

EVALUACIÓN DE LAS POTENCIALIDADES ENERGÉTICAS LOCALES PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COMUNIDADES AISLADAS

MSc. Illich C. Vielma Díaz; Dr. José P. Monteagudo Yanes,
Universidad de Cienfuegos, Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente- FUNDELEC
illichvielma@gmail.com, ivielma@fundelec.gob.ve; jpmmyanes@ucf.edu.cu
Caracas – Venezuela

Resumen-

No existe una metodología, aplicable a las comunidades venezolanas aisladas al servicio eléctrico, que combine las potencialidades locales de recursos energéticos renovables con sistemas de gestión y uso racional de la energía para garantizar el suministro de la energía eléctrica de forma eficiente, conllevando a favorecer el desarrollo sostenible y programado de estas zonas. En este trabajo se desarrolla una metodología fundamentada en las tecnologías de fuentes renovables de energía y gestión energética eficiente, para ser aplicada en una comunidad aislada del servicio eléctrico convencional.

Esta propuesta incluye: La caracterización de la carga a servir, la evaluación del potencial teórico y sostenible de los recursos energéticos de las fuentes renovables de energía (eólica, solar e hidráulica) existentes y la gestión de la energía. El proyecto como tal busca una solución efectiva y ambientalmente sostenible, favoreciendo un servicio eléctrico confiable, la disminución de las emisiones de CO₂, y la aplicación de mecanismos financieros internacionales que envuelven a estas emisiones de CO₂, al no consumir combustibles fósiles.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el crecimiento poblacional e industrial ha sobrellevado al aumento de la demanda energética. Al mismo tiempo, la dinámica del cambio climático y su evolución en los últimos años, ha incidido en cierta manera positivamente en el desarrollo de nuevos ámbitos de conocimiento y nuevos planteamientos tecnológicos, que de algún modo, se espera, mitiguen el deterioro ambiental y sustenten el uso de fuentes de energía renovables para la generación

eléctrica. En Venezuela no existe una metodología, que se aplique en las comunidades aisladas del servicio eléctrico convencional, que combine las potencialidades locales de los recursos energéticos renovables con el sistema de gestión y el uso racional de la energía, a fin de garantizar el suministro de la energía eléctrica de forma eficiente.

El objetivo es evaluar las alternativas que seleccione la variante energética local más factible para el suministro de la energía eléctrica, el cuál encontrará la solución al suministro, la evaluación, la planificación y la propuesta de la carga que satisfaga la demanda de la comunidad y su desarrollo sustentable. Entre los aportes, se encuentra uno basado en las políticas públicas del plan de la nación el quinto objetivo, preservación de la vida y el ambiente sustentable, otro de ellos, es la estimación de la demanda de energía eléctrica de las comunidades a partir de sus hábitos de consumo y actividades socio-productiva, orientada a la gestión energética y por último, la comparación de las emisiones de CO₂ y costos asociados entre las diferentes tecnologías de energía renovable y la tecnología de combustibles fósiles líquidos (Diésel/Gasoil).

II. DESARROLLO CASO PRÁCTICO, COMUNIDAD DE DOS CAMINO, MUNICIPIO OBISPO RAMOS DE LORA, MÉRIDA, VENEZUELA.

Las comunidades del municipio Obispo Ramos de Lora, en el caso de Dos Caminos no escapan de la realidad que hoy presenta el sector eléctrico nacional. Con una población de 86 personas aislada a la red eléctrica de distribución de baja tensión, representa el 8,3% que no poseen servicio eléctrico del municipio, su capital Santa Elena de Arenales y las comunidades aledañas, desde el punto de vista eléctrico, presentan elevadas caídas de tensión y sobrecarga en los conductores, trayendo como consecuencia continuos cortes, baja calidad en el servicio y pérdidas por distribución que se ubicaron en un 22% en el sector.

En este sentido, la comunidad de Dos Caminos no podrá recibir un buen servicio, aunque se logre extender el tendido eléctrico, sobrellevando a incrementar las fallas en el circuito de distribución de baja tensión.

A través del diagnóstico integral participativo, método aplicado en la comunidad, permitió obtener los datos necesarios que utilizaron para hacer una aproximación sobre el comportamiento de la demanda, en correspondencia a las actividades diarias y comportamiento socio – político y cultural.

