

BPEMAR: UNA ALTERNATIVA ENERGÉTICA DEL GOBIERNO- UNIVERSIDAD-COMUNIDAD PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE COMUNITARIO

BPEMAR: AN ENERGY ALTERNATIVE OF THE GOVERNMENT-UNIVERSITY- COMMUNITY FOR COMMUNITY SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Taymi González Morera
Raúl Olalde Font

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Villa Clara, Cuba, taymigm@uclv.edu.cu,
raul@uclv.edu.cu

Recibido: 14/01/2019

Aceptado: 04/04/2019

Resumen

En Cuba el sector energético presenta una fuerte concentración, en su generación, de las fuentes tradicionales de energía. El uso de las fuentes renovables (FRE) es muy limitado alcanzando valores relativos que no superan el 5% dentro del total de la matriz energética (ME) cubana. No obstante, existe la voluntad política de revertir esta situación con el desarrollo prospectivo de las FRE, aprobada por la comisión gubernamental del Consejo de Ministros, aspirando a incrementar el uso de FRE a un 24% para el 2024. En este sentido, la presente investigación tiene como objetivo evidenciar el trabajo que se realiza en la provincia de Villa Clara en una tríada universidad-sociedad-comunidad a partir de la integración de las decisiones energéticas al desarrollo socioeconómico desde el uso de tecnologías basadas en las FRE. Para ello se muestra la experiencia practicada a la zona agroalimentaria (ZAA) "Valle del Yabú" de Santa Clara.

Palabras claves: fuentes renovables de energía, desarrollo socioeconómico

Abstract

In Cuba, the energy sector has a strong concentration, in its generation, of traditional energy sources. The use of renewable sources (FRE) is very limited reaching relative values that do not exceed 5% within the total of the Cuban energy matrix (ME). However, there is a political will to reverse this situation with the prospective development of the FRE, approved by the government commission of the Council of Ministers, aiming to increase the use of FRE to 24% by 2024. In this regard, the present the objective of this research is to demonstrate the work carried out in the province of Villa Clara in a university-society-community triad based on the integration of energy decisions into socio-economic development from the use of technologies based on FRE. This shows the experience practiced in the agri-food zone (ZAA) "Valle del Yabú" in Santa Clara.

Keywords: renewable sources of energy, socioeconomic development

Introducción

El acceso a la energía responde no solo a la satisfacción de necesidades básicas, sino que propicia el crecimiento económico. Las inversiones energéticas son una de las bases indispensables del desarrollo. En el caso específico de la agricultura moderna basada en la artificialización de sistemas naturales, exige insumos energéticos no sólo en términos de maquinaria, fertilizantes y pesticidas, sino también en términos indirectos por los requerimientos energéticos¹ que es necesario cubrir para el riego, para contrarrestar o evitar los problemas de erosión, alcalinización, salinización y anegamiento, entre otros.²

En el caso de Cuba el sector energético presenta una fuerte concentración, en su generación, de las fuentes tradicionales de energía. El decreto presidencial No.3/2012 aprobado por la Asamblea Nacional del Poder Popular acordó potenciar la política de energía renovable, la cual en el año 2014 amplía su alcance, quedando conformada la política para el desarrollo prospectivo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía, aprobada por la comisión gubernamental del Consejo de Ministros. Con ello se aspira a incrementar el uso de FRE a un 24% para el 2024. Con este salto energético hacia las FRE, el país aspira a aumentar la eficiencia del sector, disminuir la contaminación ambiental que genera la actual ME así como incrementar la oferta energética renovable, en función de los usuarios de la electrificación. En este sentido se prevé que, esta oferta energética marginal, contribuya a la eficiencia económica y social máxime en aquellos sectores donde se recaba de energía para que se generen márgenes de rentabilidad más elevados, ahorrando consumos energéticos desmedidos, como es el caso de la agricultura en Cuba. El sector agrícola cubano, aun cuando se ha producido de forma gradual una reconversión tecnológica, se caracteriza por el uso de maquinarias y equipos altos consumidores energéticos lo que afecta la rentabilidad económica del sector. Paralelamente existen zonas agrícolas, ubicadas en la franja rural de difícil acceso donde el cubrimiento energético no satisface las demandas existentes, creando reservas económicas que deben ser atendidas.

En este entorno, la empresa eléctrica de Villa Clara, en lo adelante EE-VC y atendiendo al programa nacional de instalación de parques fotovoltaicos, realizó la inversión de un parque fotovoltaico denominado Mini-industria que dispone de una capacidad 2.2 MW. Fue previsto que esta inversión se ubicara de forma estratégica en un terreno perteneciente a la Empresa Agroindustrial "Valle del Yabú" enclavada en la ZAA del mismo nombre. Esta ZAA se encuentra ubicada en la zona norte central del municipio Santa Clara. La misma cuenta con una población creciente y a pesar de ser una zona rural, constituye la más vasta extensión de tierras cultivables enclavadas en la provincia Villa Clara. Encara la responsabilidad de abastecer más del 80% de los productos agrícolas a la provincia. Entre sus principales cultivos se encuentran la papa, el plátano y el boniato, aunque también se cultivan algunos frutales, los cuales presentan un mercado nacional demandante tanto para el consumo de la población como para el sector del turismo. Por estos motivos y atendiendo a la prioridad que hoy se le concede al aumento de la productividad agrícola, es que la ZAA, constituye un objetivo económico relevante para el gobierno municipal de Santa Clara.³

