

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## La inversión energética en el desarrollo rural y agrícola en Cuba. Caso de estudio comunidad "4<sup>to</sup> Congreso", Sancti Spíritus

### Energy investment on the rural and agricultural development in Cuba. Case study "4<sup>th</sup> Congreso" community, Sancti Spíritus

Taymi González Morera<sup>1</sup>, Raúl Olalde Font<sup>2</sup>, Inocencio Raúl Sánchez Machado<sup>1</sup>, Judith Cherni<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de contabilidad y Finanzas, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas (UCLV). Carretera a Camajuani km 5 ½. Santa Clara, Villa Clara, Cuba, CP 54830

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Agropecuarias, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas (UCLV). Carretera a Camajuani km 5 ½. Santa Clara, Villa Clara, Cuba, CP 54830

<sup>3</sup>Colegio Imperial de Londres, ICCEPT, TH Huxley School, 4th Floor, RDM Building, Prince Consort Road, UK, CP SW7 2AZ

*E-mails: [taymigm@uclv.edu.cu](mailto:taymigm@uclv.edu.cu); [raul@uclv.edu.cu](mailto:raul@uclv.edu.cu)*

#### RESUMEN

El proceso inversionista energético es decisivo para la nación cubana. En los asentamientos rurales que no reciben este servicio, los efectos de este tipo de inversiones los benefician por contribuir a la reanimación económica, sobre todo de las producciones agrícolas como actividad económica fundamental. Una alternativa para lograrlo es la generalización del uso de los recursos renovables. En este entorno la investigación propone un esquema de análisis decisional en la energización rural que integra las decisiones de inversión energéticas con el desarrollo rural sostenible. La aplicación de la propuesta permitió evaluar, a partir de indicadores energético-socioeconómicos, el aporte de la energía en función del desarrollo rural, desde su planificación física hasta el uso final de la energía en cadenas de producción de café arábica.

**Palabras claves:** asentamientos rurales, inversiones, recursos renovables, desarrollo rural

#### ABSTRACT

The energy-related investment process is decisive for the Cuban nation. Its effects not only will yield a sustained increase in the production of capital goods as well as and in the area of services at the macroeconomic level, but those rural settlements not previously beneficiated will receive this service. That will benefit those rural settlements that do not receive this service. An alternative to achieve this is the generalization of use of the renewable resources. In this environment the research proposes a Decision Making Analysis Framework for rural energy-wise policy, which integrates the energy-related investment decisions with local sustainable development. The implementation of the proposal led to the declaration of governmental policies from the territorial strategic planning of the territory as a premise guarantor of for development-goals at the national level.

**Keywords:** rural settlements, investments, renewable resources, rural development

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo tiene en su base energética una condición indispensable. En Cuba el índice de electrificación, según el Modelo 5076-06 “Comportamiento de la Electrificación” del Sistema de Información de Estadística Nacional del año 2016, reporta un 99 % de cubrimiento total. El 1 % restante se enmarca en zonas rurales donde aún existen 19 000 viviendas rurales aisladas, que por sus características demográficas no reciben suministro del Sistema Electroenergético Nacional (SEN) y se denominan zonas no interconectadas (ZNI) (Arronte, 2016).