TABLA II, ÁREA RESIDENCIAL, CONSIDERANDO TODA LA COMUNIDAD

Aparato	Potencia kW	Tiempo de uso (Períodos Típicos)	Tiempo de uso al mes Horas	Consumo diario (kWh/día)	Consumo mensual (kWh/mes)	Amperios Horas (A/h-día)
Licadora baja potencia	10,50	15 min/día	7,5	2,63	78,8	21,9
Focos fluorescentes (1 de 20W c/u)	0,60	12 hrs.diarias	360	7,20	216,0	60,0
Focos fluorescentes (8 de 15W c/u)	3,60	6 hrs.diarias	180	21,60	648,0	180,0
TV Color (24-29pulg)	1,50	8 hrs.diarias	240	9,00	360,0	100,0
Plancha	30,00	3hr 2vec/sem	24	90,00	720,0	200,0
Ventilador de pedestal o torre	2,10	8 hrs.diarias	240	16,80	504,0	140,0
Refrigerador(14-16 pies cúbicos)	7,50	12 hrs/día	240	90,00	1800,0	750,0
Videocassetera o DVD	0,75	3hr 4vec/sem	48	2,25	36,0	10,0
Estereo musical	2,25	4 hrs.diarias	120	9,00	270,0	75,0
Lavadora automática	12,00	4hr 2vec/sem	32	48,00	384,0	1200,0
Total de Energía/mes (kWh/mes)					5.016,8	kWh/mes
Total de Energía/día (kWh/día)					296,5	kWh/día
Total de Potencia (kW)	70,80	kW			108.213,4	kWh/año
Voltaje	120	Volt	Consumo Total Diario (Ah/día)		2.736,9	Amp

GRÁFICO VII, DIAGRAMA DE POTENCIA DE LA COMUNIDAD DE DOS CAMINOS

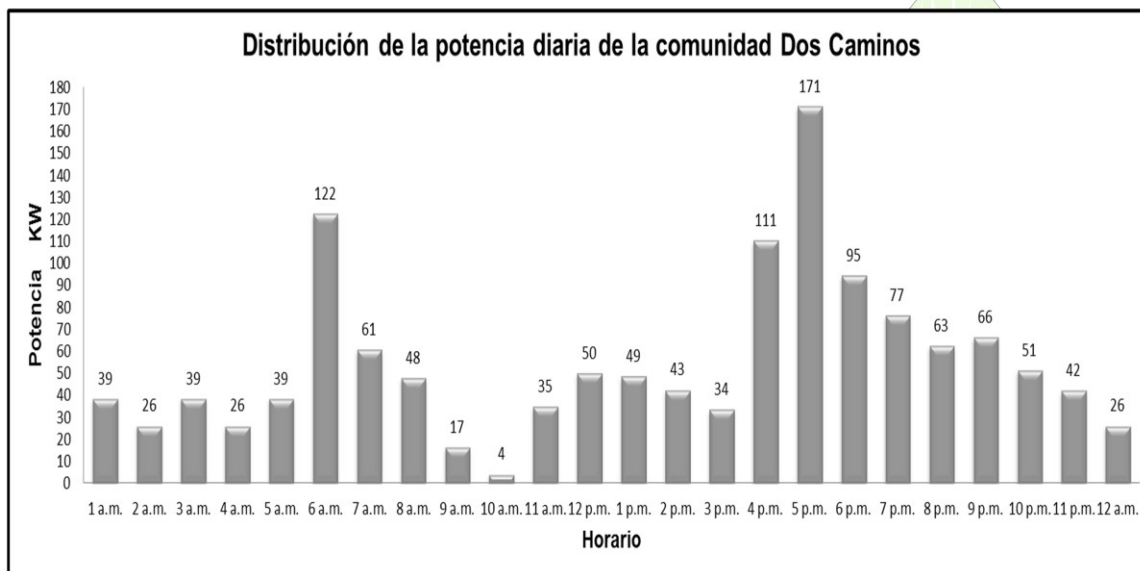


TABLA XII, EVALUACIÓN ECONÓMICA COMPARATIVA CON LOS BARRILES EQUIVALENTES DE PETRÓLEO (BEP)

EVALUACIÓN ECONÓMICA BEP				
Datos	Hidroeléctrica	Solar	Eólica	
Inversión	9.553.950	16.696.793	125.712.946	
Energía producida	54.176.612	292.164	8.122.596	
Ingresos - Gastos	4.997.062	-5.930	512.098	
Potencia instalada	330	167	2.460	
Barril Equivalente de petróleo (BEP - KWh) 1 BEP → 1.586,63 KWh	34.146	184	5.119	BEP/año
Costo del BEP Internacional promedio (100 \$/año)	3.414.571	18.414	511.940	U\$/año
Barriles promedio durante la vida útil (25 años)	853.643	4.604	127.985	BEP/vida útil
Costo del BEP Internacional promedio (100 \$ / vida útil)	85.364.282	460.352	12.798.504	U\$/vida útil

