



Una mirada a la transición de la matriz energética cubana

A look to the transition of the Cuban energy matrix

Mika– Korkeakoski ^I, Miriam Lourdes–Filgueiras Sainz de Rozas ^{II}

^IUniversidad de Turku (UTU), Centro de Investigaciones sobre Futuros de Finlandia (FFRC), Finlandia

^{II}Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (CUJAE), La Habana, Cuba

*Autor de correspondencia: miriaml@electronica.cujae.edu.cu

Recibido: 4 de mayo de 2022

Aprobado: 15 de agosto de 2022

Este documento posee una [licencia Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



RESUMEN/ABSTRACT

El cambio es inherente a los sistemas vivos. Las sociedades son sistemas vivos, abiertos, están compuestas de elementos interdependientes que se estructuran en subsistemas/sectores; subsistemas integrados por personas, también interdependientes y conectadas unas con otras. Debido a ello, todo cambio en cualquiera de ellos influirá de forma directa en el resto de los subsistemas y elementos que componen la sociedad. Para comprender cualquier fenómeno es preciso estudiar sus antecedentes, evolución e interrelaciones. Muchas veces se ha pensado que los encargados del desarrollo energético en Cuba son las organizaciones del sector productivo, este es un componente importante, pero no el único. Precisamente, este artículo de reflexión esboza una mirada para comprender la transición energética dentro de diferentes sectores del contexto cubano, sus antecedentes, evolución e interrelaciones desde un enfoque histórico-lógico, a partir de un grupo de reflexiones acerca del tema y concluye con otras reflexiones sobre un camino a seguir.

Palabras clave: Desarrollo local; factores económicos, políticos y sociales; fuentes renovables de energía.

Change is inherent to living systems. Societies are living and open systems, composed of interdependent elements that are structured in subsystems/sectors; subsystems composed of people, also interdependent and connected to each other. Thus, any change in any of them will directly influence the rest of the subsystems and elements that make up society. To understand a certain phenomenon, it is necessary to study its background, evolution and interrelationships. It has often been thought that those in charge of energy development in Cuba are the organizations at the productive sector; this is an important component, but not the only one. Precisely, this article of reflection outlines a look to understand the energy transition within different sectors of the Cuban context, its background, evolution and interrelations from a historical-logical approach, starting with a group of reflections on the subject and concludes with other reflections on a way forward.

Key words: Local development, economic, political, and social factors, renewable sources of energy.

INTRODUCCIÓN

El uso de las fuentes renovables de energía se ha incrementado exponencialmente a nivel mundial, como alternativa al uso indiscriminado de los combustibles fósiles y para mitigar el efecto causado en el medio ambiente; conseguir un acceso universal para la energía asequible, confiable, sostenible y moderna para todos es uno de los objetivos de desarrollo sostenibles (SDGs) fijado por las Naciones Unidas [1]. Y Cuba no es una excepción. Sin embargo, Cuba presenta una baja utilización de las tecnologías asociadas a las fuentes renovables de energía (FRE). Resulta necesario incrementar su aprovechamiento para producir un cambio en la matriz de generación de electricidad; reducir la dependencia de los combustibles fósiles importados, los costos energéticos, la contaminación ambiental y conseguir el pleno acceso a la electricidad de los cubanos. Para comprender la situación que presenta Cuba en relación con su política y estrategia energética, es necesario reflexionar y analizar la evolución, actualidad y perspectivas desde distintas posiciones en la sociedad Cubana. En la actualidad, Cuba presenta un 99,8% de electrificación y produce más del 95% de la energía (eléctrica) con combustibles fósiles, del cual la mayor parte es importado, para complementar los recursos fósiles nacionales, según Balance de la Unión Eléctrica del 2019. Todo lo cual provoca un alto costo de producción de alrededor de 0,22 – 0,26 CUP/KWh; lo que unido a la baja eficiencia energética en la generación, transmisión, distribución y uso genera importantes emisiones de gases de efecto invernadero.

Cómo citar este artículo:

Mika– Korkeakoski y Miriam Lourdes–Filgueiras Sainz de Rozas. Una mirada a la transición de la matriz energética cubana.

Ingeniería Energética. 2022. 43(3), septiembre/diciembre. ISSN: 1815-5901.

Sitio de la revista: <https://rie.cujae.edu.cu/index.php/RIE/index>

Aunque la revolución energética de Cuba introdujo un énfasis en las fuentes renovables de energía, la descentralización de la producción de electricidad en sustitución de la tecnología obsoleta no ha tenido todavía un gran impacto en la industria, el transporte y la agricultura [2]. El análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), en el anexo 1, se muestran los factores clave que obstaculizan y favorecen una mayor penetración de las fuentes renovables de energía, a principios de 2020 [3]. El análisis se basa tanto en la literatura existente como en las propias observaciones y consultas con varias partes interesadas del sector energético. Es importante reconocer los cambios positivos recientes que han tenido lugar después del final del año 2019: 1) el sistema de doble moneda, 2) la distribución del poder decisivo a los municipios, 3) la aclaración de las funciones y responsabilidades de los diferentes actores gubernamentales y del sector energético, 4) los cambios en los subsidios para las tarifas de electricidad y 5) el estímulo del gobierno central para involucrar a los gobiernos locales y los individuos en el prosumerismo energético con la introducción de tarifas de alimentación a la red eléctrica nacional. Como una amenaza externa adicional, a principios de 2020, la pandemia mundial con COVID-19 planteó nuevos desafíos para la transformación energética cubana.