A tono con lo anterior, la intensificación del uso de las fuentes renovables de energía (FRE) es una necesidad para el país. Ellas constituyen la alternativa más viable para energizar las ZNI, facilitando la gestación del desarrollo en el medio rural, principalmente en las producciones agrícolas. Para ello el artículo propone un esquema de análisis que integra al desarrollo rural agrario en el proceso de energización a partir de la implementación de tecnologías que usan las FRE. Por lo tanto, resulta importante definir las estrategias para contribuir desde la energía al desarrollo, priorizando las actividades económicas fundamentales en el entorno rural, en este caso de la producción cafetalera.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El esquema de análisis decisional para el apoyo a la toma de decisiones en proyectos de energización rural, en lo adelante EADER (Figura), integra el modelo “SURE”, versión 3.0 (Cherni *et al.*, 2007) al concepto de desarrollo sostenible. A partir de diagnósticos, basado en la opinión de expertos y la aplicación de un cuestionario participativo en la comunidad (Águila y Olalde, 2006), se identifican posibles alternativas de energización y la predicción de sus impactos sobre cada uno de los recursos que aborda SURE, bajo la “Teoría de los Modos de Vida” (DIFID, 1999, 1999b, 2000), la cual define cinco tipos de recursos: el natural, el humano, el social, el físico y el financiero. EADER en su “Etapa Preliminar” tiene como objetivo obtener una caracterización de la comunidad en su línea base, mediante la aplicación del modelo SURE.

Se definen las alternativas de energización según la disponibilidad de recursos naturales, la capacidad a instalar que debe suplir las demandas por sectores y las alternativas tecnológicas.

Se implementan dos indicadores energético-socioeconómicos que valoran la contribución energética al mejoramiento de la calidad de vida: el “Índice Energía Servida en función del Desarrollo Económico para el año base” ( $IES_{DEb}$ ) y el “Índice de Consumo Básico para el año base” ( $ICB_b$ ). Estos indicadores en esta primera etapa solo contabilizan los kWh que existen en la localidad en su línea base. Con esta finalidad se introduce el cálculo de la “Capacidad Servida” (CS), según ilustra en la Fórmula 1, a partir de la capacidad instalada “Ci” en kW y de las horas de funcionamiento de la tecnología (#hf) al año.

$$CS = Ci \times \frac{\#hf}{día} \times 365 \frac{días}{año} \quad (1)$$

Se calcula el  $IES_{DEb}$  para estimar la energía servida a la comunidad en funciones económico-productivas (Fórmula 2):

$$IES_{deb} = \frac{ES_{cfp}}{PM} \quad (2)$$

donde:

- $ES_{cfp}$ : energía servida a la comunidad en funciones productivas (kWh/año)
- PM: producción mercantil anual (\$/año)

El cálculo de  $ICB_b$  se realiza para conocer el consumo básico de energía por habitantes en un año para satisfacer necesidades básicas del hogar más el consumo de servicios públicos (Fórmula 3).

$$ICB_b = \frac{ES_{hsp}}{\#hab} \quad (3)$$



**Figura.** Esquema para el análisis decisional en la energización rural

donde:

- $ES_{hsp}$ : energía servida en hogares y servicios públicos (kWh/año)
- #hab: número de habitantes

En la “Etapa de Desarrollo” de EADER se realizó una proyección de la comunidad con la transferencia tecnológica por cada recurso y alternativa, delimitando como ganadora aquella que mejor contribuye integralmente al mejoramiento de la línea base. También se muestra información de los recursos comunitarios relacionada con el grado de colaboración entre estos, los valores de entropía de las alternativas

de energización y la posibilidad de éxito de cada alternativa (Henao *et al.*, 2002). En esta etapa se realiza el análisis del impacto global a partir del análisis de los indicadores como el número de años que toma a la tecnología para producir la energía que se consume (EPBT) durante el proceso de manufactura de esa misma tecnología y el factor de retorno energético (FRE), ambos evaluados anualmente (Cherni *et al.*, 2016). Los índices energético-socioeconómicos se calculan nuevamente (ver fórmulas 1, 2 y 3), con la diferencia de que se contabilizan los kWh proyectados con la transferencia tecnológica en función de la actividad productiva y consumo

básico de los hogares y servicios públicos, resultando los indicadores  $IES_{DEP}$  y  $ICB_p$ .

