



UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR
COORDINACION DE COOPERACION TECNICA Y DESARROLLO SOCIAL
COORDINACION DE INGENIERIA ELECTRICA

**ELECTRIFICACIÓN DE ZONAS RURALES CON ENERGÍAS
ALTERNATIVAS, EL PALMAR DE CÚPIRA. ETAPA II:
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA Y SERVICIO
ELÉCTRICO.**

Realizado por
Nathaniel Julio Franco Milla

Con el apoyo de:
Anderson Freites
Freddy Peñaloza
Roman Luis
Laura Andara

Tutor institucional: Oswaldo Ravelo

Proyecto de servicio comunitario
Sartenejas, Septiembre de 2012

Introducción

La energía está presente en todas las actividades humanas y su disponibilidad es requisito indispensable para el desarrollo de los pueblos. La energía eléctrica es uno de los mayores descubrimientos del ser humano y es pilar fundamental de desarrollo del presente siglo. Venezuela es uno de los países con mayor grado de electrificación de América Latina ofreciendo cobertura a más de 95% de su población, a pesar de esto existen comunidades aisladas, fronterizas e indígenas que concentran cerca de 1,2 millones de habitantes que no tienen acceso al servicio eléctrico.

La comunidad del Palmar, es un poblado ubicado en el estado Miranda en el municipio Pedro Gual, entre el pueblo de Cúpira y Boca de Uchire. Al ser una población aislada por su tendencia predominantemente agrícola no contó con servicio eléctrico durante muchos años, quedando excluida de las ventajas del uso del servicio eléctrico.

Es por ello que desde el año 2005 el estado venezolano a través de FUNDELEC (Fundación para el desarrollo del servicio eléctrico), ente adscrito al Ministerio del poder popular para la energía eléctrica pone en práctica el programa Sembrando Luz, iniciativa con la cual se buscan soluciones de electrificación rural y suministro de agua potable aprovechando los avances de la tecnología en el campo eólico y solar.

El programa Sembrando Luz constituye una instancia técnica y social de FUNDELEC responsable de la ejecución de proyectos en materia de energías renovables dentro del convenio integral de cooperación Venezuela – Cuba y buscan la promoción, desarrollo y aprovechamiento de las energías renovables.

La Universidad Simón Bolívar, se une al proyecto suministrando el apoyo técnico y científico para el mantenimiento, asesoría, concienciación y apoyo a la comunidad beneficiada, teniendo como objetivos principales realizar un registro del funcionamiento y la puesta en marcha de la tecnología solar fotovoltaica en El Palmar, además de velar por la integridad de los equipos y adiestrar a la población sobre el uso eficiente de las energías renovables. Este informe fue realizado con el apoyo de Xavier Ortiz y Carlos Araque de FUNDELEC, el Prof. Oswaldo Ravelo de la USB, el ingeniero José Freitas que nos facilitó el transporte a la comunidad y todas las personas que nos apoyaron en nuestra estancia en El Palmar de Cúpira.

Justificación

La justificación para la realización de este proyecto de servicio comunitario es el alto impacto social del mismo, ya que la población de El palmar tendrá los beneficios de la energía eléctrica del cual habían sido excluidos por mucho tiempo, mejorando así su calidad de vida e incorporándolos de cierta forma a la vida moderna.

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Descripción de la comunidad

La comunidad de El Palmar de Cúpira es una población rural de 80 habitantes, ubicada a 19 km de Cúpira que consta de aproximadamente veinte viviendas sin electrificación convencional y una escuela básica. En este poblado la actividad principal es la agricultura y ganadería a pequeña escala, las viviendas son del tipo rural fabricadas mayormente con madera, bahareque y techos de láminas de zinc.

Es una comunidad rural de difícil acceso, ubicada una zona montañosa a 19 km de los alrededores del pueblo de Cúpira. Constituye un caserío de 20 viviendas y una escuela. Sus habitantes se dedican, en su mayoría, a la agricultura, la caza y la avicultura. Gracias al proyecto de electrificación tendrán acceso a una escuela comunal y próximamente a un centro de atención médica rural así como también al suministro de energía para cubrir sus necesidades básicas.

Ubicación Geográfica de la comunidad El Palmar.

La comunidad de El Palmar se encuentra aproximadamente a 19 Km de distancia del pueblo de Cúpira. Luego de pasar un puente en dirección a Barcelona hay una parada de transporte colectivo y justo ahí se encuentra la entrada de la comunidad de estudio.



Figura 1, Imagen satelital de entrada a El Palmar



Figura 2 Camino desde la entrada del pueblo hasta la primera zona concurrida.