Sin embargo, a pesar de que existen estas proyecciones por parte del gobierno, la EE-VC y la empresa Valle del Yabú, no se disponía de una herramienta gubernamental que integrara de forma armónica intereses y prioridades en función socioeconómica de la ZAA desde la energización a partir de tecnologías que usen las FRE. De esta forma se asumió como situación problemática de esta investigación: aplicar, desde un enfoque integral, un instrumento que permita la integración de las decisiones energéticas al desarrollo socioeconómico de la ZAA "Valle del Yabú", sobre la base de tecnologías que usen las FRE. Consecuentemente, se declaró como objetivo general: Aplicar el procedimiento para medios ambientes rurales (PEMAR) de manera que se integren las decisiones de energización a partir de la transferencia tecnológica energética renovable al desarrollo socioeconómico

de la ZAA "Valle del Yabú". En la contribución a la potenciación del desarrollo sostenible de la zona practicada dado la integralidad del procedimiento utilizado, se calcularon indicadores energéticos y socioeconómicos, para visualizar la transformación del segmento comunitario objeto de impacto como apoyo a las decisiones del gobierno local.

Método de investigación

Los procedimientos implementados en PEMAR⁴ y que se muestran en la figura 1 han sido validados en la comunidad rural "4to Congreso", municipio Fomento, provincia de Sancti Spíritus obteniéndose resultados satisfactorios para la gestión gubernamental. Es considerado la herramienta de mayor integralidad en esta temática ya que incluye todas las dimensiones del desarrollo a partir del uso del modelo SURE.

El modelo SURE es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones en proyectos de energización rural⁵ y su finalidad es contribuir a la mejora de la calidad de vida de la población carente de este servicio, a partir de una línea base o estado inicial.⁶ Mediante diagnósticos, opinión de expertos y cuestionarios participativos en la zona, se identifican posibles alternativas de energización y la predicción de sus impactos en cada uno de los recursos comunitarios. Estos son abordados por SURE, bajo la Teoría de los Modos de Vida Sostenibles (TMVS)^{7,8,9y10} y definen cinco tipos de recursos: natural (RN), humano (RH), social (RS), físico (RF) y financiero (RFin).

BPEMAR: UNA ALTERNATIVA ENERGÉTICA DEL GOBIERNO-UNIVERSIDAD-COMUNIDAD PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE COMUNITARIO