En la “Etapa Toma de Decisiones” de EADER se integra el proceso de energización con la planeación estratégica del territorio (García *et al.*, 2015), pretendiendo el establecimiento de estrategias para priorizar los recursos locales a partir de los niveles de logro alcanzados en SURE. Se calcula el “Índice de Energía Transferida en función del Desarrollo Económico” ( $IET_{DEL}$ ) y el “Índice de Consumo Básico Transferido” ( $ICBT$ ), ambos en kWh/año. Con ello se determina la energía que fue transferida tanto en función del desarrollo económico, así como en los hogares y servicios públicos según las fórmulas 4 y 5:

$$IET_{DEL} = \frac{ET_{cfp}}{\Delta PM} \quad (4)$$

$$ICBT = \frac{ET_{hsp}}{\# hab} \quad (5)$$

En ambos casos la energía transferida, ( $ET_{cfp}$ ) y la variación de la PM, ( $\Delta PM$ ) se calculan según las fórmulas 6 y 7:

$$ET_{cfp} = ES_{ed} - ES_{ep} \quad (6)$$

donde:

- $ES_{ed}$ : energía servida en la etapa de desarrollo (kWh/año)
- $ES_{ep}$ : energía servida en la etapa preliminar (kWh/año)

$$\Delta PM = PM_{ed} - PM_{ep} \quad (7)$$

donde:

- $PM_{ed}$ : es la producción mercantil en la etapa de desarrollo (\$/año)
- $PM_{ep}$ : es la producción mercantil en la etapa preliminar (\$/año)

Para realizar una valoración de este índice ( $IET_{DEL}$ ), se estima una máxima PM de la comunidad bajo condiciones ideales en sus capacidades productivas, a tenor con las formas y relaciones productivas que existan y el área productiva de que dispongan. A los efectos del

análisis se estima que el  $IET_{DEL}$  es favorable si los valores de la PM marginal superan el 50 % con respecto a la PM ideal y se asume como desfavorable los valores por debajo de la misma. En el caso del ICBT, es necesario estimar una máxima energía transferida en función de la demanda energética de la población en función de la esfera de los servicios y la vivienda en la comunidad, estimándose valores de  $ET_{hsp}$  por debajo de 50 %, como bajos y superiores al 50 % como altos. Esta etapa constituye, dentro del EADER, el elemento integrador en SURE y los índices que se implementan para el apoyo a la toma de decisiones (ver fórmulas 2, 3, 4 y 5).

Para la aplicación de EADER se toma como objeto de estudio la comunidad “4º Congreso”, ubicada en el municipio de Fomento, provincia de Sancti Spiritus. Es una comunidad rural parcialmente electrificada que ocupa un área de 0,16 km<sup>2</sup>. La totalidad de las familias a beneficiar es de 21 viviendas compuesta por familias de agricultores, para un total de 57 habitantes, en el 2014 solo quedaban 31. El servicio de electricidad existente se realiza a partir de 6 kW de potencia instalada en un microcentral hidroeléctrica obsoleta por lo que el servicio eléctrico es inestable. Los habitantes de esta comunidad integran más del 90 % de los socios de la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “Aracelio Iglesias”, que constituye su principal base socioeconómica, dedicándose al cultivo de café arábica variedad “Isla”.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la aplicación práctica de EADER se ilustran los siguientes aspectos generales:

### Resultados “Etapa Preliminar” de EADER

A partir de la encuesta participativa de SURE (Águila y Olalde, 2006) y la consulta a expertos, se define una línea base en el año 2014, impactos los cuales se observan en los valores de la Tabla 1. Esta se caracteriza por un recurso financiero con valores medios en cuanto a niveles de logros (53,33 puntos) y un recurso físico con un nivel de logro bajo (26,94). Estos recursos fueron evaluados con valores entre 0 y 100, para los cuales se definieron los siguientes rangos de calificación: con puntaje de 0 el nivel de logro es nulo, con puntaje de 1 a 50 es bajo, con 51 a 75 es medio y con 76 a 100 es alto.

