

Propuesta de SURE como herramienta decisonal en el análisis prospectivo del proceso inversionista en Fuentes Renovables de Energía (FRE) de la Empresa Eléctrica de Villa Clara.



V Simposio de Contabilidad, Finanzas y Auditoría

Modalidad. Ponencia oral

Autores: MsC. Taymi González Morera* email: taymigm@uclv.edu.cu

Dr. Inocencio Raúl Sánchez Machado*

Dr. Raúl Olalde Font**

Lic. Yuleysi Martínez Niebla***

Lic. María Emilia Díaz Morales***

*Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Cuba.

** Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Cuba.

*** Empresa Eléctrica Villa Eléctrica.

Resumen

El país tiene extraordinarias potencialidades en sus fuentes renovables, que le permitirían en teoría obtener de ellas 2 – 3 veces más energía que la que se necesita. Solo en energía solar se podría generar 5 Kw/h por m² de superficie, lo que equivale al consumo diario promedio de una vivienda cubana. Si hoy solo el 3,8 % de la energía generada en la nación se obtiene de fuentes renovables (FRE), en los próximos 8 años se aspira a llegar al 16,5 %. Para ello la biomasa cañera y forestal, la energía solar, la eólica y la hidráulica son las 4 fuentes principales para dar ese salto (Rodríguez, 2014).

Dado este encargo estatal la Empresa Eléctrica de Villa Clara (EE-VC) durante los años 2015 y 2016 ha realizado un levantamiento de las posibilidades que existen para instalar Parques Fotovoltaicos (PFV). Para ello se hizo un recorrido por todos los municipios de la provincia en la búsqueda de posibles terrenos que cumplieran con los requisitos necesarios para las posibles ubicaciones de los mismos.

En la investigación se propone el uso del modelo SURE como alternativa que contribuye al análisis prospectivo del proceso inversionista en FRE de dicha empresa, lo cual constituye además una herramienta para los tomadores de decisiones en lo que desarrollo local y mejoramiento de la calidad de vida respecta (Betancourt y col, 2015).

Palabras claves: inversión, recursos renovables, desarrollo local

Introducción

En la última década, tanto en Cuba como en el resto del mundo, temas como la conservación de los recursos naturales y la protección al medio ambiente, han alcanzado gran importancia. Es por ello que resurge la necesidad entre las empresas de la Unión Eléctrica de desplegar alternativas renovables conectadas a las redes eléctricas del Sistema Electroenergético Nacional (SEN) como vía para incrementar la capacidad de generación eléctrica instalada, diversificar las fuentes de generación reduciendo consumos de combustibles fósiles y atenuando la contaminación atmosférica. Tal es el caso del fomento de parques fotovoltaicos (PFV) los que emplean la transformación directa en electricidad de la radiación solar, fuente renovable con manifestación estable y predecible en el país.

El sol es una fuente promisoría de energía. En la actualidad Cuba solo cuenta con pequeñas instalaciones PFV conectadas al SEN y más de 9000 servicios aislados (Arronte, 2016). Sin embargo, el potencial reconocido en el Mapa Solar de Cuba es de más de 2000 MW. Ya se han construido en el Occidente del país un Parque Fotovoltaico de 1MWp y se han instalado otros con capacidad total de generación de 10 MWp en otras zonas del archipiélago. El Combinado de Componentes Eléctricos de Pinar del Río ha tenido la responsabilidad de fabricar los paneles solares para el desarrollo de esta energía en el país.