Antecedentes del proyecto

La comunidad El Palmar por su ubicación geográfica se encontraba aislada de la red eléctrica nacional por lo cual, había estado sin electrificación desde su fundación. A través del proyecto *Sembrando luz* de FUNDELEC se realizó la instalación en dicha comunidad 30 paneles solares para viviendas y dos para una escuela, los cuales fueron adquiridos vía convenio con el gobierno de Cuba. La Instalación de estos equipos fue realizar por personal técnico de CORPOELEC quienes a su vez adiestraron a los miembros de la comunidad para que estos realizaran el mantenimiento de estos paneles.

Desarrollo del proyecto

Proyecto para el desarrollo y electrificación de zonas aisladas, indígenas y fronterizas mediante el uso de energías renovables. Electrificación de El Palmar de Cúpira.

Objetivo general

- Realizar el seguimiento de la electrificación con energía fotovoltaica de la comunidad de El Palmar de Cúpira buscando brindar el apoyo técnico-científico a la comunidad para el correcto uso y mantenimiento de los equipos instalados.

Objetivos específicos

- Realizar la inspección visual y registro del equipamiento instalado en las viviendas.
- Recoger las impresiones de los habitantes sobre el impacto de la instalación de los paneles solares fotovoltaicos. .
- Registro de las condiciones socioeconómicas de la comunidad.
- Identificar necesidades adicionales que puedan tener los habitantes de la comunidad.
- Reportar y Analizar los resultados a fin de implementar planes futuros de instalación de los módulos fotovoltaicos así como también mejorar el adiestramiento previo de las comunidades.
- Analizar el sistema existente y proponer mejoras técnico-científicas en relación a la tecnología actualmente implementada.

Descripción general del proyecto

La instalación de los paneles solares comprende dos etapas, que generan empleos directos e indirectos, entre mano de obra calificada y no calificada, para cada etapa.

La Etapa I que ya se ejecutó y abarcó la instalación de aproximadamente veinte sistemas en viviendas y una escuela, mejorando así la calidad de vida de los habitantes de la comunidad.

La Etapa II en la cual está basado este informe consistirá en la supervisión, registro, análisis y mantenimiento de los equipos instalados, el uso por parte de la comunidad, los problemas presentados y las recomendaciones para instalaciones futuras en otras comunidades.

Ejecución de actividades realizadas

- Formación: 24 horas, distribuidas en dos semanas.
- Salida de Campo: 36 Horas, en la cual se hará la inspección a la comunidad, recopilación de datos, concientización y mantenimiento.
- Procesamiento: 24 horas distribuidas en una semana
- Transferencia: 24 Horas distribuidas en una semana
- Consolidación: 24 distribuida en una semana.

Paneles fotovoltaicos

Un panel solar es un módulo que aprovecha la energía de la radiación solar. El término comprende a los colectores solares utilizados para producir agua caliente (usualmente doméstica) y a los paneles fotovoltaicos utilizados para generar electricidad.

Los paneles fotovoltaicos: están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Las celdas a veces son llamadas células fotovoltaicas, del griego "fotos", luz. Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico por el que la energía luminosa produce cargas positiva y negativa en dos semiconductores próximos de diferente tipo, produciendo así un campo eléctrico capaz de generar una corriente.

El sistema fotovoltaico comprende los siguientes equipos básicos:

- Modulo o Panel de Celdas Solares
- Banco de Batería
- Regulador de Voltaje
- Inversores DC/AC



Figura 3, Sistema Solar fotovoltaico

Sistema instalado en El Palmar

En esta comunidad los paneles fotovoltaicos instalados fueron marca Numen, provenientes de Cuba. La potencia máxima que pueden proveer estos equipos es de 175 vatios, y tiene una tensión máxima de operación de 17.2 voltios.

Las baterías usadas para el sistema fueron las OPZS las cuales son una fuente robusta de almacén de energía, utilizadas para sistemas de respaldo y para fuentes de energías alternativas tal y como son estos paneles solares.

La tensión del circuito abierto de la batería oscila entre 2,04 y 2,09 v por elementos, según la densidad del electrolito y suponiendo que la batería está plenamente cargada.

La temperatura ambiente recomendable para este dispositivo oscila entre 15 y 25°C no es recomendable sobrepasar los 38°C. En el caso de que la batería vaya a trabajar en temperaturas menores, se produce una disminución de la capacidad por lo que habría que sobredimensionar la misma.

El sistema también posee un rectificador de onda sinusoidal pura de 750 vatios el cual trabaja a 24 voltios si son reconocidos por ser elementos con alto rendimiento peso reducido y compatibilidad con todos los elementos conectados.

Dimensionamiento del sistema fotovoltaico para el pueblo del Palmar

Características de los equipos

Panel solar

Características eléctricas y mecánicas del panel Sharp NU – U235F

Potencia máxima: 235 Watts

Voltaje a circuito abierto (Voc): 37 v

Voltaje a potencia máxima (Vpm): 30 v

Corriente de corto circuito (Isc): 8.60 A

Corriente a potencia máxima (Ipm): 7.84 A

Ancho, largo, espesor: 0,994m 1,640m 0,046m

Peso: 20 kg.