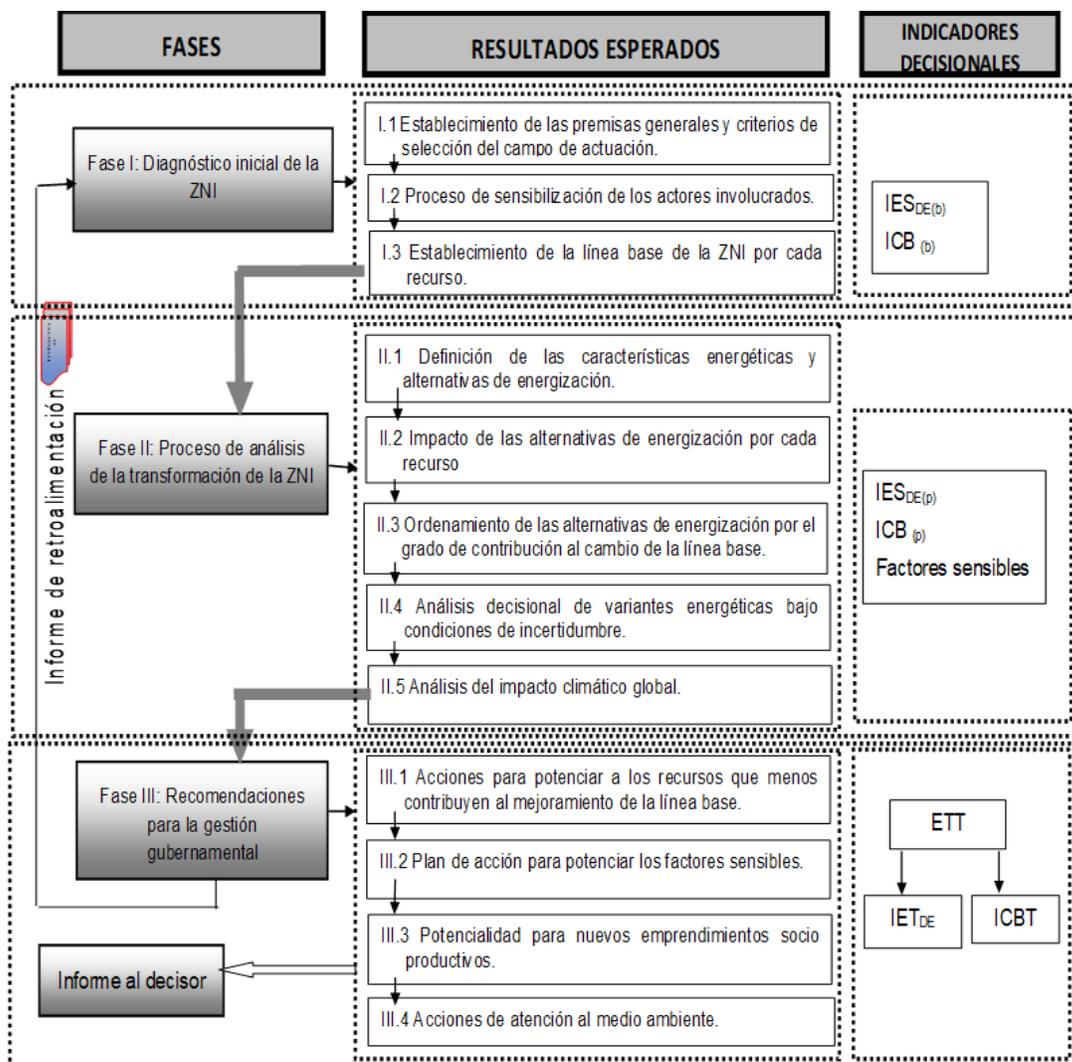


Figura 1. Procedimiento para la contribución a la mejora de la calidad desde la energización rural. Fuente⁴

Resultados y discusión

El procedimiento PEMAR se aplicó en la Empresa Agropecuaria "Valle del Yabú", que se encuentra situada en el km. 4 ½ de la Carretera a Sagua, próxima a la ciudad de Santa Clara. Según objeto social aprobado la actividad económica de la misma se centra en la producción y comercialización de viandas, hortalizas, granos, frutales, leche y carne, así como la industrialización de algunos de estos productos para abastecer la población, dedicando una parte de esta producción a la comercialización en moneda libremente convertible, así como la elaboración de medios biológicos contra plagas y enfermedades. Es una empresa estatal socialista compuesta por 22 mil hectáreas dedicadas a cultivos varios y ganadería, donde se integran todas las formas productivas que funcionan en la agricultura cubana actualmente. El 7 % de las áreas de la empresa se encuentran bajo riego, fundamentalmente con máquinas de PIVOT, se cuenta con un total de 164 tractores agrícolas, un pelotón de preparación de tierras con maquinaria pesada T-150K, 3 CREE para la producción de entomófagos y entomopatógenos.

BPEMAR: UNA ALTERNATIVA ENERGÉTICA DEL GOBIERNO-UNIVERSIDAD-COMUNIDAD PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE COMUNITARIO

La empresa se encuentra en un programa de inversiones estatales previsto hasta el 2020, con la ejecución y puesta en funcionamiento de obras dirigidas fundamentalmente a la recuperación de la superficie agrícola bajo riego, compra de equipamiento tecnológico y maquinaria agrícola, lo cual posibilitara alcanzar mejores resultados productivos. Además, presenta la Mini-industria Jesús Menéndez donde, desde su apertura en el 2016, la entidad procesa la pulpa de mango, guayaba, fruta bomba, además maíz, y yuca en bolsa que ya se comercializan en las ferias agropecuarias y son de gran aceptación entre los pobladores.

En este acápite se presentan los resultados de la aplicación de las tres Fases del Procedimiento PEMAR² que se mostró en la Figura 1.

Resultados de la Fase I "Diagnóstico inicial de la ZAA seleccionada"

I. I.1. Establecimiento de las premisas generales y criterios de selección del campo de actuación: se constató que la ZAA clasifica como un escenario donde puede potenciarse las oportunidades para su autotransformación y mejoramiento; por otro lado, aunque se ubica en el llano y se encuentra electrificado, aún existen objetivos sociales y económicos con insatisfacciones en los niveles de desarrollo y de vida respectivamente.

I. I.2 Proceso de sensibilización de los actores involucrados: se comenzó a trabajar con las estructuras del gobierno municipal de Santa Clara en la temática relacionada con la interconexión de la decisión de instalación del PFTV Mini-industria con el plan estratégico de la ZAA, en un proceso de sensibilización donde los pasos fueron los siguientes: (1) realización de un trabajo de "reconocimiento y presentación" de las potencialidades locales energéticas renovables y sus posibles usos a favor de su contribución económica a la empresa agroindustrial y a la mejora de la calidad de vida de la comunidad Pararrayos, (2) revisión de experiencias exitosas en otros territorios como fue el sistema híbrido red-FTV que hoy se utiliza en la ronera Central Agustín Rodríguez Mena, ubicada en la propia provincia y (3) desarrollo de un proyecto demostrativo local llevado a cabo por los especialistas de la organización básica eléctrica (OBE) de Villa Clara.

I. 1.3 Establecimiento de la línea base de la ZAA "Valle del Yabú" por cada recurso. Según los resultados de la aplicación de una encuesta participativa complementaria (González y col., 2017) y el análisis de especialistas, todos los recursos fueron evaluados con valores entre 0 y 100. El puntaje obtenido por cada recurso comunitario en la línea base se ilustra en la tabla 1.