Particular atención se le brindó al recurso físico el cual posee un nivel de logro “bajo” en su línea



**Tabla 1.** Puntaje de cada recurso en la línea base de “4<sup>to</sup> Congreso”

Tecnologías/Recursos	Natural	Físico	Humano	Social	Financiero
Actual Hidroenergía	41,6	26,94	17,45	79,89	53,33

Fuente: Olalde *et al.*, 2016

base (26,94). La infraestructura local se limitaba a una escuela primaria electrificada mediante un sistema de generación hidroenergético muy ineficiente; existe una bodega de productos domésticos y un local de ocio que están en muy mal estado. Se ubican 21 viviendas con mala calidad en el servicio de electricidad existente en aquel entonces y poseen un estado constructivo entre regular y malo. La vía de acceso principal de la comunidad está en muy malas condiciones. El estado de la cadena de producción del café es insuficiente en cuanto a niveles de producción, del total de tierras arrendadas a la CCS (154,21 ha) que se ubican en áreas próximas a la comunidad y que llegan hasta el poblado Gavilanes, solo el 60 % son cultivables (92 ha) y apenas se utilizaron en el proceso de cosecha 2 ha, con un marco de siembra de 2x1 con árboles de cafeto de solo 2-3 años de plantación. La ausencia de energía provoca que el riego sea prácticamente inexistente y puede que exista solo un mínimo por gravedad, por lo que el rendimiento del café es bajo (0,38 t/ha), cosechándose solamente 0,773 t/año de café con ausencia total de riego.

Por otro lado, el recurso financiero alcanza un nivel de logro “medio”. Las principales entradas financieras provenían de la deprimida venta del café a la empresa agropecuaria, especialmente las mujeres poseían un alto grado de disponibilidad para el trabajo y no lograban conseguir empleos. La producción mercantil (PM) fue baja en el 2014 (línea base), pues se obtiene una producción de solo 773,58 kg de café. Esta producción fue valorada a precios de venta promedio de \$10,50 CUP/kg, por concepto de venta a acopio del café arábica (variedad “Isla”) que es transferida a acopio para su procesamiento industrial en el pueblo “Pedrero”.

El recurso humano se encuentra deprimido con un valor de 17,45, considerándose bajo, debido a que, pese de poseer un adecuado índice de escolaridad de 0,78 de 1, solo el 52,6 % de los residentes acabaron la escuela primaria; 33,3 % la escuela secundaria; el 8,7 % posee entrenamiento técnico y el 0 % de la población posee nivel profesional.

El recurso social posee un nivel de logro alto con 79,89 puntos y en el recurso natural el agua es abundante, siendo el principal recurso disponible junto con el sol y exhibe un puntaje de 41,6 lo cual se considera como “bajo”, indicando que este capital esta impactado negativamente desde su propia línea base.

A partir de la disponibilidad de recursos naturales, demandas, preferencias de los beneficiarios y de la información recolectada por los expertos, se definen cuatro posibles alternativas energéticas (hidroenergía, fotovoltaica, grupo electrógeno y el SEN (Red)) y siete tipos de opciones tecnológicas contando la ya existente en la comunidad (Tabla 2). Estas serán evaluadas respecto a una serie de factores que conforman cada recurso mediante una matriz energética. Se prevé instalar una capacidad de 15 kW de potencia, definiéndose las características técnicas de la capacidad específica y eficiencia por cada alternativa.

El cálculo de los índices energéticos para el año 2014, determinándose la CS a partir de la CI que era de 6 kW en la línea base, permite conocer que la CS fue de 26 280,00 kWh/año.