Batería

Batería de litio de ciclo profundo

Capacidad = 200 [Ah]

Voltaje nominal = 24 v

Dimensionamiento = 0,49m 0,54m 0,295m

Peso = 85kg

Inversor

Inversor Agrasun 1 Kw 12v: N-INV1000

Voltaje nominal 12V

Dimensiones: 0,33m 0,29m 0,09m

Peso: 4,4 kg

Regulador

Regulador FLEXmax-60

INOMINAL: 60 A

Tensión nominal: 12/24/36/48/60/ v

Dimensiones: 40x14x10 cm

Peso: 5,3 kg.

Análisis de carga en el palmar

Análisis de carga				
Descripción	Cantidad	Potencia Consumida [w]	Tiempo de operación [H/días]	Energía consumida [wh/días]
Bombillas	4	8	5	40

fluorescentes				
Televisor	1	50	4	200
Nevera pequeña	1	280	6	1200
Licuada	1	100	0,5	50
Bombillas fluorescentes	1	8	24	192
Total		366		1682

Energía consumida considerando un factor de seguridad del 20%

Psistema = 366 [w]

Cálculos

Pérdidas en la instalación

KA: Por la auto descarga diaria de la batería.

KB: Originada por el rendimiento de la batería.

Kc: Debido al rendimiento del inversor utilizado.

KR: Por el rendimiento del regulador empleado.

Kx: Otras pérdidas no contempladas, por efecto Joule, caídas de tensión, etc.

Daut: Días de autonomía con baja o nula insolación.

Pa: Profundidad de descarga de la batería.

El coeficiente de pérdidas totales **KT** viene dado por la expresión:

$$K_T = [1 - (K_B + K_C + K_R + K_X)] \cdot \left[1 - \frac{(K_A \cdot D_{aut})}{P_{Dmax}} \right]$$

Los coeficientes que se utilizaron en el diseño del sistema fotovoltaico para una casa promedio en la comunidad del palmar son:

KA: 0,5%

K_B : 5%

K_C : 5%

K_R : 10%

K_X : 10%

D_{aut} : 3 [Días]

P_d : 60%

K_T : 0,69

Voltaje del sistema

El voltaje del sistema fotovoltaico diseñado para las casas promedios de la comunidad del palmar es:

$$V_{sistema} = 12 \text{ [V]}$$

Corriente del sistema

$$I_{sistema} = P_{sistema} / V_{sistema}$$

$$I_{sistema} = 30,5 \text{ [A]}$$

El consumo energético antes estimado, está en las unidades de [Wh/día]. Se debe pasar a las unidades de [Ah/día]; esto se logra con la siguiente expresión.

$$C_T = E_T / V_{sistema}$$

$$C_T = 140,2 \text{ [Ah/día]}$$

Para tener el consumo máximo se hace uso de los cálculos relacionados a las pérdidas estimadas, a través de la expresión:

$$C_{TMAX} = C_T / K_T$$

$$C_{TMAX} = 203,14 \text{ [Ah/día]}$$

Data de radiación solar en el palmar

Coordenadas geográficas 10.158470; -65.538260

Tabla de radiación solar (KWh/m²/día)

Ene	Feb.	Mar	Ab	Ma	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
6.09	6.66	7.24	7.1	6.81	6.67	6.8	7.04	6.96	6.5	5.89	5.71	6.63

Tomamos el valor para el peor mes

$$\text{Radiación} = 5,71 \text{ [Kw.h/m}^2\text{/día]}$$

Energía del panel

$$E_{panel} \text{ (Ah/ día)} = \eta_{panel} \cdot I_{max_panel} \cdot HSP$$

Usando como valor para la eficiencia del panel

$$\eta_{panel} = 0,85.$$

$$E_{panel} = 34,85 \text{ [Ah / día]}$$

Cálculo del sistema de acumulación, (baterías)

$$C_{nom-bat} = \frac{C_{Tmax} \text{ (Ah/ día)} \cdot D_{aut}}{P_{Dmax}} \cdot 100$$

P_{Dmax} = Profundidad máxima de descarga [en %]

$$P_{Dmax} = 60\%$$

$$C_{nom-bat} = 1015,7 \text{ [Ah]}$$

Cálculo del inversor

$$P_{INV} = \frac{P_{consumo \text{ (CA)}}}{\eta_{INV}}$$

η_{INV} : Rendimiento del inversor, lo estimado es un 85%

$$P_{INV} = 430,6 \text{ [Watts]}$$

Resumen de cálculos			
Cálculo	Nomenclatura	valor	unidades
Potencia del sistema	Psistema	366	[w]
Energía consumida	E _T	2018,4	[wh/día]
Factor de pérdida	K _T	0,69	adimensional
Voltaje del sistema	Vsistema	12	[v]
Corriente del sistema	Isistema	30,5	[A]
Energía consumida	C _T	140,2	[Ah/día]
Energía consumida máxima	C _{TMAX}	203,14	[Ah/día]
Energía del panel	E _{panel}	34,85	[Ah/día]
Capacidad de las baterías	C _{nom_bat}	1015,7	[Ah]
Potencia del inversor	P _{inversor}	430,6	[w]

Dimensionamiento del sistema fotovoltaico para casa promedio de la comunidad del Palmar

Número de paneles solares fotovoltaicos.