El sector eléctrico cubano se caracteriza por una tasa de electrificación alta, una producción de energía distribuida (alrededor del 70%) y un consumo de energía per cápita bajo pero creciente, según Balance de la UNE 2019. Sin embargo, la dependencia de los combustibles importados ha estimulado un interés del gobierno hacia una mejor utilización de los recursos nacionales, para aumentar la seguridad e independencia energética de Cuba, haciéndola así menos vulnerable a los cambios externos. En los últimos años, Cuba se ha enfocado mucho en el uso responsable de la energía, por medio de la eficiencia y el ahorro energético. A partir de 1997, la intensidad energética ha sufrido un decrecimiento [4], el que se ha intensificado en los últimos 6 años, debido principalmente a las crisis económicas, al bloqueo económico y comercial de Estados Unidos y un crecimiento en el sector de los servicios, es de destacar que desde finales de 2019 se intensificaron las medidas del bloqueo y en el primer trimestre de 2020 apareció la pandemia de COVID 19, con lo cual la situación energética ha empeorado considerablemente. Es objetivo de este artículo proyectar una mirada a los antecedentes, los recorridos que se han seguido, se están haciendo y podrían hacerse para comprender la transición de la matriz energética cubana.

REFLEXION

Una característica fundamental en el sector cubano de la energía es que, por un lado, existe una tasa alta de electrificación pero el consumo de energía per cápita es bajo y, por otro lado, existe una alta la dependencia de los combustibles fósiles; pero también hay una larga historia de interés por aprovechar las fuentes renovables de energía nacionales [5]. La dependencia del petróleo subvencionado e importado, primero de la Unión Soviética y más tarde de Venezuela, ha generado una vulnerabilidad extrema del país a los cambios externos en el panorama político, también ha fomentado la voluntad por buscar fuentes nacionales de energía, incluyendo una intensificación de las medidas de ahorro energético. Antes de la Revolución Cubana de 1959, aproximadamente la mitad de los hogares tenían acceso a la electricidad. En 1989, la tasa de electrificación se elevó al 95%; y en 2019 la tasa era del 99,9%. En los últimos años, varias zonas rurales aisladas han sido beneficiadas con sistemas a pequeña escala, desconectados de la red nacional, alimentados por grupos electrógenos y pequeñas centrales hidroeléctricas o energía solar fotovoltaica [6].

Otra característica es, la producción de más del 95% de la energía (eléctrica) con combustibles fósiles, a partir de una capacidad total de producción de energía instalada, estructurada por una combinación de carga base con centrales térmicas y cogeneración en la industria, generación descentralizada de energía con gas oil y fuel oil, bioenergía a partir del bagazo de la caña de azúcar y pequeñas cantidades de energía procedente de fuentes de biogás, hidroeléctricas, así como parques solares y eólicos, [7], (figura 1).

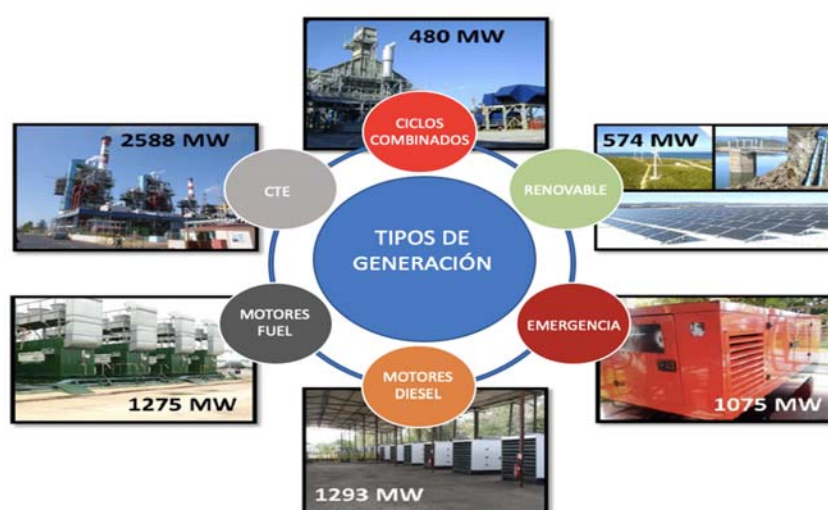


Fig. 1. Composición de la capacidad de generación eléctrica cubana. Fuente: (GARCÍA, Lázaro Guerra. “Presente y Futuro de la Generación Distribuida en Cuba”. 18 Convención de Ingeniería y Arquitectura CUJAE. La Habana, Noviembre de 2016)

Según el Ministerio de Energía y Minas de la República de Cuba. 2017. Presentación oportunidades negocios, MINEM 20.04.2017 for Cuba Sustainable Energy Forum 2018, las fuentes renovables, en la matriz energética cubana, representan solo el 4,65% (3,7% biomasa, principalmente de bagazo de caña, 0,5% hidroeléctrica, 0,2% solar fotovoltaica y 0,1% eólica) de la producción total de electricidad del país (ver figura 2). La biomasa domina claramente sobre las demás fuentes renovables de energía, con un 88% de la electricidad producida por estas fuentes [8, 9]. Cuba posee un potencial enorme en fuentes renovables de energía que puede aprovecharse. Según IRENA, Cuba tiene un buen potencial, tanto en recursos solares como eólicos, con una irradiación solar media de 223,8 W/m² (5,4 kWh/m²/día) y una velocidad media del viento en torno a 5,7 m/s (en el sureste por encima de 7 m/s) [10].