Durante los años 2015 y 2016 especialistas de la Empresa Eléctrica de Villa Clara, especialistas de las áreas técnicas de los municipios y del Instituto de Planificación Física (IPF) recorrieron 39 áreas en toda la provincia con el interés de definir las posibles zonas para la introducción de (PFV) en un horizonte temporal 2017-2020. Como criterio de selección se tuvo en cuenta la disposición de áreas preferiblemente llanas, de manera que para su puesta en marcha requieran pocos trabajos de movimiento de tierra y acondicionamiento. También para la localización de estas áreas se tiene en cuenta la cercanía a la red eléctrica o subestaciones cercanas para transferir la potencia de salida del parque por las mismas redes a 33 kV o 13.8 kV existentes en dichos territorios. (Anexo 1)

Como resultado de la pesquisa fueron identificadas 39 áreas. La tabla 1 muestra el total de la capacidad a instalar en MW así como el total de hectáreas por cada municipio que se afectarían si se decidiese instalar la solución PFV.

Tabla 1- Proyección del total de capacidad a instalar en MW por municipio y hectáreas afectadas. Provincia Villa Clara. Fuente: Adaptado de documentos del Departamento de Inversiones de la EE-VC, 2016.

Municipios	Capacidad total a instalar en (MW)	Totales de hectáreas (ha)
Placetas	8,8	14,0
Camajuaní	5,3	8,5
Remedios	5,0	32,0
Caibarién	19,6	27,0
Encrucijada	8,8	14,0
Cifuentes	6,9	11,0
Santo Domingo	10,6	17,0
Sagua	9,4	15,0
Quemado	3,8	6,0
Corralillo	8,8	14,0
Ranchuelo	12,2	19,5
Manicaragua	10,0	16,0
Universidad	1	
Total	110,0	194,0

Para el año 2017 se prevé la acometida de diversas obras las que ya se encuentran en fase de análisis y preparación. Ellas se muestran en la figura 1. Estas acometidas ya cuentan con respaldos financieros gestionados a partir del Banco de Desarrollo Chino y del Fondo Verde del Clima y se encuentran inscritos en el Plan de la Economía 2017. Al ser inversiones emprendidas por la EE-VC tendrán en los gastos de reparación y mantenimiento saldos configurados para cada año de la vida útil estimada de la tecnología.

Figura 1- Obras a ejecutar con solución PFV en el horizonte 2017-2018 por EE-VC. Fuente: Adaptado de documentos del Departamento de Inversiones de la EE-VC, 2016.

Municipio	PSFV	Ha	Potencia MW	Energía GWh/anual	Ahorro Combustible Ton/año	Reducción Emisión Ton/año	Año	Programa
Santo Domingo	Santo Domingo, cerca de la cervecería	5,1	3,0	4,6	1341,6	3928,1	2017	Banco de Desarrollo China (25 MW/p, Plan 2016. inicio)
Corralillo	Corralillo, cerca a la SE Corralillo	3,0	2,0	3,0	894,4	2618,8	2018	Banco de Desarrollo China (50 MW/p, Plan 2017)
Santa Clara	Universidad	3,6	2,0	3,0	894,4	2618,8	2018	Programa para la Instalación de 100 MWp en PFV con el Fondo Verde del Clima
Cayo antamaría	Frente al Delfinario	1,7	3	4,6	1341,6	3928,1	Por definir	Programa para la Instalación de 100 MWp en PFV con el Fondo Verde del Clima
Cayo antamaría	Cerca de hotel Piedra Moviada	2	3	4,6	1341,6	3928,1	Por definir	Programa para la Instalación de 100 MWp en PFV con el Fondo Verde del Clima
Total		15	13,0	19,7	5813,8	17021,9		