Tabla 1. Puntaje de cada recurso en la línea base de la ZAA "Valle del Yabú"

	Tecnologías/Recursos	RN	RF	RH	RS	RFin
Fuente ¹¹	Actual red	20,30	73,38	88,52	85,23	75,50

Como se observa los RH, RS y RFin se encuentran con puntajes altos (>75) que alcanzan valores de 88,52; 85,23 y 75,50 respectivamente. En el caso del nivel de logro del RF es medio (es >50 pero < 75) y el RN obtiene un nivel de logros bajo (20,30), lo que se debe a que la red es una solución energética que no hace uso del factor "aprovechamiento energético del recurso" renovable existente y a su vez es una fuente emisora de contaminación ambiental y por lo tanto contribuye de forma adversa al cambio climático. Esta alternativa energética no produce afectaciones a la "vida animal ni vegetal" pero sí posee un alto "impacto paisajístico". El nivel de logro en el RF es medio (73,38) ya que el factor

"infraestructura" se encuentra debidamente fortalecido con la existencia en la ZAA de la agroindustria "Valle del Yabú", la comunidad "Pararrayos", una escuela primaria electrificada, una bodega de productos industriales, una zona de correos y un club social para el desarrollo de actividades de ocio y esparcimiento. A su vez el factor "calidad de las viviendas" es considerado de aceptables ya que muchas de las 80 viviendas de la comunidad son edificios multifamiliares que pertenecen a la propia empresa agroindustrial por lo cual reciben determinados recursos materiales para su mantenimiento y reparación. Las viviendas poseen un estado constructivo entre regular y bueno. En el caso del nivel de logro del factor "edificaciones" se debe a que la red es una solución energética que depende de los combustibles fósiles en gran medida y no es modular por lo cual se ve afectada en su puntaje por estos aspectos. En términos del RH se potencia con el factor "nivel educativo" ya que tanto en la empresa agroindustrial como en la propia comunidad sus pobladores presentan niveles de enseñanza medios, técnicos y superiores a los que se les suma el por ciento de esa población que se encuentra en edad escolar. El "acceso a la salud" es aceptable ya que si dispone de un consultorio médico de la familia y una posta médica con servicio de urgencias las 24 horas del día. El número de personas que aprovechan la tecnología existente abarca el universo de la ZAA estudiada que son alrededor de 200 personas. El factor "acceso a la educación" se ve limitado en este escenario estudiado pues solo se dispone de una escuela primaria, los estudios secundarios, de pre universitarios, técnicos y universitarios no se encuentran presentes. La "capacidad de apropiación de la tecnología" actual es irrelevante ya que esta es manejada por los especialistas de la empresa eléctrica municipal.

El RS se encuentra adecuadamente fortalecido, lo cual es una característica muy usual en los escenarios rurales cubanos, con un nivel de logro alto (85,23). Este se ve favorecido por la existencia de "redes sociales" formales y la atención del gobierno al consejo popular, lo cual ha brindado cierto nivel de confianza, frenando el factor "impacto migratorio" de un 20% a un 10%. El factor "tiempo libre" debe ser analizado con detenimiento pues este se visualiza en algunos de los pobladores que no disponen de empleo formal y que se dedican a la agricultura para el autoconsumo y cría de animales. El RFin posee un nivel de logro considerado medio-alto (75,50) ya que, aunque posee una adecuada estructura para propiciar la "actividad económica" está aún no se explota en función de las 22 ha de tierras que posee esta zona. El factor "ingresos" ronda los \$750.00 mensuales (sin tener en cuenta el salario real fruto de las políticas de incentivo a los resultados del trabajo). Los factores "nuevos empleos directos" y "nuevos empleos indirectos" fueron catalogados de aceptables, aunque existen reservas. La penalización de la actual solución energética (red) en este factor se debe a los altos "costos de la inversión" y del kW servido debido a la actual volatilidad en los precios del combustible, así como al carácter importado de muchos de los insumos necesarios para la conectividad de las redes.

Indicadores decisionales de la fase I: la capacidad instalada abarca dos circuitos fundamentales el circuito 14 y 37 con una capacidad de 130 kW y 135.5 kW respectivamente, el primero abarca la Empresa "Valle del Yabú" y el segundo la zona pararrayo donde se ubicara el PSFTV. Se calculan los indicadores energéticos en función socioeconómica para la línea base en el año 2018. Para ello se puede calcular la capacidad servida en la línea base CS(b) en kWh/año con una capacidad instalada que era de 265,5 kW; según datos de la empresa eléctrica municipal, con un número de horas de servicio igual a 24. A partir de la información recopilada del criterio de los expertos se conoce que existe una capacidad instalada (CI) de 265.5 kW destinados a esta zona. Teniendo en cuenta un coeficiente de ajuste (Ca) de 0.8 (reconocido por los expertos técnicos dado el nivel de pérdidas de energía en la transmisión y roturas), y considerando un régimen de 24 horas/día y el año real de 365 días/año, se calcula una capacidad servida (CS) de 1 860 624.0kWh/año.

$$CS_{(b)} = 265,5_{(b)} \times 0,8 \times \frac{24_{(b)}}{\text{día}} \times 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} \quad CS_{(b)} = 1860624 \text{ kWh/año}$$

La revisión de las facturas eléctricas de la empresa "Valle del Yabú" muestran, de enero a septiembre del año 2018 un consumo de 1 373 252 kWh/año servidos en función productiva (ESfp). El resultado de este indicador indica que por cada peso de producción mercantil ha sido generado a partir del consumo de 0.89 kWh/año.