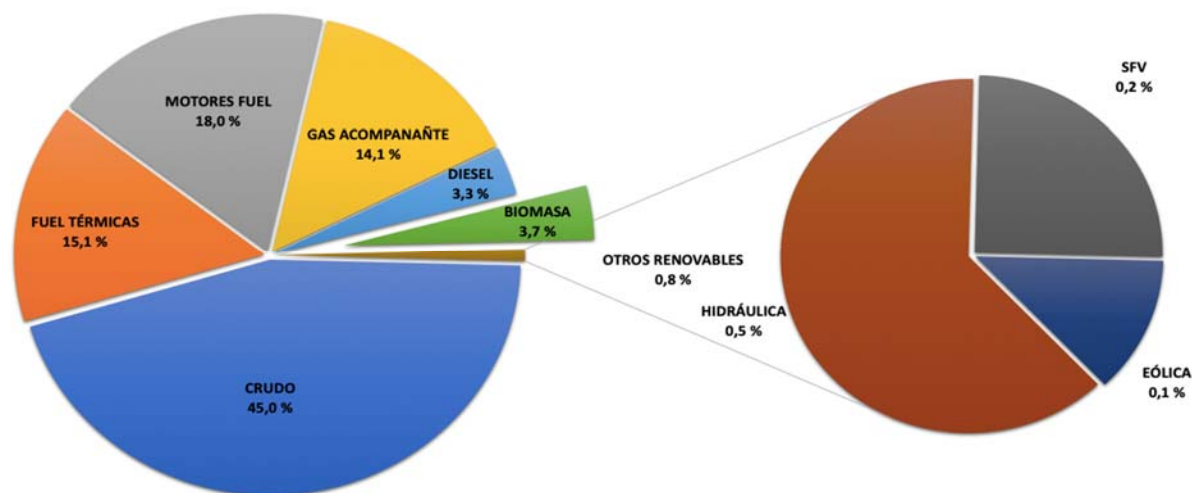


Fig. 2. Suministro de las Fuentes renovables con relación al total en la matriz energética cubana. (Ministerio de Energía y Minas de la República de Cuba. 2017. Presentación oportunidades negocios, MINEM 20.04.2017 for Cuba Sustainable Energy Forum 2018)

Recorrido hacia una nueva matriz energética: política y enfoques actuales sobre el desarrollo de las fuentes renovables de energía y la eficiencia energética en el sector productivo

En los últimos años (antes de la pandemia de la COVID 19 del 2019), Cuba había logrado una revitalización importante de su sector energético, con un aumento significativo de la eficiencia, la disminución de la intensidad energética y mitigación las emisiones al medio ambiente. Conseguir un enfoque integral que tenga como objetivo la mejora de la infraestructura, los hábitos de consumo y la comprensión de la población acerca de las cuestiones energéticas, puede proporcionar a Cuba un terreno fértil para alcanzar sus objetivos de política energética para 2030. El gobierno cubano ha puesto en marcha un programa basado en la promulgación de la política, para aumentar significativamente su generación total de energía a partir de fuentes renovables de energía. En junio de 2014, el gobierno aprobó una nueva política sobre Desarrollo Prospectivo de las Fuentes Renovables de y el Uso Eficiente de la Energía para 2014-2030 [10].

- Los principales objetivos incluyen el aumento de la tasa de penetración de las fuentes renovables de energía, la reducción de los costos de generación de electricidad, la dependencia de los combustibles fósiles, y los objetivos ambientales (ver Figura 3):
- Producir el 24% de la electricidad con fuentes renovables de energía en 2030 (Nota: desde el 4,3% en 2013)
- Las fuentes renovables de energía representarán más del 50% del aumento de la capacidad instalada de generación de electricidad en 2030
- Disminuir la dependencia de las importaciones de combustible y reducir la proporción de combustibles importados del total de la generación de electricidad en un 2% aproximadamente para 2030.
- Reducir los costes de producción de la energía suministrada por el sistema energético nacional en un 13% del coste del kWh dado en una disminución de la diferencia de precios con el precio del consumidor (actualmente la electricidad está muy subvencionada, el precio del consumidor es mucho menor que el coste de producción)
- Reducir la contaminación ambiental mediante la disminución de las emisiones de CO² en aproximadamente 4,5 millones de toneladas/año.

En 2013, el 4,3% de la potencia instalada en el mix energético correspondió a las fuentes renovables de energía (mayoritariamente de biomasa con algo de eólica, solar e hidráulica). Se prevé que el 24% de la producción total para 2030 corresponda a este programa:

- 755 MW de 19 plantas de bioenergía alimentadas por caña de azúcar y biomasa forestal
- 633 MW de 13 parques eólicos
- 700 MW de parques solares fotovoltaicos
- 56 MW de 74 pequeñas centrales hidroeléctricas [10, 11].