A partir de la información recopilada en el ítem “Demanda de energía por sectores” se conoce que los kWh servidos en función productiva fueron nulos y el consumo de hogares más los servicios públicos fue de 26 280,00 kWh/año. Los datos de PM (en CUP y solo de la CCS) fueron obtenidos de la Oficina Municipal de Estadísticas del municipio. Finalmente se realiza el cálculo del  $IES_{deb}$  e  $ICB_b$  según las formulas 2 y 3:

$$IES_{deb} = \frac{0}{\$8122,67} = 0 \text{ kWh / año / \$}$$

mientras que,

$$ICB_b = \frac{26280,00}{31} = 847 \text{ kWh / año / hab}$$

Esto indica que en su línea base la CCS no disponía de energía para producir valores mercantiles. Económicamente la PM fue baja ese año pues se obtuvo una producción de 773,58 kg de café. Del total de tierras arrendadas a la CCS (154,21 ha) solo el 60 % son cultivables y apenas se utilizaron 2 ha en el proceso de cosecha. La ausencia de energía provoca que el riego sea prácticamente inexistente, por lo que el rendimiento del café es bajo (0,38 t/ha) con ausencia total de riego. Esta producción fue valorada a precios de venta promedio de \$10,50 CUP/kg, por concepto de venta a acopio y posteriormente, transferidos a la secadora del pueblo “Pedrero” ante la falta de capacidad tecnológica para agregarle este valor en la propia comunidad. La  $ES_{hsp}$  fue de 26 800 kWh/año únicamente para el consumo en iluminación de los hogares, el uso de algunos equipos electrodomésticos, la iluminación de la escuela y locales de la CCS, por lo tanto se disponía de 847 kWh/año por cada habitante.

### Resultados “Etapa Desarrollo”

Se modela la predicción del impacto para un horizonte de planeación de 30 años sobre cada recurso, mediante una matriz de las siete tecnologías definidas en la “Etapa Preliminar” contra recursos de la comunidad, ver Tabla 2.

En función del puntaje total alcanzado a partir del nivel de logros para cada recurso y que se exhibe en la tabla se aplican métodos de análisis multiobjetivo con el objetivo de ordenar las alternativas. Los resultados mostrados por SURE indicaron que la opción tecnológica más

apropiada sería la hidroenergía (Micro y Pico Hidráulica) con 100 puntos (Olalde *et al.*, 2016). Este nivel de logro de este FRE está determinado por su mayor eficiencia entre las demás tecnologías pudiendo superar en su vida útil de 40 años el horizonte de planeación del proyecto. En este sentido la estrategia de desarrollo de la comunidad se centra en la reactivación de la actividad económica cafetalera. La creación de nuevas formas de autogestión asociadas a las pequeñas industrias rurales para el secado del café y las cooperativas en el comercio y los servicios, pueden darle oportunidades de empleos.

El análisis de robustez realizado por el modelo SURE (Olalde *et al.*, 2016) indicó, entre otros aspectos, que los recursos más colaborativos fueron el físico, el social y el financiero. Según los autores, ello asevera que una mejora en uno de estos recursos producirá un efecto positivo en los restantes, lo cual es relevante a la hora de promover acciones ante la limitación de recursos financieros. A su vez, este análisis arrojó que de no ser instalada la hidroenergía, las alternativas que mayor impacto positivo causarán a la comunidad son la “red” y la solución fotovoltaica, dado su favorable comportamiento en los recursos comunitarios.

El resultado del análisis de impacto climático global que aporta el modelo SURE se centra en la tecnología de hidroenergía. Se aprecia que el EPBT de los módulos orgánicos es el más bajo; sin embargo, su requisito de superficie es el mayor debido al bajo nivel de modularidad. Por otro lado, Olalde *et al.* (2016) constatan que tener en cuenta la dependencia geográfica resulta importante, pues la cantidad de emisiones de gases de CO<sub>2</sub> evitado cambia cuando otro

**Tabla 2.** Representación en SURE del puntaje obtenido por cada opción tecnológica prevista

Tecnologías/Recursos	Natural	Físico	Humano	Social	Financiero
Actual hidroenergía	41,6	26,94	17,45	79,89	53,33
Hidroenergía	41,29	100	20,63	81,42	97,5
Fotovoltaica silicio (sistemas independientes)	41,58	100	99,99	81,42	53,33
Grupo autónomo convencional (diésel)	11,18	99,94	36,32	80,53	57,57
Red (SEN)	20,8	100	17,45	83,8	53,33
Fotovoltaica capa delgada (Thin Film CdTe)	41,58	100	99,99	81,42	53,33
Fotovoltaica orgánica	41,58	100	99,99	80,55	53,33