$$IES_{DE(b)} = \frac{1625252}{\$1820720.0PM} \quad IES_{DE(b)} = 0.89 \text{ kWh/año/\$}$$

De igual forma se calculó el indicador de consumo básico para el año base (ICBb). Este indicador se deriva de la energía servida en función de los hogares y servicios públicos (EShsp) ascendente a 235 372 kWh/año y el número de hogares beneficiados con la energía (#hog). El consumo promedio de energía por cada hogar al año es de 2942.15 kWh, lo que demuestra que, como promedio, cada hogar consume mensualmente 245.18 kWh/mes.

$$ICB_{(b)} = \frac{235372}{80} \quad ICB_{(b)} = 2942.15 \text{ kWh/año/hog}$$

Resultados de la Fase II: Proceso de análisis de la transformación de la ZAA

II.1 Definición de las características energéticas y alternativas de energización: se define solo una nueva alternativa energética posible (fotovoltaica) la que se adiciona a la ya existente (red), y dentro de la totalidad de estas, tres tipos de opciones tecnológicas energéticas contando la ya existente en la comunidad.

II.2 Impacto de las alternativas de energización por cada recurso de la ZAA "Valle del Yabú: se modela la predicción del impacto para un horizonte de planeación de 30 años sobre cada recurso, mediante una matriz de opciones tecnológicas contra recursos de la ZAA, ver tabla 2. Se analizan las alternativas fotovoltaicas silicio (sistemas independientes) y fotovoltaica capa delgada por ser dos opciones tecnológicas posibles de adquirir en el mercado internacional. Tampoco este análisis se realiza bajo condiciones de un sistema híbrido red-fotovoltaico, simplemente se trata de nuevas capacidades adicionales capaces de cubrir las necesidades energéticas de objetivos económicos puntuales que hasta el momento no han podido electrificarse, así como mejorar la eficiencia energética de la comunidad Pararrayos.

El RF obtiene un mejor puntaje con la alternativa fotovoltaica capa-delgada (CdTe) ya que lo que se pretende instalar es un parque fotovoltaico y no módulos independientes en los techos de las viviendas. Es por ello que el factor "infraestructura" obtiene un ligero incremento que con la alternativa fotovoltaica silicio ya que esta cubre una mayor demanda energética que va más allá de los hogares favoreciendo también los objetivos económicos previstos en el plan estratégico de la empresa agroindustrial. Ambas alternativas energéticas pueden igualar y superar en su vida útil de 30 años al horizonte de planeación del proyecto. También las dos eliminan la dependencia sobre los combustibles fósiles, y la solar posee un alto grado de modularidad. Aunque para la instalación del PFTV se utiliza una considerable extensión de superficie, la misma no es aprovechable hasta el momento ni con fines económicos ni sociales. El RH para ambas tecnologías solares propuestas no ejerce un impacto significativo ya que estas soluciones no incrementan las "capacidades educativas ni de salud". Aunque

BPEMAR: UNA ALTERNATIVA ENERGÉTICA DEL GOBIERNO-UNIVERSIDAD- COMUNIDAD PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE COMUNITARIO

no se modifica el número de personas beneficiadas, sí se prevé puntualmente un impacto puntual en aproximadamente 10 trabajadores de la empresa agroindustrial y en las 80 viviendas de la comunidad "Pararrayos" considerando que la descarga de consumo de la red a partir del PFTV favorecerá el aumento del voltaje y con ellos se producirá un aumento de la eficiencia energética.

En el RS nuevamente ambas tecnologías definidas alcanzan niveles de logros bajos (10,00) ya que no se producen nuevas "redes sociales" pero sí se potencian las existentes con el fortalecimiento de la Mini-industria y de la empresa agroindustrial de forma general. El factor "impacto migratorio" se proyecta que disminuya por concepto de que al menos 10 de las personas que no disponen actualmente de empleos formales o que laboran en lugares distantes de su domicilio, encuentren ofertas de trabajo en la ZAA. El factor "tiempo libre" no se ve sustancialmente afectado ya que actualmente la ZAA y la propia comunidad disponen de electrificación. Por su parte, el RFin para ambas alternativas energéticas obtiene calificaciones de 60,00 dados por el impacto de ellas en los factores "ingresos", "nuevos empleos directos" y aumento de la "actividad económica". Con la introducción del PFTV para el uso de los sistemas de riego, casas de cultivo y tecnologías modernas evitando las actuales (obsoletas y con altos índices de consumo) se pronostica no solo un crecimiento en la actividad económica, sino en los ingresos de los trabajadores y se generarán, sobre todo, nuevos empleos directos.