El gobierno cubano estima que se necesitan entre 3.500 y 4.000 millones de dólares en inversiones para alcanzar sus objetivos para las fuentes renovables de energía para alcanzar el 24 % del 2030, reducir el costo de la energía eléctrica hasta 0,17 USD y mitigar el impacto ambiental con una reducción de emisiones de CO² hasta 1015 toneladas/año [12], con una parte importante de inversiones extranjeras directas. La mayoría de las inversiones están previstas en el desarrollo de las energías: eólica y solar fotovoltaica. Además, el Gobierno promueve las inversiones en otras fuentes renovables de energía, por ejemplo en biogás, biomasa forestal, residuos agroindustriales y residuos sólidos urbanos.

Las principales directrices del Plan de Desarrollo Socioeconómico hasta 2030 fueron discutidas en el 7º Congreso del Partido y aprobadas por la Asamblea Nacional en junio de 2017. Los lineamientos del plan de implementación socioeconómica para 2016-2021 bajo la sección de Política Energética del Estado [13]:

Directriz 201. Fomentar la cogeneración y la trigeneración en todas las actividades de generación potencial.

Directriz 202. Acelerar la ejecución del Programa aprobado hasta 2030, para el desarrollo de fuentes renovables y el uso eficiente de la energía.

Directriz 213. Continuar priorizando la reparación, mantenimiento, renovación y modernización de la infraestructura y apoyo turístico. Aplicar políticas que garanticen la sostenibilidad de su desarrollo, implementando medidas para disminuir el índice de consumo de agua y energía e incrementar el uso de energías renovables (...), en armonía con el medio ambiente.

El Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030: Visión de la Nación, Ejes y Sectores Estratégicos contempla los principios rectores:

Propiciar que el potencial científico y creativo del país se convierta en una fuerza productiva decisiva para alcanzar la sostenibilidad del desarrollo, a partir de estimular la investigación científica y los procesos de desarrollo tecnológico e innovación.

- Transformar y desarrollar, rápida y eficientemente, la matriz energética aumentando la participación de fuentes renovables y otros recursos energéticos nacionales y el uso de tecnologías avanzadas.
- Concebir y promover la inversión extranjera directa como parte esencial de la estrategia de desarrollo del país y, en particular, de los sectores económicos definidos como estratégicos.
- Lograr una adecuada distribución territorial de las fuerzas productivas, que combine la dimensión nacional y sectorial con la dimensión local y el desarrollo de ciudades y zonas rurales, costeras y montañosas modernas, ordenadas, prósperas y sostenibles.

Los seis ejes estratégicos señalados en Comité Central del Partido Comunista de Cuba (2017) incluyen: 1) Efectividad y eficiencia del gobierno socialista y la integración social 2) Transformación productiva e inserción internacional 3) Infraestructura 4) potencial humano, ciencia, tecnología e innovación; 5) recursos naturales y medio ambiente; y 6) desarrollo humano, equidad y justicia social. Estos están directamente conectados con la transformación de la energía. Uno de los sectores estratégicos clave para el desarrollo, la energía, está haciendo hincapié en "transformar la matriz energética con una mayor participación de las fuentes de energía renovables y otras fuentes de energía y otros recursos energéticos nacionales, asegurando la eficiencia energética y la exploración y refinación de petróleo y gas" [13].

En el propio 2017, se estableció una nueva meta, alcanzar un 30 % en la composición de la matriz energética con fuentes renovables para el propio 2030. Y, en 2020, se aprobó por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en el marco de los Programas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación, para el período 2021-2025, el Programa: 05- Desarrollo Energético Integral y Sostenible, con el objetivo de propiciar el desarrollo de la investigación científica, así como la innovación tecnológica para lograr en el menor tiempo posible, la disminución de la dependencia energética, así como el aumento del uso de los recursos propios, así como de su resiliencia [14].

Todas estas medidas junto con el Plan de Desarrollo, desde el 2014 hasta la fecha, han posibilitado varios resultados con inversión estatal y extranjera, así como el aporte de diferentes organizaciones internacionales como el PNUD, IRENA, entre otros [15]:

- Energía solar fotovoltaica.- Hasta 2019, se instalaron 67 parques fotovoltaicos, con una capacidad de 156,6 MWp. Electrificación de zonas aisladas, con la instalación de 17 536 sistemas fotovoltaicos;
- Energía eólica.- La capacidad existente en cuatro parques eólicos es de 11,7 MW. El programa prevé instalar 688 MW en 13 parques eólicos. Se están construyendo dos nuevos parques, Herradura 1 y Herradura 2, de 51 MW cada uno. El resto de los parques están en fase de preparación, nueve de ellos se ejecutarán con inversión extranjera. La Consultora Internacional Garran-Hassan & Partners certificó el Mapa Eólico Nacional realizado por expertos cubanos
- Centrales de biomasa.- en el país existen 57 centrales con una capacidad de 470 MW. A principios de 2020 se completó la instalación y la sincronización del sistema eléctrico de la nueva planta de 62 MW en el central azucarero "Ciro Redondo", en la provincia de Ciego de Ávila. Se están construyendo dos nuevas plantas, de 20 MW cada una, en las provincias de Matanzas y Villa Clara.
- Energía hidroeléctrica.- La capacidad actual es de 63 MW, compuesta por 147 plantas, de las cuales 30 están conectadas a la red principal y 117 son sistemas aislados. Se han añadido 11 MW, en tres nuevas plantas; y se construirán otras 13 plantas que añadirán 10,1 MW de nueva capacidad instalada.
- Bioenergía.- Se han instalado más de 2000 biodigestores en el sector agrícola.

