

Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en Zonas Rurales del Cantón Morona Santiago

L. A. Panjón

Unidad de Energías Renovables (UER), CENTROSUR

Resumen-- La CENTROSUR programa colocar sistemas fotovoltaicos autónomos con el fin de servir a zonas rurales de la provincia, en los que por dificultad en el acceso o condiciones económicas bajas, pueden ser servidos mediante el uso de energías alternativas lo que ayuda a la población en el proceso de desarrollo y reafirma la posición de la empresa en sus principios de servicio, calidad y progreso.

Palabras Clave-- energía solar, regulador, convertidor, panel fotovoltaico.

1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable -MEER, viene desarrollando a través del Consejo Nacional de Electrificación -CONELEC proyectos de electrificación rural, prestando especial atención a las comunidades que no cuentan con cobertura eléctrica convencional debido a condiciones geográficas (zonas alejadas y de difícil acceso) y a los bajos recursos económicos que poseen (sitios con altos índices de pobreza), con el fin de dotarlas de el servicio de energía eléctrica.

Es así como se concibe el proyecto de implementación de sistemas fotovoltaicos en el cantón Morona de la provincia de Morona Santiago ya que es una buena para este tipo de energías.

1.1. Diagnostico y Problema

El área de concesión de la CENTROSUR abarca las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago.

La población beneficiada con el servicio a partir de energía convencional es del 69,5% [1], en el cantón Morona, el principal inconveniente para dotar del servicio eléctrico es la dificultad de acceso a las comunidades rurales dado por inexistencia de vías de acceso o por condiciones geográficas graves en las cuales se imposibilita la construcción de redes de media y baja tensión.

Con estos factores en cuenta, la población se ve afectada en sus labores con lo cual se presentan varias problemáticas como son:

- Dependencia de la población al uso de energías contaminantes (velas, pilas, generadores con diesel, gasolina, etc., como combustible).
- Imposibilidad de realizar tareas o actividades en la noche debido a la falta de iluminación, agravándose en los escolares.
- La distancia de las comunidades y la baja densidad de población incrementan los costos de los programas de extensión de redes de distribución.

1.2. Planteamiento de solución

Con el fin de dotar a las familias con servicio eléctrico se hace necesario cubrir la demanda mediante sistemas de generación fotovoltaica autónomos -SFV. Para la implementación de estos sistemas se hará necesario determinar las demandas de los futuros usuarios, modelo de sostenibilidad, plan de manejo ambiental, etc. adecuado con el fin de mantener operativos los sistemas.

2. DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

Para la implementación de SFV se hace necesario realizar un diseño de los sistemas y selección de los equipos a ser utilizados. Dado a que los equipos van a ser colocados en zonas geográficamente alejadas y de difícil acceso, el sistema debe ser del tipo autónomo.

El sistema base constara de un modulo fotovoltaico, un regulador de carga, una batería, un inversor, y un pararrayo para preservación de los elementos en caso de una descarga atmosférica.

2.1. Consideraciones Preliminares

Con el fin de diseminar las comunidades que pueden ser servidas mediante SFV o a futuro mediante el sistema de distribución convencional, se evalúa, su

localización y situación geográfica y la distancia de la misma a la red eléctrica más cercana.

También es necesario hacer un análisis económico de los costos que se requieren para servir a la comunidad mediante la red convencional y la factibilidad de construcción de la misma.

2.2. Radiación Solar Disponible

Para el cálculo de la radiación solar incidente se puede utilizar los datos de insolación anual cuyos valores se encuentran descritos en el Atlas Solar del Ecuador [2], en una combinación de insolación directa y difusa. Para los cálculos se debe considerar los meses de peor radiación solar disponible, con el fin de determinar HSP-Horas Solar Pico. Se puede simplificar este cálculo mediante el uso de software especializado, el cual debe contar con las bases de datos insolación solar en diferentes ciudades y en los diferentes meses del año.