Fuente: Olalde y col., 2016

país de fabricación es escogido, por ejemplo, si observamos la tecnología orgánica fotovoltaica es la que más emisiones de CO<sub>2</sub> evita y Dinamarca es el país que salva más emisiones de gases de CO<sub>2</sub> cuando los módulos de PV son manufacturados en el mismo país.

Los índices energético-socioeconómicos para el año 2015 se calcularon cuando la energía ya había sido transferida a la comunidad. En el caso de la PM al ser una variable económica, su verdadero impacto se produce en un mediano y largo plazo, dadas las características propias del cultivo del café arábica que alcanza su madurez a los 4-5 años de su plantación. La CS con la transferencia energética se calculó utilizando la fórmula 1.

$$CS = 13,5 \times 24 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 365 \frac{\text{días}}{\text{año}}$$

por lo que: CS=118 260,00 kWh/año

A partir de la información recopilada en el ítem “Prioridad de la demanda de energía por sectores” (Olalde *at el.*, 2016), se conoce que la ES<sub>cfp</sub> fue de 8,869,5 kWh/año y corresponde a la incorporación de seis sistemas de microviveros de riego de 2,7 kW de potencia instalada por cada uno que funcionan como promedio tres horas/día durante el proceso del vivero de café bajo condiciones de bolsa y es distribuido en tres grupos de dos viveros por 3 horas (5,4 kW de carga total), desde el horario de 7:00 am hasta las 3:00 pm. La energía servida en función de las viviendas y los servicios públicos ascendió a 70 955,48 kWh/año que se desglosan en 62 679,20 kWh/año para consumo de hogares y 8 276,28 kWh/año en servicios públicos. Los datos de la PM de la CCS ascendieron a \$ 17 148,20 CUP, de estos un 85 %, aunque existen plantaciones previas en la CCS con una edad que permite la recolección del café, no tienen una relación directa con la llegada de la energía, solo el 15 % se debe a la venta de arbolitos del vivero lo que puede arrojar en este periodo un crecimiento de la PM por concepto de la llegada de la energización, por lo tanto:

$$IES_{DELp} = \frac{8869,5}{\$17148,20} = 0,52kWh / \text{año} / \$$$

$$ICB_p = \frac{70955,48}{57} = 1244,83kWh / \text{año} / \text{hab}$$

Esto indica que la comunidad en el año 2015 utilizaba 0,52 kWh/año de energía para producir un peso de valor mercantil. Debe asumirse que este indicador energético aumenta respecto a la línea base ya que existe disponibilidad de ES<sub>cfp</sub> capaz de apalancar una posible PM. La CCS mantiene el uso de las 2 ha con un marco de siembra de 2x1 con cafetos de 3-4 años de plantación, sin embargo, la instalación de sistemas de irrigación todo el año al 85 % del límite superior de agua disponible, tanto en los microviveros como en las zonas de plantación, propicia un aumento del rendimiento de hasta 1 t/ha en la cosecha del café. Es importante observar que en ese año se aumenta la capacidad de tenencia de posturas de cafeto en los microviveros y por gravedad se aumentan las capacidades de riego en la plantación de café usando las ideales características orográficas del terreno respecto al afluente del río “Caracusey”. El proceso en el vivero tiene una duración de un año; con posterioridad se plantan las posturas y al cabo de 4 años es que se comienza el proceso óptimo de recolección o cosecha del café.