- Eficiencia energética.- Se integran varios subprogramas: La sustitución del alumbrado público existente por tecnología LED. Hasta diciembre 2019 se habían comercializado 7,8 millones de lámparas LED entre la población e instalado más de 43.000 lámparas LED en los servicios de alumbrado público; el bombeo de agua con energía solar para la agricultura; se han instalado más de 10 595 calentadores solares en el sector turístico y se han comercializado más de 600 de estos equipos a la población. Además, se cuenta con una fábrica de calentadores solares que posee una capacidad de 18.000 calentadores al año.

Además, con relación a la inversión extranjera, se ha aumentado la posibilidad de invertir en el sector. En la actualidad en el país operan inversores de Alemania, Canadá, China, España y Reino Unido, como resultado de los incentivos fiscales que se establecieron en la Ley 118 para la Inversión Extranjera, aprobada en el país.

Recorrido hacia una nueva matriz energética: política y enfoques actuales sobre el desarrollo de las fuentes renovables de energía y la eficiencia energética desde los gobiernos locales, los consumidores y la academia

Con la aprobación de la nueva Constitución de la República de Cuba en 2019, se debe producir, a corto y mediano plazo, un cambio en el paradigma de la gestión municipal, toda vez que se le otorga al municipio autonomía y se posibilita la gestión, de manera integrada, de sus recursos propios [16]. De esa manera, el Municipio será la unidad política – administrativa primaria de la sociedad cubana, con personalidad jurídica y el propósito de lograr la satisfacción de las necesidades locales [16].

De este modo, es necesario promover un aumento en el uso de las fuentes renovables de energía de forma descentralizada y alcanzar los objetivos establecidos por la política. En ese sentido, el Gobierno cubano publicó el Decreto Ley 345 - "Para el desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía". Este instrumento normativo, acompañado de resoluciones complementarias de los ministerios de Energía y Minas y del Interior, así como de instrucciones del Banco Central, establece las prioridades y regulaciones comerciales que regirán este sector. Además, introduce la venta de unidades y electrodomésticos con uso de fuentes renovables de energía a la Unión Eléctrica (UNE) y al sector residencial, así como una mayor comercialización de partes y equipos [17].

El Decreto Ley 345 es la norma obligatoria que orquesta la política para el desarrollo del uso de las fuentes renovables y la utilización racional de la energía, y da orientación a cada una de las regulaciones para la implementación de las acciones referenciadas en la propia política. Adicionalmente, la Instrucción 6/2019 del Banco Central de Cuba instruye a los bancos comerciales a otorgar crédito a particulares para adquirir equipos para el uso de las fuentes renovables de energía como calentadores solares y sistemas solares fotovoltaicos. Este crédito se otorga en pesos cubanos hasta el 100 % del valor del equipo. El importe de la subvención y las condiciones de amortización se basan en el análisis de riesgos realizado por los bancos para cada uno de los solicitantes [15].

Este Decreto establece también que todas las nuevas construcciones y los procesos de inversión ejecutados deben tener en su diseño las soluciones de uso renovable y racional de la energía siempre que la evaluación costo-beneficio sea favorable a dicha inversión. Este Decreto establece los beneficios, incentivos arancelarios y fiscales para las personas jurídicas con el propósito de estimular las inversiones relacionadas con estas tecnologías [15, 17].

Por primera vez, el Decreto permite la venta de la producción de energía al Sistema Eléctrico Nacional; el Ministerio de Energía y Minas promueve la producción de consumo y residencial y el entorno regulatorio del gobierno cubano en torno al desarrollo de las fuentes renovables de energía está enviando señales claras de que la transición hacia estas fuentes renovables está en camino. Esto se basa en la comprensión de que con una inversión exclusivamente centralizada Cuba no podía avanzar en sus objetivos de transformación de las fuentes renovables, sino que tenía que encontrar mejores formas de implementar la política [15].

Al mismo tiempo, Cuba promueve el desarrollo local a través de la descentralización del decreto a los municipios [16]. En el marco del proceso de reformas administrativas y económicas que se está llevando a cabo en Cuba, basado en documentos políticos (Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista; Las Bases del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030: Visión de la Nación, Ejes y Sectores Estratégicos; y, Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021), se da importancia significativa al mejoramiento del nivel municipal de gobernabilidad y mecanismos de participación popular, así como a la promoción del desarrollo local [16].

La aprobación de la nueva Constitución de la República de Cuba en 2019, promueve un cambio en el paradigma de la gestión municipal, debido al otorgamiento de autonomía a los municipios propugnando una gestión integrada de sus recursos propios [14]. Así, el Municipio se constituye en la unidad política – administrativa primaria de la sociedad cubana, con personalidad jurídica y el propósito de lograr la satisfacción de las necesidades locales [14].

Esto lleva a una reevaluación del papel del municipio como fuerza impulsora del desarrollo y un vínculo fundamental en el apoyo a la democracia socialista. El papel de los gobiernos municipales ha sido reconocido por la nueva Constitución de la República de Cuba [16]. Como los gobiernos municipales ya están promoviendo las regiones rurales para elevar la calidad de vida de todos en Cuba, en el futuro esto también puede incluir la provisión de acceso moderno a electricidad asequible, confiable y segura a través de las fuentes renovables de energía.