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ❖ El mundo sigue en crecimiento y la demanda de bienes y servicios han sufrido el incremento de la demanda energética, incidiendo en el agotamiento de los recursos no renovables y algunos renovables, cooperando en el amplio deterioro ambiental que hoy padecemos. Las crisis energéticas han dado la apertura a nuevos desarrollos tecnológicos que aprovechan los recursos energéticos de las fuentes renovables.
- ❖ La comunidad de Dos Caminos del municipio Obispo Ramos de Lora del Estado Mérida, es una de otras tantas comunidades venezolanas que hasta ahora no reciben el servicio eléctrico. Los factores son diversos, buena parte de estos se debe a las caídas de tensión en la red de distribución más cercana a la comunidad.
- ❖ La gestión energética viene a proponer, a corregir, o establecer regímenes de consumo energéticos, fundados por el comportamiento de la demanda o patrones de consumo de la comunidad, por lo tanto el uso de equipos eficientes y existentes en el mercado

nacional deben estar certificados para que favorezcan el ahorro energético. Con ello se espera que la comunidad adopte un nuevo modelo de consumo, y este se convierta en un consumo más eficiente a través del tiempo, además de nuevos desarrollos tecnológicos, favoreciendo así la mitigación ambiental para que sea sustentable en el tiempo.

- ❖ Por ejemplo instalar actualmente **330 kW** de potencia en renovable hidroeléctrica, se estaría ahorrando **34 146 BEP** por año, y al cabo de **25** años se estaría ahorrando **853 643 BEP**, lo que representa en valor monetario de **853 643 USD** por año, y a los **25** años en el orden de los **85 364 282 MU\$D**; esto sin considerar el aumento energético que la comunidad requerirá en los años venideros.
 - ❖ La evaluación de las emisiones de **CO₂**, al evitar usar el diésel como combustible líquido fósil, para un año se dejaría de generar **4 013 t.CO₂/año**, siendo esto en valor monetario **40 130 USD** al año, adicionales para el estado Venezolano. En este sentido análogo para los próximos 25 años, se estaría evitando generar **100 320 t.CO₂/año**, esta reducción se le aplica el criterio de “incentivo de reducción de **CO₂**” de la Agencia Internacional de Energía (AIE) el valor de retorno estaría en el orden de **2 086 664 MU\$D**, y por el proyecto europeo “CASCADE – MINTS”, el valor de retorno sería de **82 543 641 MU\$D**.
1. Aplicar la estimación de la demanda con el potencial energético renovable en el proceso de diseño, maximizarlo en función de la fuente sobre los costos de inversión y hacerle seguimiento, luego de su puesta en operación para ajustar los mecanismos financieros en relación a los bonos de **CO₂** de los convenios internacionales.
 2. Enmarcado en los planes de la nación y en la política energética venezolana, se fortalecerían los programa y proyectos, si éstos aplicarán algunos de los mecanismos económicos, como los bonos de **CO₂**, con la visión de diversificar la matriz energética nacional, ya que los recursos que se recibieran por estos mecanismos financieros aportaría a remediar lo económico, social, tecnológico y político, consolidando la investigación, el desarrollo industrial nacional, fuentes de empleo y por supuesto la dotación del servicio eléctrico más sustentable.