Numero de paneles en paralelo

$$N_{PP} = \frac{C_{Tmax} (Ah / día)}{E_{panel}}$$

N_{PP} = 6 Paneles en paralelo.

Número de paneles en serie

$$N_{PS} = \frac{V_{nom}}{V_{max_panel}}$$

V_{max_panel} = 12 V.

N_{PS} = 1 paneles en serie

Numero de paneles totales

$$N_{TP} = N_{PP} \cdot N_{PS}$$

$N_{TP} = 6$ Paneles en total

Cálculo del regulador

$$I_{regulador} = 1,2 \cdot N_{pp} \cdot I_{max_panel}$$

$$I_{regulador} = 56,45 \text{ [A]}$$

Estimación de la superficie requerida para el arreglo fotovoltaico

Las dimensiones del panel Sharp NU-U235F2

Largo = 1,640 metros.

Ancho = 0,994 metros.

Espesor = 0,046 metros.

Área de cada módulo = 1,63 m²

$$S_{PV} = 9,78 \text{ m}^2$$

SPV: Superficie utilizada en el arreglo fotovoltaico.

Número de baterías

Número de baterías en paralelo

Número de baterías en paralelo _____

Número de ramas de baterías en paralelo _____

Número de baterías en serie

Número de ramas de baterías en serie _____

Número de baterías en serie

Numero de reguladores

Numero de reguladores = _____

Número de reguladores = —

Número de inversores

Número de inversores en paralelo

Número de ramas de inversores = _____

Número de ramas de inversores = —

Número de inversores en serie

Número de ramas de baterías en serie _____

$V_{nominal-inv}$: voltaje nominal del inversor

Numero de inversores en serie = —

Resumen de dimensionamiento			
Dimensionamiento	Nomenclatura	Valor	unidades
Paneles en paralelo	Npp	5	
Paneles en serie	Nps	1	
paneles totales	Npt	5	
regulador	Iregulador	56,45	[A]
superficie para instalacion de los paneles	Spv	9,78	m ²
NÚmero de baterías		5	

Número de reguladores		1	
Número de inversores		1	

Encuestas de Viviendas comunidad El Palmar.

En esta etapa, se realizó una encuesta a los habitantes de cada una de las viviendas en donde se instalaron los sistemas fotovoltaicos en viviendas y la escuela. En ésta se recaudo información sobre la cantidad de habitantes del lugar, de la vivienda, datos técnicos del tipo de sistema fotovoltaico, usos que se le daba a la energía, si el lugar presenta otro tipo de sistema de generación de energía y cuál era, qué aparatos eléctricos eran usados en el lugar y su cantidad.

Además, se les pregunto a los encuestados qué impacto había tenido en ellos la implementación del sistema fotovoltaico y qué observaciones o recomendaciones tenían acerca de este sistema. Por último, se realizó una inspección al sistema fotovoltaico: los paneles solares, las baterías, el regulador de voltaje y los inversores, reportando cualquier anomalía o falta de mantenimiento.

En este caso pudimos observar que la mayoría de las casas mantienen los equipos en buen estado ya que cada beneficiario realiza la limpieza y mantenimiento requeridos según las indicaciones que recibieron, además de esto, CORPOELEC visita la comunidad cada 4 ó 5 meses realizando una revisión a cada una de las casas.

Los encuestados comentaron que el mantenimiento consiste en limpiar el polvo de los paneles con ayuda de una brocha, para posteriormente con ayuda de un paño húmedo dejar bien limpia las celdas y reponer el agua destilada de las baterías cuando su nivel esté bajo. En las primeras casas de la comunidad ese mantenimiento descrito por lo general es realizado por los mismos habitantes de las viviendas, pero en áreas más lejanas de la entrada en los alrededores de la escuela el mantenimiento es realizado por 2 muchachos pagados por FUNDELEC.

Resultados de las inspección realizada a las viviendas de la comunidad

Vivienda # 1

Tiempo de instalación del sistema:

Año 2010

Habitantes:

✓ 2 personas

Mantenimiento:

El mantenimiento técnico es realizado por corpoelec, y la limpieza del panel por el dueño del hogar mediante paños húmedos y brochas

Cargas conectadas:

- ✓ 1 bombillo que deja encendido hasta las 11pm.
- ✓ 1 Freezer pequeño que se deja encendido desde las 9am hasta las 4pm.