Interesantes experiencias de desarrollo local comunitario, mediante el empleo de sistemas tecnológicos sustentados en el uso de Fuentes Renovables de Energía, han sido desarrolladas en el contexto nacional para comunidades aisladas del Sistema Electroenergético Nacional y en contextos donde el suministro energético limita el incremento de las actividades productivas [17]. Estudios realizados en comunidades que han integrado fuentes renovables de energía a desarrollo local, han encontrado que: “existe desconexión teórico-práctica, desarticulación en los procesos de gestión local y cierta inadecuación de las fuentes renovables de energía (FRE) como factores determinantes por lo que se requiere identificar límites y oportunidades para el desarrollo participativo de las FRE bajo un orden social inclusivo y emancipador” [17].

Debido a lo anterior, para lograr una conciliación de las soluciones tecnológicas con las estrategias de desarrollo local requiere una comprensión clara y detallada de cada una de las partes con el compromiso y la participación real de todas las partes y actores. Para lograrlo, se requiere de la articulación de acciones graduales en el sentido de una transformación sostenible de la matriz energética a nivel local, para “resignificar roles, diseñar acciones integradoras y estimular la innovación, desde la construcción colectiva del conocimiento” [17]. También, resulta necesario “democratizar las estructuras políticas y científicas, promover espacios de reflexión y diálogo, potenciar conocimientos y capacidades, generar alianzas y acortar las distancias” [17]. Y esto requiere una contextualización de las potencialidades locales a cada uno de los niveles comunitario y familiar.

Ya que, una vez diseñadas las ideas conceptuales para la implementación de las tecnologías FRE y las conciliaciones entre expertos/actores claves del proyecto y actores locales/gobiernos municipales y líderes de las comunidades, es que emergen oportunidades locales para el desarrollo sostenibles de estas tecnologías. Con este enfoque se encuentran nuevas soluciones, en la misma medida en que actores y equipos técnicos desarrollan soluciones que son compatibles en el contexto social, ambiental, económico, político y cultural, en que deben funcionar. Por tanto, en primer lugar se deben empoderar a los sujetos sociales en los procesos de transformación socio-técnica local [17]. Por lo que, en cualquier solución que se diseñe, y en el proceso de selección e implementación deben establecerse en un ambiente de diálogo abierto y la concertación entre los actores locales, en procesos de resignificación y reconfiguración en vínculo con los actores locales relevantes. Y velarse porque se incorporen en las agendas políticas de los gobiernos locales [17].

Para lograr la articulación de los procesos esenciales del territorio en torno a la concepción, diseño, producción e implementación de tecnologías a nivel territorial y local, y como factor dinamizador de estos procesos; el mismo debe valorarse como una red organizacional, que va a: ampliar la base de conocimientos y sus capacidades; compartir costos y recursos; convertirse en una organización flexible; adaptarse a entornos cambiantes y desafiantes; y desarrollar nuevas estrategias y sinergias [17, 18]. Por otra parte, las universidades y los centros de investigación tienen un papel importante en el futuro de la energía en Cuba, desarrollando, mejorando y generando las capacidades; de manera que propicien la explotación de los recursos renovables por medio de un despliegue de la innovación, los conocimientos, el aprendizaje y la creatividad de sus ingenieros e investigadores. La Academia, tiene un papel importante en la elaboración de estrategias para aumentar la capacidad para la asimilación de las nuevas tecnologías (Capacidad de absorción de tecnología - CAPAB) en los sectores productivos de la economía, los gobiernos locales y los encargados de formular las políticas. Su contribución es crucial para este programa.

La academia trabaja no solo en la investigación, formación de pregrado y postgrado, así como en el proceso de transferencia tecnológica para las nuevas tecnologías [19]. Trabajan para crear y desarrollar la CAPAB en las organizaciones del sector productivo y en los territorios que están desarrollando las fuentes renovables de energía en Cuba. Y en el desarrollo de tecnologías que resulten convenientes para el país. Pero deben trabajar más, por encontrar las brechas tecnológicas, organizativas y sociales que están limitando la exploración, identificación y asimilación de estas tecnologías. Para lo cual se necesitan estrategias y medidas que permitan sortear escollos y resolver las brechas. En este empeño deberán profundizar en los proyectos para la integración del conocimiento que proporciona la interacción universidad-industria y universidad-gobiernos locales.

CONCLUSIONES

Está claro que en los recorridos realizados y por realizar en Cuba ha establecido un marco regulatorio que ha abierto el camino para aumentar la participación de las fuentes renovables de energía dentro de la matriz energética cubana, incluida la Ley de la inversión extranjera. Es evidente que se necesita una importante inversión extranjera, tanto para financiar los proyectos de las fuentes renovables de energía, como para mejorar el sistema eléctrico cubano, que resulta en la actualidad altamente inadecuado. Además, las necesidades de producción y la falta de infraestructura suficiente para el suministro de energía implican fuertes demandas de inversión. En consecuencia, el gobierno cubano no puede avanzar a un ritmo más rápido en el desarrollo de las fuentes renovables de energía debido, entre otros elementos, a las enormes limitaciones financieras del país.

