fósiles. Además, Guerrero et al. (2020) enfatizan que la integración de fuentes de energía renovable en sistemas híbridos puede reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático.

La flexibilidad de los SHGE permite su adaptación a diversas condiciones climáticas y geográficas, haciendo posible su implementación en una amplia variedad de entornos, desde áreas rurales hasta instalaciones militares en ubicaciones remotas. Esta adaptabilidad es esencial para garantizar un suministro energético estable y eficiente en situaciones donde la infraestructura eléctrica convencional no está disponible o es insuficiente, Rezk et al. (2021) demuestra que los sistemas híbridos pueden ser económicamente

viables a largo plazo, ya que los costos iniciales de instalación y tecnología son compensados por los ahorros en los costos operativos y de mantenimiento, así como por la reducción en el uso de combustibles fósiles.

## Discusión

La transición hacia sistemas energéticos sostenibles es esencial para garantizar la operatividad y autonomía de las Estaciones Móviles de Apoyo Fluvial (EMAF) en Colombia, considerando su ubicación estratégica en áreas remotas y su rol en la defensa y seguridad nacional. En este contexto, las energías renovables como la solar, eólica, hidroeléctrica e incluso el hidrógeno verde presentan un potencial significativo para satisfacer las demandas energéticas de estas instalaciones, reduciendo simultáneamente el impacto ambiental y los costos operativos.

La viabilidad de implementar energías renovables en las Estaciones Móviles de Apoyo Fluvial (EMAF) de la Infantería de Marina de Colombia se fundamenta en las ventajas técnicas, económicas y medioambientales de las tecnologías disponibles, pero también enfrenta desafíos que requieren un análisis integral.

La energía solar, reconocida como una de las fuentes renovables más accesibles, presenta ventajas significativas para las EMAF debido a su facilidad de instalación, bajos costos de operación y la alta radiación solar en gran parte del territorio colombiano. Sin embargo, su naturaleza intermitente plantea la necesidad de sistemas de almacenamiento confiables, como baterías de litio o el emergente hidrógeno verde. Mientras que las baterías ofrecen soluciones inmediatas y comprobadas para almacenar energía, el hidrógeno verde se perfila como una opción estratégica a largo plazo debido a su capacidad para descarbonizar sectores clave y proporcionar almacenamiento de alta densidad energética (Martin Green; Jiménez, 2020). No obstante, la implementación de estas tecnologías implica superar retos asociados a la inversión inicial y al desarrollo de infraestructura de soporte.

La energía eólica, por su parte, complementa la solar en un sistema híbrido que puede mitigar la intermitencia de ambas fuentes, Koivisto et al. (2018). Aunque la dependencia de vientos constantes podría limitar su efectividad en algunos

entornos fluviales, el análisis de las características anemométricas locales permitiría optimizar su implementación. Estudios como el de Guillot & Vilorio (2015) destacan la importancia de seleccionar aerogeneradores adecuados a las velocidades de viento promedio y de considerar su impacto en el entorno natural y operativo de las EMAF. Si bien esta solución incrementa la estabilidad del suministro energético, los costos asociados a la instalación y el mantenimiento de los aerogeneradores en condiciones fluviales demandan una planificación técnica detallada.

En el contexto fluvial de las EMAF, la energía hidroeléctrica emerge como una alternativa estratégica. Aunque tradicionalmente asociada con grandes infraestructuras, el desarrollo de turbinas portátiles de bajo impacto amplía su aplicabilidad en zonas remotas. Estas tecnologías, además de ser sostenibles, aprovechan la dinámica de los recursos hídricos locales, garantizando un suministro constante y reduciendo la dependencia de combustibles fósiles (Paish, 2002). Sin embargo, su implementación en las EMAF requiere estudios técnicos sobre el caudal y la estabilidad de los flujos de agua, así como la evaluación de su integración con otras fuentes de energía para maximizar la eficiencia del sistema.

El hidrógeno verde, producido mediante electrólisis alimentada por energía renovable, se posiciona como una pieza clave en la transición energética de las EMAF. Su capacidad para actuar como vector energético permite almacenar excedentes generados por fuentes renovables y utilizarlos en momentos de alta demanda o condiciones adversas. Además, su versatilidad como combustible complementario refuerza su potencial en sistemas híbridos. Sin embargo, su implementación a gran escala enfrenta barreras tecnológicas y económicas, como la necesidad de reducir costos de producción y establecer cadenas logísticas robustas.

La integración de estas tecnologías en sistemas híbridos, que combinen fuentes como solar y eólica o hidroeléctrica e hidrógeno verde, representa una estrategia innovadora para superar las limitaciones individuales de cada tecnología. Estas soluciones permiten garantizar un suministro energético continuo, reducir la huella ecológica de las EMAF y fortalecer su auto-

nomía operativa en zonas remotas. Sin embargo, su éxito depende de una planificación rigurosa, que considere las características particulares del entorno fluvial, las necesidades energéticas específicas de las estaciones y los costos asociados a la transición tecnológica.

## Conclusiones

En conclusión, la viabilidad de la implementación de energías renovables en las EMAF es alta, siempre y cuando se adopten enfoques integrales y soluciones personalizadas. La combinación estratégica de tecnologías renovables y de almacenamiento no solo optimiza el desempeño operativo de las EMAF, sino que también contribuye a los objetivos de sostenibilidad nacional, posicionándolas como un referente en la transición energética en el sector de seguridad y defensa.