2.3. Perfil de Consumo

Es difícil conocer el perfil de carga ya que los futuros usuarios no poseen hábitos previos de consumo de energía, salvo excepciones en los que cuentan con generadores térmicos usados para fiestas y eventos similares. Con este aspecto se debe entonces establecer la carga que se puede dotar tomando ciertas consideraciones para las cargas de sistemas fotovoltaicos:

- Los sistemas fotovoltaicos autónomos de pequeña potencia se configuran generalmente en corriente continua, para disminuir el costo de la inversión.
- En las instalaciones de pequeña potencia el sistema de iluminación más empleado es el fluorescente que funcionan en corriente continua, en la actualidad existen nuevas tecnologías como las luminarias de tipo Light Emission Diode -LED, de alto rendimiento.
- Si la potencia de la instalación aumenta, es conveniente aumentar el voltaje de trabajo con el fin de disminuir las pérdidas por caída de tensión.

Se conforma entonces los artefactos y la demanda supuesta para el sistema fotovoltaico.

ITEM	ARTEFACTO	Cantidad (#)	POTENCIA (W)	TIEMPO USO (horas / día promedio)	Energía (KWh/día)	Potencia [W]
1	Lámpara CFL	3	5	5	0.10	15
3	TV/DVD	1	70	2	0.19	70
4	Radio	1	20	4	0.11	20
5	Cargador de pilas	1	10	1	0.01	10
TOTAL					0.41	115.00

Tabla 1: Cuadro de Demandas de SFV.

El rendimiento global que se emplea está basado en las siguientes consideraciones:

0,75 para instalaciones con suministro en corriente alterna.

0,80 para instalaciones con suministro en corriente continua.

$$Energía\ necesaria = \frac{Consumo\ diario\ previsto}{Rendimiento\ Global} \quad (1)$$

2.4. Número de módulos fotovoltaicos

Para determinar el número de módulos fotovoltaicos hacemos uso de la siguiente fórmula:

$$\# = \frac{Energía\ necesaria \left(\frac{Wh}{día}\right)}{Potencia\ pico\ modulo * \eta * Radiación\ Solar} \quad (2)$$

Donde:

η Rendimiento en campo, incluye las pérdidas debido a la suciedad de los módulos, en sistemas autónomos se consideran valores de 0,7 a 0,8

2.5. Capacidad de batería

La batería actúa como un almacenador de energía y su capacidad está determinada por el consumo diario y el nivel de autonomía que se desee tener.

$$Cap. = \frac{Energía\ necesaria * Dias\ de\ autonomía}{Voltaje * Profundidad\ de\ descarga} \quad (3)$$

La profundidad de descarga de una batería depende de qué tipo se emplee:

- 0,6-0,8 Baterías de alto volumen de electrolito.
- 0,4-0,5 Baterías tipo monobloque.
- 0,2-0,3 Baterías de arranque (automóviles).

2.6. Regulador de Carga

El regulador de carga se determina por la intensidad máxima que puede regular y controlar así como por el nivel de tensión a la cual trabaja.

$$I_{max} > 1,10 * I_{max\ del\ campo\ de\ modulos} \quad (4)$$

2.7. Cálculo de inversor

La potencia del inversor es la suma de las potencias nominales de los equipos consumidores afectada por el coeficiente de simultaneidad entre 0,75 y 0,5.

$$P_{acu} * 0,75 < P_{inversor} > P_{acu} * 0,5 \quad (5)$$

Donde Pacu-Potencia acumulada de los artefactos
La eficiencia del inversor debe estar en el orden del 85%.

Los armónicos debidos a la frecuencia de conmutación pueden interferir con frecuencias en equipos de telecomunicaciones, los cuales se pueden suprimir mediante filtros.

2.8. Sección de Conductores

La caída de tensión máxima debe ser de 3% en el trayecto modulo-acumulador-convertidor y de 5 % para las líneas de consumo. Con el fin garantizar los niveles de tensión adecuados se debe emplear cables destinados a este tipo de instalaciones.

Los conductores empleados deben tener un nivel de protección y aislamiento adecuados para funcionar a la intemperie y son proclives a ataques de animales, todo esto bajo la premisa de una vida útil de 25-30 años

2.9. Seguridad y Protecciones

Con la finalidad de tener un SFV seguro, se deben conocer e implementar ciertos aspectos.

- La corriente continua es más peligrosa que la corriente alterna ya que causa electrolisis en la sangre (polariza las moléculas dipolares del agua contenida de la sangre).
- Todos los equipos deben estar protegidos contra las inclemencias climáticas.
- Los sistemas fotovoltaicos deben tener un sistema de conexión a tierra.
- No se debe instalar baterías en zonas de descanso, dormitorios, etc.
- No se debe instalar baterías en zonas de alto poder calorífico.