Consumo aproximado:

- ✓ Bombillo 8W durante 12 horas.
- ✓ Nevera 80W durante 7 horas

Total: 656Wh al día.

Equipos adicionales de generación de energía:

1 planta a gasolina adicional para accionar una lavadora ocasionalmente.

Vivienda # 2

Tiempo de instalación del sistema:

Año 2010

Habitantes:

4 personas

Mantenimiento:

Hacen el mantenimiento de los paneles ellos mismos y recargan el agua de las baterías ocasionalmente cuando lo amerite.

Cargas conectadas:

✓ 4 Bombillos.

Consumo aproximado:

264Wh en totales debido a los bombillos.

Equipos adicionales de generación de energía:

Tienen un motor Diesel 5 (litros) que usaban antes de instalado el sistema de paneles solares.

Vivienda # 3

Tiempo de instalación del sistema:

Año 2008

Habitantes:

6 habitantes.

Mantenimiento:

La limpieza de los paneles la realizan ellos mismos con paños húmedos y recargan el agua de las baterías, adicionalmente dijeron que corpoelec los visita regularmente (cada 6 meses aproximadamente) a hacer inspección.

Cargas conectadas:

- ✓ 1 TV
- ✓ 1 Planta de sonido
- ✓ 1 DVD
- ✓ 4 Bombillos

Consumo aproximado:

736Wh aproximados por día

Equipos adicionales de generación de energía:

Tienen un hidroneumático pequeño a gasolina solo para bombear el agua que usan.

Vivienda # 4

Tiempo de instalación del sistema:

Desde el año 2011

Habitantes:

7 personas

Mantenimiento:

Ellos mismos limpian los paneles y reponen el agua a las baterías.

Cargas conectadas:

- ✓ 4 Bombillos
- ✓ 1 TV
- ✓ 1 Nevera pequeña que no estaba instalada pero iban a comenzar a usar.

Consumo aproximado:

650Wh en total por día.

Equipos adicionales de generación de energía:

No tienen.

Vivienda # 5 (Casa vacía).

*Información suministrada por los vecinos.

Tiempo de instalación del sistema:

Año 2011

Habitantes:

2 personas

Mantenimiento:

Cargas conectadas:

- ✓ 3 Bombillos

Consumo aproximado:

150 Wh al día.

Equipos adicionales de generación de energía:**Vivienda # 6****Tiempo de instalación del sistema:**

Año 2010, les dijeron que le iban a instalar otro sistema para un anexo que está en construcción.

Habitantes:

2 personas

Mantenimiento:

Lo hacen ellos mismos limpiando los paneles con brochas para quitar el polvo luego paños húmedos para quitar impurezas y recargan el agua de las baterías cuando se requiera.

Cargas conectadas:

✓ 3 Bombillos

Consumo aproximado:

150W al día.

Equipos adicionales de generación de energía:

No tienen.

Vivienda # 7

Tiempo de instalación del sistema:

Año 2011

Habitantes:

13 personas

Mantenimiento:

Lo hacen ellos mismos limpiando los paneles con brochas para quitar el polvo luego paños húmedos para quitar impurezas y recargan el agua de las baterías cuando se requiera.

Cargas conectadas:

✓ 4 bombillos.

- ✓ 1 Nevera.
- ✓ 1TV

Consumo aproximado:

680 W al día

Equipos adicionales de generación de energía:

No tienen.

Vivienda # 8

Tiempo de instalación del sistema:

Año 2011, el sistema posee una reparación.

Habitantes:

2 personas

Mantenimiento:

Lo hacen ellos mismos limpiando los paneles con brochas para quitar el polvo luego paños húmedos para quitar impurezas y recargan el agua de las baterías cuando se requiera.

Cargas conectadas:

- ✓ 4Bombillos
- ✓ 1 TV
- ✓ 1 Radio

Consumo aproximado:

520W aprox al día.

Equipos adicionales de generación de energía:

No tienen.

Vivienda # 9 (Casa Vacía).

*Información suministrada por los vecinos.

Tiempo de instalación del sistema:

Año 2011

Habitantes:

2 personas

Mantenimiento:

Cargas conectadas:

Consumo aproximado:

Equipos adicionales de generación de energía:

Vivienda # 10

Tiempo de instalación del sistema:

Año 2010

Habitantes:

9 personas.

Mantenimiento:

Lo hacen ellos mismos limpiando los paneles con brochas para quitar el polvo luego paños húmedos para quitar impurezas y recargan el agua de las baterías cuando se requiera.

Cargas conectadas:

- ✓ 1 TV
- ✓ 1 DVD
- ✓ 5 Bombillos

Consumo aproximado:

560W al día aproximadamente.

Equipos adicionales de generación de energía:

Usa planta a gasolina para nevera y lavadora.

Vivienda # 11

Tiempo de instalación del sistema:

Año 2011

Habitantes: 6 personas.