Tabla 2. Predicción de impactos de la ZAA por cada alternativa energética y recurso

Tecnologías/Recursos	RN	RF	RH	RS	RFin
Actual red	20,30	73,38	88,52	85,23	75,50
FTV silicio (sistemas independientes)	60,87	14,07	5,60	10,00	60,00
Fotovoltaica capa-delgada (CdTe)	60,87	16,37	5,60	10,00	60,00

Fuente¹¹

II.3 Ordenamiento de las alternativas de energización por el grado de contribución al cambio de la línea base de la ZAA: se define la alternativa fotovoltaica de capa delgada como alternativa ganadora, ver tabla 3. Esta alternativa energética renovable posee el mayor impacto en el RFin con niveles de logros medios, ya que sus impactos se producirán con mayor visibilidad en los factores actividad económica, nuevos empleos directos e ingresos. En los demás recursos sus impactos no son altos ya que no toda la energía proveniente del PFTV será utilizada en función de la ZAA sino que la electricidad se exportará al SEN formando parte del balance de carga territorial.

Tabla 3. Representación del ordenamiento de las opciones tecnológicas energéticas

Ordenamiento	Tecnologías	Puntaje
1	Red	92,50
2	Fotovoltaica capa-delgada	55,64
3	SFTV- módulos independientes del tipo silicio	50,10

Fuente¹¹

II.4 Análisis decisional de variantes energéticas bajo condiciones de incertidumbre. Teniendo en consideración los conceptos que aplican para la concreción de la instalación del PFTV Mini-industria

se definen como factores sensibles el crecimiento de la "actividad económica", los "ingresos" y los "nuevos empleos directos".

II.5 Análisis del impacto climático global. El análisis de impacto global a partir del PEMAR para las tecnologías energéticas solares establecidas permite apreciar que los módulos de capa delgada (CdTe) requieren de más superficie que los de silicio, pero el EPBT es más bajo y las emisiones de gases CO₂ evitadas son mayores.

Indicadores decisionales de la fase II. El modelo SURE utilizado de manera independiente y PEMAR (que lo incluye), establecieron predicciones utilizadas para el cálculo de los indicadores energético-socioeconómicos de la fase II del PEMAR. Los valores de producción mercantil (PM) fueron proyectados considerando que la empresa agroindustrial va a utilizar la energía teniendo en cuenta sus prioridades energéticas en función del aumento productivo previsto en el plan estratégico revisado en el año 2018. Es por ello que se prevé la existencia de sistemas de irrigación todo el año, mejoramiento del sistema energético de las casas de cultivo con la sustitución del GAC por una tecnología más eficiente disponiendo de corriente eléctrica las 24 horas del día. También se prevé el mejoramiento del sistema energético para el fertirriego para los cultivos de papa, plátano, boniato, frutales, carne y leche principalmente, una mejora en la eficiencia energética al disponer de nueva tecnología dedicada al combate de plagas y enfermedades en los cultivos, así como nuevas formas productivas más amigables con el medio ambiente que redundarán en mayores beneficios económicos y sociales para la empresa y el territorio, respectivamente. Se predice, según acuerdo de la empresa eléctrica de Villa Clara y la empresa Valle del Yabú, que se destinen a esta última procedente del PFTV un incremento del 20% en la energía instalada, lo cual asciende a 318.6 kW. Este dato permitió calcular la capacidad servida proyectada (CS_p) con la transferencia energética en kWh/año.

$$CS_{(p)} = 318.6 \times 0.9 \times \frac{24}{\text{día}} \times 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} \quad CS_{(p)} = 2511842.4 \text{ kWh/año}$$

Es de señalar que en el valor de 318.6 kWh/año no toma en cuenta las pérdidas de transmisión considerando que la nueva tecnología se instala en la ZAA, por lo tanto, se descartan pérdidas energéticas de transmisión sobre todo en los primeros 10 años de la vida útil de la tecnología. A partir de la información recopilada en el ítem "prioridad de la demanda de energía por sectores" del modelo SURE versión 4.4, se conoce que la energía servida en funciones productivas (ESfp) proyectada para el sector económico es de 1 869 039 kWh/año y corresponde a la incorporación de la energía en las prioridades definidas con anterioridad para la empresa agroindustrial. La energía servida en función de hogares y servicios públicos (EShsp) se proyecta que ascienda a 247 140,6 kWh/año, lo que representa un 5% por encima de la energía que se consume en el año 2018 y que se destina en función de eliminar el bajo voltaje existente en la comunidad rural "Pararrayos". En cuanto a los posibles valores de la PM para el año 2020 se prevé por parte de la dirección de la empresa que asciendan a \$ 1 911 756,0 CUP. Por lo que tomando en cuenta las predicciones que aporta PEMAR se obtienen los valores siguientes:

$$IES_{DE(p)} = \frac{1869039}{\$1911756.0} = 0.97 \text{ kWh/año/\$} \quad ICB_{(p)} = \frac{247140.6}{80} = 3089.26 \text{ kWh/año/hog}$$

Esto indica que la ZAA en el año 2020 utilizará 0.97 kWh/año de energía para producir un peso de valor mercantil. Debe asumirse que este indicador energético aumenta con respecto al año base (2018) ya que se considera la sumatoria de la energía existente en ese año procedente de la red más la

alternativa solar. De manera significativa el indicador de consumo básico proyectado y representado por las siglas ICB(p) expresa aproximadamente 3 089,26 kWh/año como consumo energético, lo que equivale como promedio, a un consumo de 257,44 kWh/mensual.