3. CONFORMACIÓN DE SISTEMAS

En base a los cálculos indicados en la sección

anterior se establece los componentes adecuados para el montaje del sistema fotovoltaico. Es necesario aclarar que ciertos valores se deben modificar en función de las capacidades (potencia, corriente, voltaje, etc.), comerciales en el mercado. Con estas consideraciones el sistema podría conformarse por los siguientes equipos:

- Un generador fotovoltaico monocristalino compuesto por un panel de 110W en corriente continua, 12V.
- Una estructura de soporte mecánica para el generador fotovoltaico.
- Un acumulador compuesto por una batería sellada libre de mantenimiento de ciclo profundo de 12V de voltaje nominal a 120Ah. En la actualidad existen varias tecnologías de fabricación pero se debe priorizar los elementos que provoquen el mínimo impacto ambiental.
- Un regulador de carga para prevenir excesivas descargas o sobrecargas de la batería, 10A.
- Un inversor de 100W para transformar la corriente continua (12V) a corriente alterna (120V).
- Luminarias tipo Compacta Fluorescente -CFL de alta eficiencia lumínica de 5W. Se puede optar por luminarias LED las cuales tienen un bajo mantenimiento y gran vida útil.
- Materiales (cables, interruptores, elementos de protección, accesorios y cajas de conexión).

4. MONTAJE DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

El panel solar debe estar totalmente libre de sombras por lo menos 8 horas diarias y a lo largo de todo el año. No debe existir vegetación próxima que pueda producir sombras sobre el módulo fotovoltaico. El módulo fotovoltaico irá montado en una estructura metálica de hierro galvanizado preferiblemente al caliente, inclinado 10° respecto del hacia el norte, con dirección a la línea equinoccial, esta inclinación va enfocada al proceso de limpieza, ya que por la ubicación de las comunidades los paneles podrían estar de manera horizontal.

El panel contarán con un surge arrester para protección contra descargas atmosféricas. El sistema fotovoltaico tendrá una conexión a tierra que una el panel fotovoltaico, los equipos electrónicos y el surge

arrestar con una varilla de copperweld que se instalará en la base del poste.

5. GESTIÓN, SOSTENIBILIDAD, SEGUIMIENTO, MANEJO AMBIENTAL

5.1. Gestión

Como parte del manejo de los sistemas fotovoltaicos la UER deberá crear, formar y capacitar permanentemente un equipo de técnicos calificados de las comunidades beneficiadas con el fin de que los mismos proporcionen mantenimiento y asistencia a los equipos y usuarios de los sistemas, de igual manera los técnicos deberán elaborar informes de funcionamiento.

La UER y los técnicos deberán elaborar un Plan de Supervisión de Equipos de manera conjunta con el fin de evaluar y supervisar los sistemas instalados.

5.2. Sostenibilidad

Lamentablemente, parte del legado de electrificación solar se ha identificado con abandonados, maltratados, mal uso y operaciones de los sistemas, porque no se han instalado con la sostenibilidad en mente, con este antecedente se deben describir las acciones necesarias para gestar un proyecto sostenible.

La comunidad deberá seleccionar una persona en calidad de técnico comunitario, de esta manera se facilita la permanencia de una persona que procure el funcionamiento de los sistemas durante el tiempo de vida útil de todos los equipos, permitiendo facilitar el monitoreo de la CENTROSUR a los sistemas fotovoltaicos instalados en las comunidades, para tener información actualizada sobre el estado de los equipos.

Cada beneficiario debe estar comprometido con el mantenimiento de su sistema, teniendo en cuenta que de su labor depende el funcionamiento del SFV, además sus expectativas deben ser realistas ya que un SFV no es igual a una instalación por red convencional.

Con el objetivo de solventar gastos operativos y de reposición de equipos se plantea un plan de aporte económico por parte de los usuarios. Este valor será recaudado y destinado para el pago del técnico comunitario, operación y mantenimiento de los SFV, reparación y reemplazo de partes.

El correcto uso y manejo de los sistemas por parte de los usuarios, así como el mantenimiento preventivo por parte de los técnicos y la UER, permitirán el éxito en la sostenibilidad.