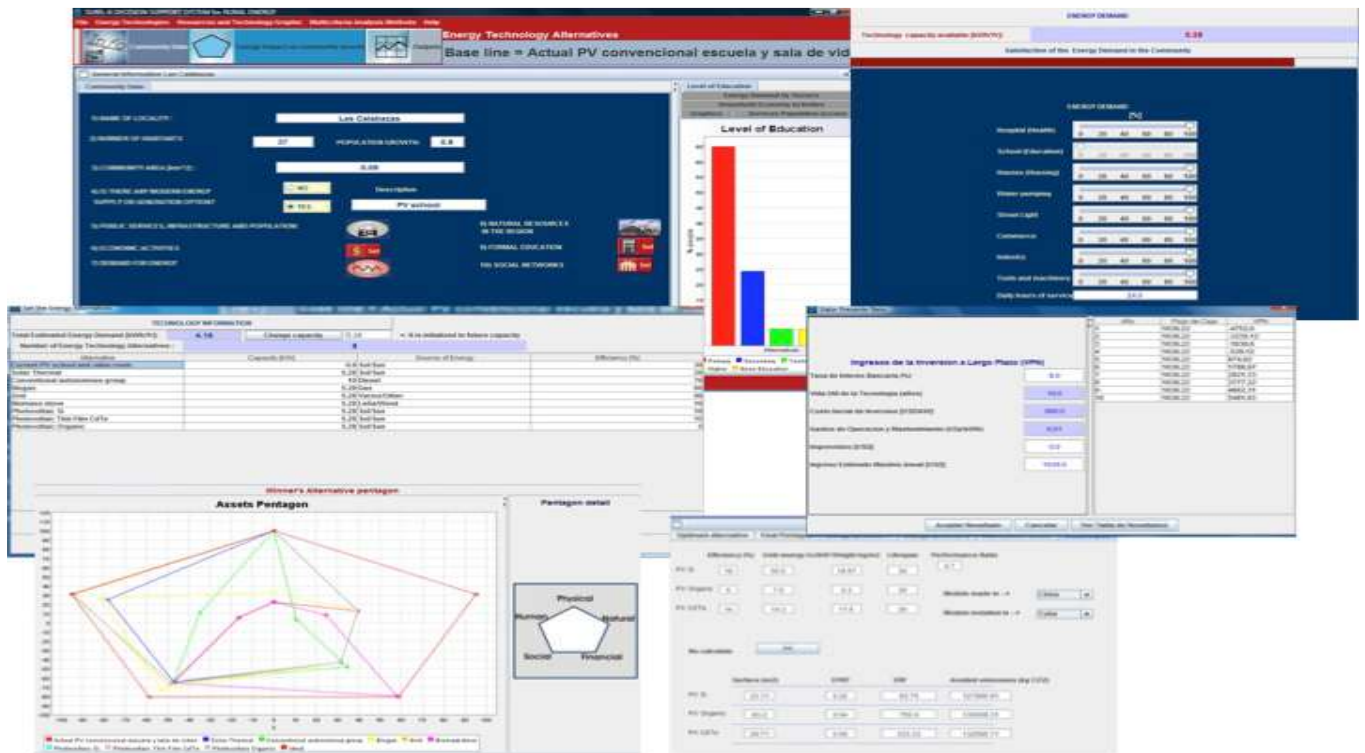
Métodos empleados. La investigación propone que en estos municipios donde ya se ha estudiado la introducción de FRE a partir de PFV se aplique la herramienta denominada SURE (Sustainable Rural Energy Decisión-Support System) con el objetivo de evaluar el alcance de la transferencia tecnológica de forma integral. SURE es un modelo matemático multiobjetivo para la toma de decisiones (soportado en un software) desarrollado por DFID (1999) y está basado en los conceptos de Medios de Vida Sostenibles el cual contiene en su matriz energética un grupo de alternativas energéticas renovables que hacen, según esta teoría, que la comunidad alcance una mayor sostenibilidad (Henao et al., 2012).