Mantenimiento:

Lo hacen ellos mismos limpiando los paneles con brochas para quitar el polvo luego paños húmedos para quitar impurezas y recargan el agua de las baterías cuando se requiera.

Cargas conectadas:

✓ 3 Bombillos.

Consumo aproximado:

140 W al día

Equipos adicionales de generación de energía:

No tienen.

Vivienda # 12

Tiempo de instalación del sistema:

Año 2011

Habitantes:

2 personas.

Mantenimiento:

Lo hacen ellos mismos limpiando los paneles con brochas para quitar el polvo luego paños húmedos para quitar impurezas y recargan el agua de las baterías cuando se requiera.

Cargas conectadas:

✓ 3 bombillos.

Consumo aproximado:

150W al día.

Equipos adicionales de generación de energía:

No tienen.

Vivienda # 13 (Casa Vacía).

*Información suministrada por los vecinos.

Tiempo de instalación del sistema:

Año 2010

Habitantes:

Mantenimiento:

Cargas conectadas:

Consumo aproximado:

Equipos adicionales de generación de energía:

Vivienda # 14

Tiempo de instalación del sistema:

Año 2011

Habitantes:

3 personas.

Mantenimiento:

Lo hacen 2 muchachos de mantenimiento dirigidos por Carlos Araque personal de corpoelec que es representante de la comunidad.

Cargas conectadas:

✓ 5 Bombillos.

✓ 1 TV

Consumo aproximado:

320 W al día.

Equipos adicionales de generación de energía:

No tiene.

Escuela (Centro de aprendizaje El Palmar).

Tiempo de instalación del sistema:

Año 2011

Habitantes:

Estudian 32 niños que duran en la escuela 6 horas aproximadamente y 1 sola maestra que se encarga de ellos.

Mantenimiento:

Lo hacen 2 muchachos de mantenimiento dirigidos por Carlos Araque personal de corpoelec que es representante de la comunidad.

Cargas conectadas:

✓ 10 bombillos.

Consumo aproximado:

560 W aproximadamente.

Equipos adicionales de generación de energía:

No tiene.

Vivienda # 15.

Tiempo de instalación del sistema:

Año 2011

Habitantes:

5 personas.

Mantenimiento:

Lo hacen 2 muchachos de mantenimiento dirigidos por Carlos Araque personal de corpoelec que es representante de la comunidad.

El dueño de la vivienda mantiene contacto frecuente con el Ing. Araque para solventar asuntos de la comunidad.

Cargas conectadas:

- ✓ 1 TV
- ✓ 8 Bombillos
- ✓ 1 Licuadora de 2 velocidades.

Consumo aproximado:

540W al día.

Equipos adicionales de generación de energía:

Tiene una planta a gasolina pero casi no la usa debido a que los paneles solares le solventan toda la demanda.

Vivienda # 16.

Tiempo de instalación del sistema:

Año 2011

Habitantes:

2 personas.

Mantenimiento:

Lo hacen 2 muchachos de mantenimiento dirigidos por Carlos Araque personal de corpoelec que es representante de la comunidad.

Cargas conectadas:

✓ 3 Bombillos.

Consumo aproximado:

150 W al día.

Equipos adicionales de generación de energía:

No tiene.

Vivienda # 17.**Tiempo de instalación del sistema:**

Año 2011

Habitantes:

1 persona.

Mantenimiento:

Lo hacen 2 muchachos de mantenimiento dirigidos por Carlos Araque personal de corpoelec que es representante de la comunidad.

Cargas conectadas:

✓ 3 Bombillos.

Consumo aproximado:

150W al día.

Equipos adicionales de generación de energía:

No tiene.

Vivienda # 18.**Tiempo de instalación del sistema:**

Año 2011

Habitantes:

2 personas.

Mantenimiento:

Lo hacen 2 muchachos de mantenimiento dirigidos por Carlos Araque personal de corpoelec que es representante de la comunidad.

Cargas conectadas:

✓ 3 Bombillos.

Consumo aproximado:

150 W aproximadamente.

Equipos adicionales de generación de energía:

No tiene

Vivienda # 19.**Tiempo de instalación del sistema:**

Año 2011

Habitantes:

4 personas

Mantenimiento:

Lo hacen 2 muchachos de mantenimiento dirigidos por Carlos Araque personal de corpoelec que es representante de la comunidad.

Cargas conectadas:

✓ 4 Bombillos.

✓ 1 TV.

Consumo aproximado:

345 W al día.

Equipos adicionales de generación de energía:

Un motor para bombear agua a gasolina.