5.3. Seguimiento

La CENTROSUR como dueña de los equipos tiene la obligación de velar por el correcto uso de los sistemas fotovoltaicos así como el correcto funcionamiento de los mismos, con el fin de cumplir este propósito la UER creará un plan de evaluación y control de los sistemas, el cual deberá incluir visitas para constatación en sitio.

De la misma manera se deberá crear un plan de capacitación actualizada para los técnicos de las comunidades con el fin de evaluar y reforzar el conocimiento de los mismos.

5.4. Manejo Ambiental

El funcionamiento de un sistema fotovoltaico tiene muy poco impacto negativo en el medio ambiente. A diferencia de la electricidad producida a partir de los combustibles fósiles, los sistemas fotovoltaicos producen electricidad sin las emisiones contaminantes del aire. Porque la energía del sol es gratis y una constante fuente de energía renovable.

Criterios e intenciones para proteger:

- La salud de la población
- La cantidad y la calidad de los recursos naturales.
- Los atributos que dieron origen a las áreas naturales protegidas y las bellezas escénicas,
- Los sistemas de vida, cultura y costumbres de los grupos humanos

Dentro de los pocos elementos que producen contaminación se pueden considerar las lámparas compactas fluorescentes -CFL, las baterías y los paneles, cada uno de estos equipos debe tener su propio esquema de manejo:

- Las lámparas CFL deben ser manejadas bajo procedimientos que indiquen su instalación, almacenaje, retiro, etc., de las comunidades.
- Al igual que las lámparas los procedimientos para baterías así como el plan de contención en caso de derrame de ácido.
- En la actualidad ya se encuentran en desarrollo proyectos de reciclaje de paneles, estos deben ser considerados cuando los mismos cumplan su vida útil.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La implementación de sistemas fotovoltaicos mejora la calidad de vida de los habitantes de zonas alejadas de difícil acceso y bajos recursos económicos.
- El uso de energía fotovoltaica en la Amazonia debe ser enfocada como un proyecto de mejora social y aporte ecológico, más que sobre aspectos remunerativos o de rentabilidad.
- Mediante la implementación de estos sistemas se puede lograr alcanzar la meta del Plan Maestro de Electrificación 2007-2016 [3], en el cual se pretende alcanzar una cobertura del 90% por provincia en un plazo de cinco años.
- La energía fotovoltaica representa una opción para el suministro de electricidad bajo condiciones de sostenibilidad, en la que deben estar involucrados los beneficiarios y el estado.
- Elaborar un plan de implementación y evaluación adecuado por parte del Gobierno con el fin de contar con los recursos necesarios para la ejecución de proyectos de energía alternativa.
- Crear una normativa por parte de las empresas distribuidoras para el diseño, construcción y funcionamiento de sistemas de energía alternativa.
- Buscar mecanismos para realizar monitoreo de sistemas implantados a fin de garantizar el correcto uso de los bienes y equipos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] INEC, “VI Censo de Población y V de Vivienda”, Cantón Morona.

[2] CONELEC, “Atlas Solar del Ecuador”, www.conelec.com.ec

[3] CONELEC, “Plan Maestro de Electrificación”, www.conelec.com.ec

[4] RUAI, Intiam; “Energía Solar Fotovoltaica”, Rubi-España, Europeaid 2006, pp.109-130

[5] GARCIA ALONSO, Ma Carmen; Modelado de Sistemas Fotovoltaicos Autonomos, España, Editorial Ciemant 2006, pp. 10.5-10.45

[6] BRAVO LILLO, Isidoro; Seguridad en Instalaciones Fotovoltaicas, Sevilla, Adesa, pp. 65-99

[7] ALSEMA-NIEWLAAR, Erick-Evert, “Environmental Aspects of PV Power Systems”, Task 1 workshop, Utrecht University, June 1997.

[8] Mc NARI Joshua “Solar Energy and Rural Development”, International Development Studies, George Washington University, April 2004



Luis Panjón Quinde.- Nació en Cuenca en 1982. Recibió su título de Ingeniero Eléctrico en la Universidad de Cuenca en 2008. Actualmente se encuentra laborando en la Unidad de Energías

Renovables (UER) de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. (CENTROSUR).