REFERENCIAS

- [1] Agenda, (2007) *Análisis de Sistemas Eléctricos* E.T.S. de Ingenieros Industriales [Documento en línea]. Disponible en: http://www.ieec.uned.es/Web_docencia/Archivos/material/AD-ASE-0708.pdf
- [2] Araque, A. (2011) *Memoria del MPPEE 2010*. [Página web en línea] Consultado el 30 de Abril 2011 en: www.mppee.gob.ve/
- [3] Bayod, A., Nogués F., Bribián, I., *Guía de las energías renovables aplicadas a las pymes* Consultado el 26 de octubre de 2012 [libro en línea] en: http://www.conectapyme.com/files/publica/Guia_E_Renovables.pdf
- [4] Blog del Proyecto Lemu Autor Dra. Lilia Veloz. *Ciclo Hidrológico del Agua*. [Página web en línea] Consultada 20 de Marzo de 2012. en <http://bloglemu.blogspot.com/>
- [5] Casillas, G. (2008) *Método para estimación de la demanda residencial en la Empresa Eléctrica Quito S.A.* [Tesis en línea]. Capítulo 4 Propuesta metodológica y análisis de Resultados Consultada el 10 de Mayo 2012, en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/859>
- [6] Castro, A. (2006). *Manuales de Energías Renovables*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid España. Disponible en http://www.idae.es/index.php/mod_documentos/mem_descarga2file=/documentos_10374_Minicentrales_hidroelectricas_06_d3d056dd.pdf. Consultada el 01 de marzo de 2012.
- [7] CORPOANDES, Memoria y cuenta 2011 Corporación de Los Andes, <http://www.corpoandes.gov.ve>
- [8] Coz, F; Sánchez, T.; Viani, B.; (1996), *Manual de Mini y Micro Centrales Hidráulicas*, Programa andino de la supervisión energética [Documento en línea]. Consultado el 18 de Octubre 2011 en www.uncp.edu.pe/_manualdemicrocentraleshidraulicas.pdf
- [9] Dirección de Expansión de Generación (2005), *Plan de Desarrollo del Servicio eléctrico nacional 2005-2024* División de Ingeniería Básica (EDELCA), CORPOELEC – MPPEE, Caracas Venezuela Disponible en: <http://bloglemu.blogspot.com/2011/02/el-ciclo-del-agua.html>.
- [10] European Small Hidropower Association Comisión Europea (2010) [Libro en línea] *Manual de la Pequeña Hidráulica - Como Llevar a Buen Fin Un Proyecto de Minicentral Hidroeléctrica*. Capítulo 1. *Introducción - Un Recurso Renovable Y Autóctono*. 1998. Consultado el 01 de Noviembre 2010 en: <http://www.europa.eu.int/en/comm/dg17home.htm>
- [11] Fortalecimiento de la Capacidad de Energía Renovable para América Central FOCER Manuales Sobre Energía Renovables. *HIDRÁULICA a Pequeña Escala*. [Libro en línea] Manual Biomass Users Network (BUN-CA). 1 ed. - San José, C.R. 2002. 42 p. Consultado el 01 de Noviembre 2010. en www.bun-ca.org/publicaciones/HIDRA.pdf

- [12]Fundación Polar, *Diccionario de Historia de Venezuela*, (1997) 2ª Edición, Caracas: Luis Zambrano Tecnólogo (2010) [Página web en línea] Disponible en:
http://www.ivic.ve/memoria/bios/zambrano_luis.htm
- [13]FUNDAMBIENTE. (2006) *Libro Recursos Hídricos Venezuela*. [Libro en línea] Consultado el 23 de Octubre de 2011 en:http://www.minamb.gob.ve/files/Libros-Recursos-Hidricos_1059.pdf
- [14]García, S (2009). *Análisis de Ciclo de Vida PFC*[Tesis en línea]. UPC Escuela técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona. Consultada 03 de junio 2012en:http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/5502/1/Analisis%20de%20Ciclo%20de%20Vida_PFC.pdf
- [15]Gobierno en Línea. (1995). *Energía Eléctrica*. Caracas Distrito Capital, Venezuela. [Página web en línea] Consultada el 01 de Noviembre 2010, en:
http://www.gobiernoenlinea.ve/venezuela/perfil_economia6.html
- [16]González, M. *Categorías de Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida*, Universidad Politécnica de Cataluña.[Tesis en línea]. Disponible en:http://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/7767/1/Niembro_1180_1190%5B1%5D.pdf
- [17]INAMEH, Unidades y Conversión Datos Meteorológicos [Página web en línea].consultado el 19 de noviembre de 2011 en: <http://www.inameh.gob.ve>
- [18]INE, Instituto Nacional de Estadística[Página web en línea].consultado el 19 de noviembre de 2011 en: <http://www.ine.gov.ve/>
- [19]La Electricidad de Caracas (2010). Así es la EDC - Historia. Caracas Distrito Capital, Venezuela. [Página web en línea] Disponible en:
<http://www.laedc.com.ve/ArticlesDetail.asp?CategoryId=10893&Modulo=1&ParentCat=10871&Depth=1>.
- [20]Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela 39573 de fecha 14/12/2010* [leyes en línea].
- [21]Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica Oficina de Planificación Presupuesto y Organización Coordinación de Estadística (2010) *Anuario Estadístico 2010* del Sector Eléctrico Bolivariano, [Bases de datos en línea] Consultado el 04 de Agosto de 2012, en
www.mppee.gob.ve/
- [22]Moreno, J. (2007). *Sol, agua o viento ¿Cuál elegir?* Revista ALBA, N°1 (1), 12-13. Fundación para el Servicio Eléctrico (FUNDELEC). Caracas: Autor.
- [23]Organismo Supervisor de la Inversión en Energía, *Guía para calcular el consumo eléctrico* [Página web en línea]. Consultado el 22 de Octubre de 2011 en:<http://www.osinerg.gob.pe>