Aunque algunos analistas consideran que con más recursos financieros Cuba podría avanzar mucho más rápido en el camino para aumentar la participación de las fuentes renovables de energía dentro del mix energético del país. A pesar de que, durante los últimos 5 años antes de la pandemia, el Gobierno cubano ha invertido más de 500 millones de dólares en este programa, el costo total estimado de las inversiones es de 3.5 - 4.0 mil millones para lograr sus objetivos de una mayor penetración de las fuentes renovables en la matriz energética cubana para 2030. Se han dado pasos en inversiones importantes de Alemania, Canadá, China, España y Reino Unido; que han posibilitado la concreción del Plan.

El trabajo mancomunado de los distintos sectores productivos, los gobiernos locales y la academia, resultan vitales para crear y nutrir las capacidades para la asimilación y desarrollo de las tecnologías que se requieren, sin los cuales el recorrido por hacer no tendrá el éxito requerido. Seguir en el camino de atraer inversión extranjera, es una apuesta importante que traerá, seguramente, los resultados esperados.

REFERENCIAS

- [1] United Nations. ``Sustainable Development Goals``. 2020. [Consultado el 15 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>
- [2] Vázquez, L., *et al.* ``Decomposition analysis of Cuban energy production and use: Analysis of energy transformation for sustainability``. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. September 2015. vol. 49, p. 638-645. [Consultado el 15 de enero de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.156>
- [3] Masters, H., Swofford, P. ``Financing Renewable Energy in Cuba``. Duke University. Thesis. 2018. [Consultado el 10 de febrero de 2021]. Disponible en: https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/16595/Financing%20Renewable%20Energy%20in%20Cuba_Masters-Swofford.pdf?sequence=1
- [4] Filgueiras-Sainz de Rozas, M. L. y Korkeakoski, M. ``Panorama de la política energética cubana: del pasado al futuro``. FFRC eBooks 6/2022, p. 134-143. [Consultado el 10 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-249-572-3>
- [5] Suárez, José Antonio; *et al.* ``Energy, environment and development in Cuba``. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2012, vol. 16, n. 5, p. 2724–2731. [Consultado el 10 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032112001177>
- [6] Oficina Nacional de Estadísticas e Información. Anuario Estadístico de Cuba año 2017. [Consultado el 15 de enero de 2021]. Disponible en: <http://www.onei.gob.cu/node/13607>
- [7] International Energy Agency (IEA). ``World Energy Outlook, WEO``. 2019. [Consultado el 15 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>
- [8] Zhao, Y. ``Power Shift in Cuba: Seven Reasons to Watch the Renewable Energy Sector in the Post-Fidel and Trump Era. Renewable energy world. 2017. [Consultado el 10 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://www.renewableenergyworld.com/2017/02/10/power-shift-in-cuba-seven-reasons-to-watch-the-renewable-energy-sector-in-the-post-fidel-and-trump-era/>
- [9] United Nations Framework Convention on Climate Change. ``Contribución Nacionalmente Determinada Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático``. 2017. [Consultado el 10 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Cuba/1/Republic%20of%20Cuba-INDCs-Nov2015.pdf>
- [10] Panfil, M., Daniel Whittle and Korey Silverman-Roati. ``The Cuban Electric Grid: Lessons and Recommendations for Cuba’s Electric Sector``. Environmental Defense Fund. 2017. [Consultado el 10 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.edf.org/sites/default/files/cuban-electric-grid.pdf>
- [11] Comité Central del Partido Comunista de Cuba. ``Conceptualización del modelo económico y social cubano de desarrollo socialista``. Plan nacional de desarrollo económico y social hasta 2030: propuesta de visión de la nación, ejes y sectores estratégicos. 2017. [Consultado el 21 de enero de 2021]. Disponible en: <http://www.granma.cu/file/pdf/gaceta/%C3%BAltimo%20PDF%2032.pdf>
- [12] Ministerio de Tecnología e Innovación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). ``Resolución 185/2020. Aprobación para el período 2021-2025, de los Programas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación. en: GOC-2020-522-O56``. [Consultado el 10 de enero de 2022]. Disponible en: <https://sital.iep.unesco.org/bdnp/3723/resolucion-ndeg-1852020-programas-nacionales-ciencia-tecnologia-innovacion-2021-2025>
- [13] Extremera San Martín, D. 2019. ``Cuba: Entran en vigor nuevas normas jurídicas para el desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía (+ PDF)``. [Consultado el 15 de enero de 2021]. Disponible en: <http://www.cubadebate.cu/noticias/2019/11/28/cuba-entran-en-vigor-nuevas-normas-juridicas-para-el-desarrollo-de-las-fuentes-renovables-y-el-uso-eficiente-de-la-energia-pdf/#.Xqk9ri2B2fU>
- [14] Comité Central del Partido Comunista de Cuba. ``Constitución de la República de Cuba 2019``. [Consultado el 10 de febrero de 2021]. Disponible en: <http://www.granma.cu/file/pdf/gaceta/Nueva%20Constituci%C3%B3n%2024%20KB-1.pdf>
- [15] Ministerio de Justicia de la República de Cuba. ``Gaceta Oficial No. 95 Ordinaria de 2019. DEL DESARROLLO DE LAS FUENTES RENOVABLES Y EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA``. GOC-2019-1063-O95. [Consultado el 15 de enero de 2021]. Disponible em: <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/decreto-ley-345-de-2019-de-consejo-de-estado>