Los procedimientos implementados en SURE, (Cherni, et al, 2006) se desglosan en dos fases, una primera que permite identificar el estado actual de los activos o capitales de la localidad (*pentágono inicial de la localidad*) con la ayuda de una serie de reglas lógicas que relacionan información proveniente de un cuestionario participativo, (Águila y Olalde, 2005). Lo que se pretende es convertir las potencialidades y necesidades particulares de la población, en la base o el punto de partida de la toma de la decisión, (Olalde y col., 2012). Como resultado de esta caracterización se le presenta al decisor(es): primero, las características más relevantes que debe tener el conjunto de alternativas de energización; segundo, un conjunto de alternativas genéricas de energización a evaluar y tercero la línea base. En su segunda fase, SURE tiene como una de sus salidas la matriz tecnológica y a partir de esta y con ayuda de las técnicas de Análisis Multiobjetivo (AMO) se podrá definir cuál de las opciones tecnológicas propuestas por este o por el usuario del modelo será la mejor para implementar en términos del mejoramiento del pentágono inicial de la comunidad. La idea siempre es acercarse lo más posible al pentágono ideal, (DIFID, 1999), de manera adicional se exhibe el impacto climático global.

En SURE se introduce un procedimiento en el cual se representa un juego separado de factores para cada función del recurso. Cada factor tiene un rango de valores entre 0 y 1, donde 0 refleja ningún efecto positivo o resultado de la alternativa energética en un capital dado y 1 expresa su efecto más elevado. En otros términos, la medida ideal y máxima de impacto positivo que una comunidad puede lograr es 1, por lo que la misma se representa mediante una función estructurada para los 5 tipos de capitales de la comunidad respecto a las opciones tecnológicas energéticas, (Cherni, et al, 2006). En la figura 2 se representa la ambientación general del modelo SURE en su versión 3.0.

Una contribución principal del sistema es que cuantifica, a través de un índice cuantitativo de los espacios entre el sustento teórico e ideal; los posibles efectos de las tecnologías en los diferentes recursos; la condición existente de los recursos, su posible mejora con la aplicación de energía, el ordenamiento de las opciones tecnológicas y determina el impacto global de emisiones evitadas de CO₂ de la tecnología seleccionada como ganadora.

Figura 2- Esquema gráfico del modelo SURE. Fuente: tomado de Olalde y col., 2014.



Otro elemento novedoso es que en SURE se implementa otro procedimiento que define estructuralmente los cinco recursos de la comunidad con relación a las opciones tecnológicas energéticas, (Cherni y col., 2006), el cual tiene como meta minimizar el vacío o espacio entre el posible valor máximo del recurso de cada comunidad y el valor que podría obtener a través de la aplicación de una tecnología energética, capturando dinámicamente la relación entre los recursos que la población posee cuando la energía llega a la comunidad. El procedimiento anterior se basa en el método de análisis multicriterio “programación por compromiso”, (Yu, 1973), (Zeleny, 1973).

Resultados que se esperan alcanzar.

Para cada una de estas obras ya se encuentra definido que la alternativa de energización es la PFV. Sin embargo la utilidad del modelo SURE radica precisamente en toda la información de los recursos de la localidad que ofrece para la toma de decisión de los servidores públicos entiéndase Consejo de Administración Municipal (CAM) o Consejo de Administración Provincial (CAP) pues no solo se trata de la transferencia tecnológica vista reducidamente por el impacto positivo en el ahorro de toneladas de petróleo al año y por

la reducción de emisiones dañinas al medio ambiente anuales, sino que la instalación de PFV debe proveer otras oportunidades para el mejoramiento de la calidad de vida y contribuir al desarrollo local visto en el mejoramiento de sus recursos o capitales, a saber recurso natural, social, financiero, humano y físico (González, 2012).

Al aplicar la herramienta cada localidad donde se encuentra enclavada la obra podrá contar con los siguientes resultados:

1. Diagnóstico inicial de la localidad que depende de la solución energética ya instalada o en ausencia de energía. Esto permitirá establecer una línea base del estado inicial de los recursos en dicho asentamiento.
2. Determinar las características idóneas del PFV a instalar dado el lugar seleccionado y el número de personas o emprendimientos a beneficiar.
3. Predicción del efecto de la energía instalada por cada recurso de la localidad.
4. Análisis de robustez o peso específico de cada recurso para la localidad y los decisores.
5. Análisis del impacto climático global.
6. Cálculo y análisis de indicadores que contribuyen al desarrollo local y mejoramiento de la calidad de vida como el Índice de energía transferida en función del desarrollo económico local (IET_{DEL}) e Índice de consumo básico de subsistencia transferida (ICBST) con la transferencia tecnológica.