- [24] Organización Latinoamericana de Energía (2012) *Informe de Estadísticas Energéticas 2011 AÑO BASE 2010. Electricidad. 2da Edición*, [Revista en línea], Consultado el 04 de Marzo 2012, en: <http://www.olade.org/informe.html>
- [25] República Bolivariana de Venezuela Presidencia (2006). Proyecto Nacional Simón Bolívar, Primer Plan Socialista (2007-2013). Caracas Distrito Capital, Venezuela. [Página web en línea] Disponible en: http://www.cendit.gob.ve/uploaded/pdf/Proyecto_Nacional_Simon_Bolivar..
- [26] Polo M. *Mediciones Hidrológicas* Universidad Central de Venezuela consultado el 17 enero de 2012, Caracas.
- [27] Rivas, M. (2007) *Sostenibilidad de la deuda y regulación tarifaria del servicio eléctrico; caso Empresa eléctrica sector público venezolano: 1996-2006* [Tesis en línea]. Universidad Católica Andrés Bello, Consultado 28 de mayo 2012, en: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAR3791>.
- [28] Statistic Manual Spanish. *Electricidad y Calor*. Edición 2007. 41 y 42 p. Agencia Twenergy. [Página web en línea] Consultada el 01 de Noviembre 2011 Disponible en: <http://www.Twenergy.com>
- [29] Web del Canvi Climatic (2012) *Guía práctica cálculo de las emisiones CO2* [Página web en línea] Disponible en: http://www20.gencat.cat/portal/site/canviclimatic/menuitem_c4833b494d44967f9b85ea75b0c0e1a0/?vgnextoid=00dd6fb9fa7d6210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnextchannel=00dd6fb9fa7d6210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnextfmt=default&newLang=es_ES
- [30] Wikipedia enciclopedia Libre Comisión Brundtlan (2011) [Página web en línea] Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Informe_Brundtlan.
- [31] Wikipedia enciclopedia Libre Luis Zambrano Tecnólogo (2010) [Página web en línea] Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Luis_Zambrano. www.soberania.org/Documentos/Ley_servicio_electrico.htm
- [32] Wikipedia enciclopedia Libre Nikola Tesla (2010) [Página web en línea] Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Nikola_Tesla
- [33] Albelia, M., *Módulo III: Energía solar fotovoltaica* Consultado el 01 de Agosto de 2011 [libro en línea] en: http://www.ceddet.org/index.php?option=com_k2&view=item&id=614:gesti%C3%B3n-de-las-energias-renovables-edici%C3%B3n-10&lang=es

- [34]Fernández, P., *Módulo III: Energía Eólica* Consultado el 01 de Agosto de 2011[libro en línea] en:
<http://es.libros.redsauce.net/index.php?pageID=16>
- [35]Reyes, A. (2009). *Diagnóstico Integral para Comunidades Rurales*.Manual de Aplicación y Términos de Referencia. Fundación para el Servicio Eléctrico – Programa “Sembrando Luz” (FUNDELEC). Caracas: Autor.
- [36]Banco Central de Venezuela [Página web en línea].consultado el 15 de noviembre de 2012 en:
<http://www.bcv.org.ve/>
- [37] Flores de Jesús, S. (2009). *Apuntes de Ingeniería Económica*.División de Ingeniería Ambiental. Tecnológico de Estudios Superiores delOrente del Estado de México. Los Reyes de la Paz: Autor.
- [38]Dirección de Planificación y Ordenación del Ambiente (1984). *Inventario Nacional del Potencial Hidroeléctrico*.Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Caracas: Autor.
- [39]Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica Oficina de Planificación Presupuesto y Organización Coordinación de Estadística (2011) ,*Anuario Estadístico 2011* del Sector Eléctrico Bolivariano, [Bases de datos en línea] Consultado el 01 de Marzo 2013, en www.mppee.gob.ve/.
- [40][Wikipedia](#) enciclopedia Libre*Geografía de Venezuela* (2013) [Página web en línea] Disponible en:<http://es.wikipedia.org/wiki/GeografiadeVenezuela>
- [41]Blog del Emprendedor Virtual[Página web en línea] Disponible en:<http://emprendedor-virtual.blogspot.com/2013/01/como-calcular-la-rentabilidad-de-una.html>