Resultados de la Fase III "Recomendaciones para la gestión gubernamental"

III.1. Plan de acciones para potenciar los recursos que menos contribuyen al mejoramiento de la línea base: los recursos más deprimidos son el RN el cual alcanza un puntaje de 20,30 puntos (nivel de logros bajo) y el RF con 40,79 puntos (nivel de logros medio). Para potenciarlos, algunas de las acciones recomendadas fueron:

1. Proponer al departamento de calidad de la empresa agrícola que en coordinación con el grupo municipal de medioambiente establezca un sistema de gestión ambiental (SGA) como parte del sistema de gestión de la organización, con el objetivo de desarrollar e implementar su política ambiental y gestionar sus aspectos ambientales, sobre todo en el uso desmedido de plaguicidas.
2. Coordinar con el grupo municipal de medioambiente la evaluación del impacto ambiental (EIA), un estudio que muestre el impacto de las infraestructuras de producción, transformación y distribución sobre el medio natural.
3. Proponer al director de inversiones de la entidad la inclusión en el plan de inversiones 2019-2020 la reposición de la tecnología obsoleta, altamente consumidora energética por otra más amigable con el medio ambiente, así como aquella tecnología que deberá ser instalada para aprovechar la energía futura marginal proveniente del PFTV.

III.2 Plan de acción para potenciar los factores sensibles. Algunas de las acciones propuestas para potenciar los factores sensibles identificados en la fase II del procedimiento se relacionan a continuación:

1. Establecer una planeación estratégica de la producción de la empresa a partir de la incorporación energética marginal que incluya el desarrollo de la mini-industria con producciones en la tachinera, la producción de viandas y hortalizas a partir de la revitalización del sistema de riego Arroyo Grande 2, el sistema energético de las casas de cultivo, así como el sistema energético para el fertirriego.
2. Desarrollar acciones para lograr una estructura adecuada en la cadena de producción de la entidad que contribuya a la generación de encadenamientos productivos a partir de la integración de los actores directos.

III.3 Potencialidades para nuevos emprendimientos socioproductivos. Una de las prioridades del ordenamiento territorial es mejorar el acceso a los servicios básicos y otros relevantes, por lo que se deben trazar estrategias competitivas y sostenibles para la mejora de calidad de vida de la ZAA comunidad y su articulación con la planificación territorial.¹² En específico, se prevé: la microlocalización del nuevo PFTV; de sistemas de riego y locales dedicados a aumentar la producción de la Mini-industria; rehabilitación de la red hídrica para el abasto comunitario de la comunidad "Parrayos"; el aumento del valor agregado a la cadena de producción sobre todo de los frutales mediante la posible adición de tecnología para su procesamiento, lo cual infiere además la generación de nuevos empleos.

III.4 Acciones de atención al medio ambiente. A través de la aplicación del PEMAR se recomendó a la ZAA un plan de formación sobre las buenas prácticas en fincas familiares (prácticas agroecológicas)

que puede propiciar que sean más eficientes desde el punto de vista energético y más factibles económicamente. También se hace énfasis en la preservación de los recursos naturales, como, por ejemplo, del recurso suelo partir de la creación de capacidades al conocimiento para lograr un uso óptimo de este producto de la degradación que ya posee. Igualmente se recomendó su conservación y adecuado manejo mediante el uso de insecticidas orgánicos y la fertilización de la tierra para el vivero a partir del humus de lombriz, así como la observancia de los niveles de resiliencia del ecosistema en la comunidad "Parrayos" y de la propia empresa agrícola. Colateralmente en esta etapa con este procedimiento se calcula la energía total transferida (ETT), obteniéndose que:

$$ETT=2\ 511842.4\text{kWh/año}- 1\ 860624\text{kWh/año}$$

$$ETT= 651\ 218.4\text{kWh/año}$$

Este indicador refiere que, según las predicciones de PEMAR, se le transfieren, a la ZAA "Valle del Yabú", 651 218,4 kWh/año para actividades socioeconómicas. Sin embargo, la utilidad de este indicador radica en el posterior análisis, fruto de su descomposición en el indicador de energía transferida en función del desarrollo económico (IET_{DE}) y el indicador de consumo básico transferido (ICBT), por lo que se obtiene que el $IET_{DE}=0,13$ kWh/año/\$. De acuerdo con las predicciones realizadas, se puede observar que se transfirió energía para el desarrollo de la actividad productiva a razón de 0,13 kWh/año/\$. Se realiza la observación de que como el resultado tiende a ser igual a 0 (=0) la relación del incremento productivo se comportó de forma más que proporcional en relación con la energía transferida para este sector. Con respecto al ICBT, se tiene un valor normalizado de $ICBT_n=0,066$ kWh/mes/hog. Este valor solamente se refiere a la energía transferida a partir de la instalación del PFTV, pero las viviendas de la comunidad mantienen el consumo energético de la red y que equivalía a 245, 17 kWh/mes/hog. Por lo que sumándole el aporte energético marginal se tiene que, como promedio, cada vivienda consumirá 257,46 kWh/mes/hog lo cual se encuentra por encima de la media establecida por la ONURE de 186 kWh/mes/hog.