Luego: $IET_{del} = \Delta kWh \text{ servidos al usuario en función productiva} \div PM$

Donde PM corresponde a la Producción Mercantil en valores referidos a la sumatoria de las actividades económicas que surgen o se beneficiaron con la energía servida.

Además el ICBST puede calcularse como: $ICBST =$

$\Delta \text{ consumo básico de energía por usuario en un mes} \div \text{número de usuarios}$

Con estos resultados el CAM o CAP puede integrar el proceso de energización con la planeación estratégica del territorio y la localidad, logrando cerrar ciclos, encadenamientos productivos entre otras variantes que contribuyen al desarrollo. Por ejemplo con el resultado 1 los decisores pueden establecer prioridades sobre cuál o cuáles recursos se van a potenciar dado el estado real que presentan en la localidad en cuestión, lo cual es corroborado por el resultado 3 que brinda una prospectiva de

cómo quedara potenciado ese o esos recursos deseados con la transferencia energética. También con los resultados 3 y 4 los decisores pueden trazar políticas que permitan mantener niveles de éxito en aquellos recursos que ya eran exitosos pero que la llegada o sustitución de la energía puede ofrecerles otras oportunidades como por ejemplo la apertura a nuevos emprendimientos, un consumo básico más estable y seguro, entre otros.

El resultado 5 es de vital importancia en los momentos actuales que vive el planeta de mitigación y recuperación del medio ambiente, es por ello que la instalación de PFV demuestra la cantidad de toneladas al año de reducción de emisiones perjudiciales. El CITMA en coordinación con los actores encargados de promover el desarrollo local deberá trazar estrategias que favorezcan estas iniciativas y atender esta temática con las direcciones de la unión eléctrica a escala municipal.

El resultado 6 constituye una medida del impacto de la energía en los nuevos emprendimientos o actividades económicas y en el consumo básico de la población en la satisfacción de sus necesidades básicas. Es por ello que ambos indicadores deben ser manejados por el CAM o CAP como el aporte que la energía ha realizado a la gestión del desarrollo a pequeña escala.

Conclusiones

Con la propuesta del modelo SURE en virtud de las bondades que brinda para la toma de decisión que debe conllevar el proceso inversionista 2017-2020 por parte de la EE-VC en FRE se puede concluir que:

1. SURE evalúa aspectos técnicos, económicos, sociales, humanos y naturales de la tecnología que se transfiere (PFV), lo cual permite que la decisión abarque mucho más allá de la transferencia tecnológica.
2. La herramienta constituye una alternativa a considerar por parte de los decisores locales ya que la instalación de soluciones limpias contribuye eficientemente al desarrollo local y calidad de vida de las personas.
3. La aplicación de SURE no presenta limitaciones en el momento actual ya que el mismo se encuentra diseminado en la provincia y parte del equipo que diseñó el modelo forma parte del grupo de expertos en energía del CAP.