RELACION DEL PROYECTO TRABAJADO CON LA FORMACION ACADEMICA DEL ESTUDIANTE

El proyecto llevado a cabo en la comunidad de El Palmar de Cúpira, se relaciona directamente con la formación profesional de los estudiantes que lo realizaron al pertenecer a la carrera de ingeniería eléctrica, entre los aspectos más relevantes a desarrollar en la elaboración de dicho servicio comunitario están:

- Electrificación de comunidades rurales y aisladas desprovistas de energía eléctrica convencional.
- Capacitar a las comunidades en torno al mantenimiento de los equipos y sobre las energías renovables.
- Desarrollo para las comunidades gracias a la energización
- Aprendizaje técnico sobre la tecnología de energías renovables.
- Posibilidad de instalar módulos médicos y servicios de agua potable.
- Evaluación de los recursos y proyectos para el desarrollo futuro de la comunidad

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Es bien sabido que la energía es fundamental para el desarrollo de las comunidades humanas, más específicamente la energía eléctrica se ha convertido en uno de los principales baluartes de nuestro siglo y es vital para el avance de nuestra sociedad.

En comunidades aisladas o rurales como El Palmar de Cúpira no se tuvo acceso a este beneficio por mucho tiempo hasta que por la iniciativa de FUNDELEC se instaló el sistema solar fotovoltaico que trajo la energía eléctrica a dicho poblado debido a la lejanía de los grandes centros poblados y por ser de difícil acceso.

Es importante concienciar a los habitantes de la comunidad sobre el mantenimiento a realizar a los paneles solares y sobre el cuidado que estos ameritan para que ellos mismos puedan hacer las rutinas de mantenimiento debido a lo alejada que es el poblado. Esto puede ser solo el principio de otros proyectos que lleven mejor calidad de vida como plantas potabilizadoras de agua con paneles solares, comunicaciones, ambulatorios entre otros.

Entre las recomendaciones a ser propuestas está la revisión de los reguladores del sistema fotovoltaico, toda vez que en los hogares los beneficiarios manifestaron la necesidad de mantener una carga mínima trabajando para así evitar la sobrecarga de las baterías. En este tópico podemos agregar que en buen diseño los reguladores se encargarían de proteger el panel ante una sobrecarga sin la necesidad de dejar un artefacto con la premisa de que el sistema nunca llegue al punto de sobrecarga.

Además si tocamos el punto de las baterías nos interesa que el consumo eléctrico sea controlado, no tiene sentido tener un consumo innecesario de potencia pues esto acorta la vida útil de las baterías y teniendo en cuenta lo remota de la comunidad será más difícil su reemplazo a futuro.

También la ampliación del sistema de paneles por otros de mayor capacidad para permitir a los habitantes de este poblado utilizar equipos de mayor envergadura como lavadoras, neveras entre otros. Otro aspecto a mencionar es la evaluación por un equipo multidisciplinario para poder llevar beneficios de otra índole como mejora del sistema de salud- del cual se tiene en proyecto- alimentación, deportivo, educativo, etc. A los habitantes de El Palmar.

BIBLIOGRAFÍA.

- Folleto Programa Sembrando Luz, Fundelec. Ministerio del poder popular para la energía eléctrica. Septiembre de 2012.
- Pdsen (Plan de Desarrollo de Desarrollo Del Servicio Eléctrico Nacional 2005-2024). <http://sen-venezuela.blogspot.com/2010/03/pdsen-plan-de-desarrollo-de-desarrollo.html>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Panel_fotovoltaico

ANEXOS



Figura, Panel de control y baterías del sistema fotovoltaico



Figura, Equipamiento de los paneles solares



Figura, Equipamiento usado en los paneles solares

Especificaciones			
Celda	Celda Solar de silicio Monocristalino 125 X 125 mm		
No. De celdas y conexiones	72 (6X12)		
Dimensiones del módulo	1590 mm X 790 mm X 40 mm		
Caja de conexión (fabricante/grado de protección/número de diodos)	2 X PV-RH051B-1 (CIX/1P65/1)		
Dimensiones de la caja de interconexión (longitud/ ancho/ profundidad) [mm]	110 / 94 / 24.5		
Peso	16.5 Kg		
Características eléctricas			
Modelo	DSM-170-A	DSM-175-A	DSM-180-A
Voltaje a circuito abierto (Voc) [V]	21,6	21,6	21,8
Voltaje en el punto de máxima potencia (Vmp) [V]	17,2	17,2	17,4
Corriente de corto circuito (Isc) [A]	10,98	11,3	11,5
Corriente en el punto de máxima potencia (Imp) [A]	9,88	10,18	10,34
Potencia máxima a STC (Pm) [Wp]	170	175	180
Tolerancia, [%]	5	5	5
STC: 1000 W/m ² , 25°C, AM 1,5			
Límites			
Temperatura de operación	-40 a +85°C		
Voltaje máximo del sistema	1000 VDC		
Parámetros de las características térmicas			
NOCT	[°C]	46±2	
Coefficiente de temperatura beta de Isc	[1/K]	[-]0.0006	
Coefficiente de temperatura alfa de Voc	[1/K]	[-]0.0037	
Coefficiente de temperatura gamma de Pmp	[1/K]	[-]0.0045	

Figura, Especificaciones Panel solar SERIE DSM 180 CCE.