- [16] Käkönen, M., Kaisti, H. and Luukkanen, J. “Energy Revolution in Cuba: Pioneering for the Future?”. FFRC eBook 4/2014. ISBN 978-952-249-276-0. [Consultado el 10 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.utupub.fi/handle/10024/147487>
- [17] Basto-Estrada, V., Reyes-Saborit, A. y Barrero-Formigo, D. “Futuros Energéticos Cubanos. Trabajo Social, Comunitario y Fuentes Renovables de Energía”. 2022. FFRC eBooks 6/2022, p. 275-297. [Consultado el 10 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-249-571-6>
- [18] Perez Gutierrez, Rosabell, *et al.* “Las fuentes renovables de energía en tres comunidades rurales de cuba. Límites y oportunidades”. Universidad y Sociedad [online]. Diciembre 2021, vol. 13, n. 6, p. 109-122. [Consultado el 10 de febrero de 2022]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000600109&lng=es&nrm=iso
- [19] VAZQUEZ, L., *et al.* “Energy System Planning towards Renewable Power System: Energy Matrix Change in Cuba by 2030”. ScienceDirect. 2018. vol. 51, n. 28, p. 522-527. [Consultado el 10 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.11.756>

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Mika Korkeakoski: <https://orcid.org/0000-0001-6875-9978>

Diseño de la investigación, recolección de datos. Participó en el análisis de los resultados, redacción del borrador del artículo la revisión crítica de su contenido y en la aprobación final.

Miriam Lourdes Filgueiras Sainz de Rozas: <https://orcid.org/0000-0002-5273-0975>

Recolección de datos. Diseño de la investigación. Análisis de los resultados, en la revisión crítica de su contenido y en la aprobación final.

ANEXO 1. El análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) Fuente: [3, 12, 18]

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
I N T E R N O	<ul style="list-style-type: none"> ALTA TASA DE ELECTRIFICACIÓN (>99%) SISTEMA ALTAMENTE DISTRIBUIDO (70%) DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA SOLAR, EÓLICA Y BIOMASA FUERZA DE TRABAJO PREPARADA HISTORIA DE LAS REVOLUCIONES ENERGÉTICAS (EFICIENCIA) COMPARTICIÓN DE BIOMASA/AZÚCAR POLÍTICA PARA EL DESARROLLO DE LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA (FRE) COMPROMISO DE NIVEL CENTRAL CON LA TRANSFORMACIÓN ENRGÉTICA SENSIBILIZACIÓN DEL PÚBLICO EN LA GESTIÓN DEL LADO DE LA DEMANDA REFORMAS EN LA PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA PRECIOS DE BIENES Y SERVICIOS REFORMAS EN DESCENTRALIZACIÓN DEL PODER DECISIVO Y AUMENTO DE LAS LIBERTADES ECONÓMICAS A LOS MUNICIPIOS 	<ul style="list-style-type: none"> ALTA DEPENDENCIA DE COMBUSTIBLES IMPORTADOS INFRAESTRUCTURA DE RED E INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN ENVEJECIDAS POCO CLARAS/FRAGMENTADAS ROLES Y RESPONSABILIDADES DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE FRE BAJO DIFERENTES ACTORES GUBERNAMENTALES, INSTITUCIONES Y MINISTERIOS TRANSPARENCIA Y ACCESO A DATOS ENERGÉTICOS MARCO LEGISLATIVO Y REGULATORIO NO TRANSPARENTE PERCEPCIÓN Y CRÍTICAS SOBRE LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA COMPRADOR ÚNICO (UNE) FALTA DE INCENTIVOS Y MECANISMOS PARA PRODUCTORES INDEPENDIENTES DE ENERGÍA, EMPRESAS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS Y GOBIERNOS LOCALES SISTEMA DE DOBLE MONEDA FALTA DE EXPERIENCIA Y TRANSPARENCIA EN PROYECTOS DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA TARIFAS ELÉCTRICAS SUBVENCIÓNADAS
E X T E R N O	OPORTUNIDADES <ul style="list-style-type: none"> MAYOR INTERÉS Y COMPROMISO EXTERNO (UE, CHINA, IRENA, ETC.) DISPONIBILIDAD DE FINANCIAMIENTO DE BANCOS INTERNACIONALES/DE DESARROLLO ALTA PROPORCIÓN DE DIÁSPORA/REMESAS QUE PODRÍAN INTERESARSE EN INVERTIR EN CUBA PROSUMERISMO Y EMPRENDIMIENTO ENERGÉTICO IMAGEN DE SOSTENIBILIDAD 	AMENAZAS <ul style="list-style-type: none"> PROCESO DE APROBACIÓN DE PROYECTOS EXTENSO/ENGORROSO INFLUENCIA DEL EMBARGO ESTADOUNIDENSE EN LAS REINVERSIONES Y EL ACCESO A LOS RECURSOS VOLATILIDAD DEL PRECIO DEL PETRÓLEO DEBIDO A DISTURBIOS POLÍTICOS ACCESO LIMITADO A MERCADOS INTERNACIONALES, CRÉDITOS Y FINANCIAMIENTO MAYOR RIESGO DEL PROYECTO