Bibliografía

1. Águila, M; Olalde Font, R. (2006). «La universidad en la comunidad a través del proyecto. Una experiencia en la montaña Villaclareña». Ponencia presentada en las Memorias del Evento Provincial Universidad 2006, (ISBN: 959-250-226-9). Santa Clara, Villa Clara. Cuba.
2. Arronte, L. (2016). Periódico Granma. Artículo «Mayor eficiencia eléctrica en Cuba ahorra cien mil toneladas de combustible en 2015». Accesado en enero 2016. Cuba.
3. Betancourt, M; Viamontes, L y Torrens, M. (2015). «Articulación de los planes de ordenamiento físico-espacial y los planes de desarrollo turístico territoriales en Cuba». *Revista Retos de la Dirección versión* ISSN 2306-9155, vol.9 no.2 Camagüey.
4. Cherni, J; Henao, F; Jaramillo, P; Dyner, I; Smith, R y Olalde, R. (2007). «Energy supply for sustainable rural livelihoods. A multi-criteria decision-support system», England, Volume 35, Issue 3, March 2007, Pages 1493–150, *Journal Energy Policy*. [Accessed: 10th September 2014]. Available on <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421506001662>
5. DFID, 1999. «Hojas Orientativas sobre los Modos de Vida Sostenibles”-Sección 1: Introducción». Formato Pdf, consultado en septiembre de 2014, disponible en http://www.livelihoods.org/info/info_guidancesheets.htm
6. DFID, 1999b. «Hojas Orientativas sobre los Modos de Vida Sostenibles”-Sección 2: Introducción». Formato Pdf, consultado en septiembre de 2014, disponible en http://www.livelihoods.org/info/info_guidancesheets.htm
7. DFID, 2000. «Hojas Orientativas sobre los Modos de Vida Sostenibles”-Sección 3: Introducción». Formato Pdf, consultado septiembre de 2014, disponible en http://www.livelihoods.org/info/info_guidancesheets.htm
8. González, T. (2012). «El desarrollo local social y financiero: bases dialógicas para la activación de pequeñas economías a partir de la transferencia tecnológica en

- comunidades rurales de Cuba». Ponencia. 8va Conferencia Internacional de Ciencias Empresariales CICE 2012. ISBN 878-959-250-806-0, octubre de 2012.
9. Henao, F; Jaramillo, P; Cherni, J; Dyner, I; Smith, R y Olalde, R. (2004). «Modelo de toma de decisiones multiobjetivo en energización rural como herramienta para el alcance de medios de vida sostenibles». Ponencia. Taller internacional RESURL, Colegio Imperial de Londres, Inglaterra.
 10. Murillo, J. (2014). Cifra obtenida a partir de declaraciones de Marino Murillo en el I Seminario de Unificación Monetaria en Cuba. Cuba.
 11. Olalde, R; Cherni, J; Urbina, A; Serrano, L; González, T; Herrera, L; Rodríguez, Y y Valdez, N. (2014). «Aspectos esenciales del cambio climático y el ciclo de vida en función del desarrollo local agropecuario sostenible». Ponencia. Evento IBERGECYT 2014, La Habana, Cuba.
 12. Raugei, M; Bargigli, S y Ulgiati, S. (2007). «Life cycle assessment and energy pay- back time of advanced photovoltaic modules»: CdTe and CIS compared to poly-Si. Energy, 32, 1310–1318.
 13. Olalde, R; Quintana, C; Martínez, I y Cherni, J. (2004). Hacia una perspectiva sobre el aprovechamiento eficiente de nuestros recursos en comunidades rurales azucareras. Revista Centro Azúcar 1, Cuba, pp 34- 41.
 14. Serrano, L. (2013). «Computing tools applied to the analysis of performance and sustainability of photovoltaic systems». Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Electrónica, Tecnología de Computadoras y Proyectos, Cartagena, España.
 15. Vidal, P y Pérez, O. (2012). Prólogo a la Revista Miradas a la economía cubana. El proceso de actualización. Editorial Caminos. La Habana. Cuba.
 16. Rodríguez, J. (2014). «Cuba y sus perspectivas energéticas: una revisión reciente (II) ». Tomado del sitio Cuba Contemporánea, consultado en marzo de 2015, disponible en <http://www.cubacontemporanea.com/noticias/cuba>
 17. Yu, P. (1973). «A class of solutions for group decisions problems», Management Science.
 18. Zeleny, M. (1973). «Compromise programming in multiple criteria decision making. University of South Carolina», Press, Columbia, US.

Anexo 1- Ubicación de los PFV en preparación. PFV Santo Domingo, próxima a La Cervecería del poblado de Manacas (arriba) y PFV Corralillo (abajo).