De manera significativa aumenta el acceso a servicios energéticos de la comunidad, tanto para el consumo de los hogares más el disfrute de servicios públicos a 1 244,83 kWh/año por cada habitante. Esto indica que no obstante al número de habitantes que ha recuperado la comunidad (57) con el aumento de la calidad de vida y al incrementarse la disponibilidad energética en 44 675,48 kW/año, se eleva el ICB.

### Resultados “Etapa Toma de Decisiones”

En EADER se definen las estrategias de priorización de recursos, planes de acción y proyecciones de atención al cambio climático. Estas acciones deberán ser trabajadas por el grupo de desarrollo local adjunto a la Asamblea Municipal del Poder Popular de Fomento, con vistas a establecer una planeación estratégica del territorio acorde a la nueva disponibilidad energética siguiendo el algoritmo de EADER. Los indicadores IET<sub>DEL</sub> y el ICBT que se calculan mediante las fórmulas 4 y 5 reflejan que:

$$IET_{DEL} = \frac{8869,50 - 0,00}{\$17148,20 - \$8122,67} = 0,98kWh / \text{año} / \$$$

Para conocer si el IET<sub>DEL</sub> se comportó favorablemente se determinó la PM ideal. Por lo que, previendo que se mantenga los seis microviveros con sistemas de riego y estos rotándose en las zonas de siembra podrían

obtenerse un rendimiento “ideal” aproximado de 2 t/ha de café en las 92,5 ha de tierras que se pueden dedicar a este cultivo, por lo que la producción podría ser de 185 ton/año. Esta producción anual valorada a un precio de \$10,50/kg arrojaría una PM de \$1 942 500,00 CUP. Al ser la variación absoluta de la PM de \$9 025,53 arroja un comportamiento del 46 % (por debajo del 50 %) de la PM ideal por lo que resulta interesante resaltar que aún no se considera favorable el crecimiento de la misma en función de la  $ES_{cfp}$ .

$$ICBT = \frac{70955,48 - 26280,00}{57} = 783,78 \text{ kWh/año/hab}$$

De igual modo se determina la  $ET_{hsp}$  ideal que es la que cubre las demandas energéticas por los sectores domésticos y públicos y que coincide con la  $ES_{hsp}$  de la “Etapa Desarrollo” ascendente a 70 955,48 kWh/año. La  $ET_{hsp}$  (fórmula 6 adaptada), ascendió a 44 675,48 kWh/año, esa cifra representa el 63 % de la ideal, por lo que se considera alto el aporte de la energía para el uso doméstico y social de la comunidad. Finalmente, la llegada de la tecnología Micro-Pico hidráulica logró una transferencia de 0,98 kWh/año/\$ y 783,78 kWh/año/habitante en función del desarrollo económico y consumo de hogares y servicios públicos respectivamente lo que demuestra de forma explícita la contribución de las FRE en función del desarrollo sostenible en el medio rural,

## CONCLUSIONES

1. Los resultados de la “Etapa Preliminar” de EADER evidencian que la comunidad “4<sup>to</sup> Congreso”, en el año 2014 contaba con tres recursos y bajos niveles de logro en función del desarrollo local, el recurso humano, el físico y el natural; además, exhibía niveles de logros medios en los recursos sociales y financieros. El  $IES_{DEL}$  corrobora la inexistencia del servicio de electricidad en función del desarrollo de actividades productivas y el ICB constata la limitada cobertura energética para todas las necesidades básicas de hogares y servicios públicos.

2. En la “Etapa de Desarrollo” se definió como la alternativa más conveniente la hidroenergía. Los recursos en los cuales se predice el mayor nivel de logros son el financiero y el físico ya que la transferencia tecnológica pudo propiciar la

introducción de nuevas capacidades tecnológicas productivas, así como el acceso a servicios básicos (iluminación de viviendas y cobertura de electricidad en los servicios públicos) que no disponía la comunidad. El ICB permitió la cobertura total de iluminación en hogares, el uso de equipos electrodomésticos, la cocción de alimentos con mayor confort y el disfrute de servicios públicos que antes no disponían.