Conclusiones

- Los resultados obtenidos del diagnóstico de la ZAA "Valle del Yabú" a partir de las herramientas estratégicas, arrojaron que la zona seleccionada se caracteriza por la existencia de una débil gestión energética en función socioeconómica enfocada principalmente en el déficit de sistemas de riego, fertirriego, casa de cultivo y presencia de bajos voltajes en la comunidad "Parrayos". De esta forma, se decide aplicar el procedimiento energético para medios ambientes rurales (PEMAR) de González (2018) como herramienta para potenciar el impacto energético a partir de la instalación del PFTV Mini-industria al desarrollo socioeconómico de la ZAA.
- La aplicación del PEMAR en la ZAA "Valle del Yabú", municipio de Santa Clara, provincia de Villa Clara, permitió proyectar la contribución energética del PFTV Mini-industria al desarrollo económico y social de la misma. Esta se demuestra con la elevación del nivel de logros, principalmente, en el RFin y RN. En el caso del RFin, el impacto positivo se verifica a partir del cubrimiento de demandas energéticas insatisfechas en función del incremento de la producción y la productividad de la empresa agrícola. El RN se ve favorablemente impactado ya que el PFTV no genera afectación directa al medio ambiente; de igual forma fueron definidas un conjunto de acciones encaminadas a fortalecer este recurso.
- El indicador ETT muestra para el caso de estudio el cubrimiento de las demandas energéticas de la ZAA. Se transfieren 651 218,4 kWh/año lo que permitirá incrementar la oferta energética en

función del desarrollo económico y social de la zona practicada. El IETDE con un valor de 0,13 kWh/año/\$ indica que se proyectó trabajar con baja intensidad energética hacia el sector productivo, lo que permite analizar que el incremento productivo se favorece con la introducción de tecnologías agrícolas que a la vez contribuyen a la eficiencia energética. El ICBT con un valor normalizado de 0,0066 kWh/mes/hog se encuentra por encima de la media establecida por la ONURE de 186 kWh/mes/hog. Estos indicadores permiten al decisor evaluar la relación entre la energía suministrada con fines productivos y el consumo en el sector de los servicios y el doméstico.

Referencias bibliográficas

1. González T. Propuesta de factores para la toma de decisión en proyectos de energización rural en Cuba. [Tesis de maestría en Administración de Negocios]. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas: Cuba; 2005.
2. Martín M. Artículo Relaciones socioeconómicas en la comunidad rural y campesina «La Venturilla». Revista Agricultura Orgánica. Equipo de Estudios Rurales del Departamento de Sociología, Universidad de La Habana. 2013; año 19 (3).
3. González T., Sánchez I.R., Olalde R., Herrera L., Cherni J. El desarrollo local social y financiero: su papel protagónico en la activación de pequeñas economías a partir de la transferencia tecnológica en comunidades rurales de Cuba. Memorias de la VIII Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica COMEC 2014; 2014.
4. González T. Procedimiento para la contribución a la mejora de la calidad de vida desde la energización rural (PEMAR). [Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Económicas]. La Habana: Cuba; 2018.
5. Cherni y col. Energy supply for sustainable rural livelihoods (SURE). A multi-criteria decision-support system. England: Journal Energy Policy. [Accessed: 10th September 2014]. March 2007; Vol. 35 (3):1493-1504. Available on <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421506001662>. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2006.03.026>
6. Cherni y col. [Systematic Assessment of Carbon Emissions from Renewable Energy Access to Improve Rural Livelihoods]. Journal Energies. Dec2016; Vol. 9 (12):1-19. 22p. 8 Charts, 3 Graphs. ISSN:19961073. Available on: <http://www.mdpi.com/1996-1073/9/12/1086/manuscript>
7. Department for international development, DFID. Hojas Orientativas sobre los Modos de Vida Sostenibles-Sección 1: Introducción. Formato Pdf. 1999. Consultado en septiembre de 2014, disponible en http://www.livelihoods.org/info/info_guidancesheets.htm
8. Department for international development, DFID. Sustainable livelihoods Guidance Sheets - Section 1, Introduction to the Sustainable livelihoods approach. London, [Accessed: 11th September 2014]. UK; 1999. Available on <http://www.eldis.org/go/topics&id=41731&type=Document#.VY4f7RZNQvQ>
9. Department for international development, DFID. Sustainable livelihoods Guidance Sheets - Section 2, Introduction to the Sustainable livelihoods framework. London, UK. 1999. [Accessed: 13th September 2014]. Available on <http://www.eldis.org/go/topics&id=41739&type=Document#.VY4gdxZNQvQ>
10. Department for international development, DFID. Sustainable livelihoods Guidance Sheets - Section 3, Uses of the Sustainable livelihoods Approach. London, UK, 2000. [Accessed: 22th September 2014]. Available on <http://www.eldis.org/go/topics&id=41741&type=Document#.VY4gvRZNQvQ>

11. González T y Martínez Y. Aplicación del procedimiento energético para medios ambientes rurales a la zona agroalimentaria Valle del Yabú. Santa Clara. [Tesis en opción al grado de Máster en Contabilidad Gerencial]. Tutora González T, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas: Cuba; 2018.
12. González T., Olalde R., Sánchez I.R., Cherni J. La inversión energética en el desarrollo rural y agrícola en Cuba. Caso de estudio comunidad "4to Congreso", Sancti Spiritus. Revista Centro Agrícola. 2017;48 (4): 49-57.