El éxito de estas iniciativas depende en gran medida de la incorporación de sistemas de almacenamiento eficientes, aunque estas tecnologías ofrecen soluciones prometedoras, enfrentan desafíos relacionados con costos iniciales, escalabilidad y disponibilidad de infraestructura de soporte, especialmente en regiones remotas.

En el campo operativo la adopción de energías renovables mejoraría significativamente la efectividad en el desempeño de las EMAF, al reducir la dependencia de suministros externos de combustibles, lograría una autonomía operativa que beneficia a la tropa y la capacidad de respuesta frente al desarrollo de las misiones constitucionales.

Desde el punto de vista ambiental, contribuye a mitigar los efectos a causa de combustibles fósiles, protege la biodiversidad de los cuerpos de agua, al minimizar el riesgo por derrames accidentales los cuales puedan causar daños severos a las corrientes fluviales y ecosistemas acuáticos.

Por consiguiente la apuesta en la implementación de energías sostenibles en las EMAF, es una estrategia valiosa que no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental si no favorece a las comunidades aledañas siendo un referente y soporte frente a las complejas situaciones que viven diariamente.

## Referencias

- Adefarati, T., & Bansal, R. C. (2019). Reliability, economic and environmental analysis of a micro-grid system in the presence of renewable energy resources. *Applied Energy*, 236, 1089-1114. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.12.05>
- Directiva Permanente (2007) No. 20220026121295673 / MDN-COGFM COARC- SECAR- CIMAR-JEMAT-CBASOA-SCBAMAN-CBAMAN CCMAMT 38.10, de los procedimientos básicos generales de control necesarios para extender la vida útil de las Estaciones Móviles de Apoyo Fluvial de la Infantería de Marina.
- Dixon, S. L. (1966). *Fluid Mechanics, Thermodynamics of Turbomachinery*, Elsevier. Green, M.A. (1982). *Solar Cells: Operating Principles, Technology, and System Applications*. University of New South Wales Press.
- <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>
- Guerrero, J., Vasquez, J. C., Matas, J., Castilla, M., & García de Vicuña, L. (2020). Hierarchical Control of Droop-Controlled AC and DC Microgrids—A General Approach Toward Standardization. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 58(1), 158-172. <https://doi.org/10.1109/TIE.2020.21008>
- International Renewable Energy Agency. (2021). *Renewable Energy Policies in Colombia*.
- Gil, G. M. V., Cunha, R. B. A., Di Santo, S. G., Monaro, R. M., Costa, F. F., & Sguarezi Filho, A. J. (2020). Photovoltaic energy in South America: Current state and grid regulation for large-scale and distributed photovoltaic systems. *Renewable Energy*, 162, 1307- 1320. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148120312593>
- Guillot, Jordan & Vilorio, Adolfo. (2015). Estudio Sobre el Abastecimiento Constante de Energía Eólica. *Investigacion e Innovación en Ingenierias*. 3. 10.17081/invinno.3.2.2028
- Jacobson, M. Z., & Delucchi, M. A. (2011). Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. *Energy policy*, 39(3), 1154-1169.
- Jiménez Sáez, F. L. (2020). Evaluación técnica y económica del uso de hidrógeno verde en aplicaciones para la industria y desplazamiento de combustible fósil.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta edición). McGraw-Hill Education.
- Legg, S. (2021). IPCC, 2021: Climate change 2021- the physical science basis. *Interaction*, 49(4),44-45. <https://researchspace.csir.co.za/items/0ba1dab4-637e-4929-9f64-442ce-2b93bd1>
- Marina Júnia Vilela Caldeira, Guilherme Martinez Figueiredo Ferraz, Ivan Felipe Silva dos Santos, Geraldo Lúcio Tiago Filho, Regina Mambeli Barros, Using solar energy for complementary energy generation and water level recovery in Brazilian hybrid hydroelectricity: An energy and economic study, *Renewable Energy*, Volume 218, 2023,119287, ISSN 0960-1481, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.119287>.
- Ministerio de Minas y Energía (MME) y Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2021). *Transición energética: un legado para el presente y el futuro de Colombia*. [www.conte.org.co/libro-transicion-energetica-un-legado-para-el-presente-y-el-futuro-de-colombia/](http://www.conte.org.co/libro-transicion-energetica-un-legado-para-el-presente-y-el-futuro-de-colombia/)



- Organización de Naciones Unidas. S. f. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>
- Paish, O. (2002) Micro-Hydropower Status and Prospects. *Journal of Power and Energy*, 216, 31-40.
- Rezk, H., Aly, M., & Attia, A. (2021). Performance assessment and techno-economic analysis of hybrid PV/wind systems for remote areas: Case study of Egypt. *Energy Conversion and Management*, 243, 114349. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114349>
- Secretaría del Medio Ambiente. (2022). *Energías Renovables. Oaxaca: Centenario de la Constitución Política*
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2023). *Capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Colombia.*
- Yan Xu, Rong Du, Jiamei Pei, (2023). The investment risk evaluation for onshore and offshore wind power based on system dynamics method, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, Volume 58,2023,103328, ISSN 2213-1388, <https://doi.org/10.1016/j.seta.2023.103328>.