3. Aunque no quedan definidas en la “Etapa Toma de Decisiones” una serie de estrategias, acciones y proyecciones en esta investigación, el grupo de desarrollo local, siguiendo el algoritmo EADER podrá establecerlas y controlarlas a partir de su sistema de trabajo. Los índices  $IET_{DEL}$  e ICBT demuestran la contribución del uso de las FRE al desarrollo del medio rural en Cuba.

4. Se demuestra la idoneidad y contribución de EADER como herramienta para el apoyo a la toma de decisiones a nivel territorial.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARRONTE, L. 2016. Mayor eficiencia eléctrica en Cuba ahorra cien mil toneladas de combustible en 2015, Cuba, 2016. Periódico Granma, La Habana, Cuba. 14 de enero del 2016.
- ÁGUILA, M., R. OLALDE. 2006. La universidad en la comunidad a través del proyecto. Una experiencia en la montaña Villaclareña. *Memorias del Evento Provincial Universidad 2006*, Santa Clara, 22 de septiembre, 2006. ISBN: 959-250-226-9.
- GARCÍA, B., V. CARDOSO, T. AMADOR. 2015. Articulación de los planes de ordenamiento físico-espacial y los planes de desarrollo turístico territoriales en Cuba. *Revista Retos de la Dirección*, 9 (2).
- CHERNI, J., F. HENAO, P. JARAMILLO, I. DYNER, R. SMITH, R. OLALDE. Energy supply for sustainable rural livelihoods. A multi-criteria decision-support system. *Energy Policy*, 35 (3): 1493-1504. ISSN 0301-4215. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2006.03.026>.
- CHERNI, J., R. OLALDE, L. SERRANO, F. HENAO, A. URBINA. 2016. Systematic Assessment of Carbon Emissions from Renewable Energy Access to Improve Rural Livelihoods. *Energies*, 9 (12): 1086. doi:10.3390/en9121086



- DFID (DEPARTMENT FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT). 1999a. Sustainable Livelihoods Guidance Sheets - Section 1. Introduction to the Sustainable Livelihoods approach. London, UK. Disponible en: <http://files.ennonline.net/attachments/871/dfid-sustainable-livelihoods-guidance-sheet-section1.pdf> Consultado el 11/11/2014.
- DFID (DEPARTMENT FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT). 1999b. Sustainable Livelihoods Guidance Sheets -Section 2. Introduction to the Sustainable Livelihoods framework. London, UK. Disponible en: <https://www.eldis.org/vfile/upload/1/document/0901/section2.pdf> Consultado el 13/11/2014.
- DFID (DEPARTMENT FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT). 2000. Sustainable Livelihoods Guidance Sheets - Section 3. Uses of the Sustainable Livelihoods Approach. London, UK. Disponible en : <http://files.ennonline.net/attachments/873/section3.pdf> Consultado el 22/11/2014.
- HENAO, F., J. CHERNI, P. JARAMILLO, I. DYNER, R. SMITH, R. OLALDE. 2002. Modelo de toma de decisiones multiobjetivo en energización rural como herramienta para el alcance de medios de vida sostenibles. 2do Taller internacional Renewable energy for sustainable rural livelihoods *RESURL*, Colegio Imperial de Londres, Inglaterra, 7 al 14 de octubre.
- OLALDE, R., T. GONZÁLEZ, L. HERRERA, J. CHERNI, A. URBINA. 2016. La energía y su impacto sobre el cambio climático y desarrollo local. Caso de estudio comunidad rural 4to Congreso, Sancti Spíritus, Cuba. *Memorias II Evento Territorial Ciencia e Innovación por un Desarrollo Local Integral*, del 2 al 5 de junio. Santi Spíritus, Cuba. ISBN: 978-959-16-3107-7.

---

Recibido el 11 de junio de 2017 y aceptado el 2 de septiembre de 2017