Type	CX 10	CX 20	CX 40
System voltage	12/24 V auto recognition		
Max. charge/load current	10 A	20 A	40 A
Float charge	13.7/27.4 V (25 °C)		
Main charge	14.4/28.8 V (25 °C), 30 min. (daily)		
Boost charge	14.4/28.8 V (25 °C), 2 h Activation: battery voltage < 12.3/24.6 V		
Equalization	14.8/29.6 V (25 °C), 2 h Activation: battery voltage < 12.1/24.2 V		
Deep discharge protection: State-of-charge dependent	A: 11.4 – 11.9 V / 22.8 – 23.8 V B: 11.0 – 11.75 V / 22.0 – 23.5 V		
Voltage dependent	A: 11.0/22 V B: 11.5/23 V		
Adaptive	11.0 – 12.2 V / 22.0 – 24.4 V		
Reconnect level	12.8/25.6 V		
Overvoltage protection	15.5/31.0 V		
Undervoltage protection	10.5/21.0 V		
Max. panel voltage	30 V in 12 V system		
(Overvoltage protection by varistor)	50 V in 24 V system		
Temperature compensation (Charge voltage)	–25 mV/K at 12 V –50 mV/K at 24 V		
Own consumption	< 4 mA		
Grounding	Positive grounding possible		
Ambient temperature	–20 to +50 °C		
Max. height	4,000 m above sea level		
Battery type	Lead acid (GEL, AGM, flooded)		
Wire cross section	Up to 16 mm²		
Weight	168 g		179 g
Dimensions (W x H x D)	92 x 93 x 38 mm		
Type of protection	IP22		

Figura, Especificaciones del regulador PHOCOS CX Series (10-40 A)

Specifications

Phoenix inverter	12 Volt 24 Volt 48 Volt	12/180 24/180 48/180	12/350 24/350 48/350	12/750 24/750 48/750	C 12/1200 C 24/1200	C 12/1600 C 24/1600	12/2500 (4) 24/3000 (4) 48/3000 (4)
Input voltage range (V DC)		10,5 - 15,5 21,0 - 31,0 42,0 - 62,0	10,5 - 15,5 21,0 - 31,0 42,0 - 62,0	10,5 - 15,5 21,0 - 31,0 41,0 - 62,0	9,5 - 16,0 19,5 - 32,2	9,5 - 16,0 19,5 - 33,0	9,5 - 16,0 19,5 - 33,0 38,0 - 66,0
Cont. output power at 25 °C (VA) (5)		180 180 180	350 350 350	750 750 750	1200 1200	1600 1600	2500 3000 3000
Cont. power at 25 °C / 40 °C (W)		175 / 150 175 / 150 175 / 150	300 / 250 300 / 250 300 / 250	700 / 650 700 / 650 700 / 650	1000 / 900 1000 / 900	1300 / 1200 1300 / 1200	2000 / 1600 2500 / 2000 2500 / 2000
Peak power (W)		200 200 200	500 500 500	1400 1400 1400	2200 2200	2300 3000	4500 6000 6000
Max. efficiency 12 / 24 / 48 V (%)		91 / 92 / 92	90 / 91 / 92	91 / 93 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94 / 95
Zero-load power 12 / 24 / 48 V (W)		2,2 / 3,0 / 4,0	3,0 / 3,5 / 4,0	12 / 12 / 12	8 / 11	8 / 11	15 / 15 / 16
Zero-load power in AES mode		n. a.	n. a.	3 / 4 / 5	5 / 8	5 / 8	10 / 10 / 12
Multi purpose relay driver or relay (6)					relay driver (7)	relay driver (7)	relay
Protection (3)		a,b,d,h	a,b,d,h	a,b,d,h	a,b,c,d,f,g,h	a,b,c,d,f,g,h	a - h
Common Characteristics (2,3)	Output: 230 V ± 2% / 50/60 Hz ± 0.2% (switch selectable) Operating temperature range: -20 to +50°C (fan assisted cooling) Humidity (non condensing) : max 95%						
ENCLOSURE							
Material & Colour	aluminium (blue Ral 5012)						
Battery-connection		1)	1)	1)	1)	1)	M8 studs
230 V AC-connection		IEC-320 (IEC-320 plug included) or Schuko			G-ST18i	G-ST18i	screw-clamp 2,5mm²
Protection category		IP 20	IP 20	IP 20	IP 21	IP 21	IP 21
Weight (kg)		2,7	3,5	2,7	10	10	18
Dimensions (hwxwd in mm)		72x132x200	72x155x237	72x180x295	375x214x110	375x214x110	362x258x218
ACCESSORIES							
Remote panel (RS 485 port)					√ (PIV)	√ (PIV)	√ (PIV)
Remote on-off switch		√	√	√	√	√	√
Automatic transfer switch		Filax	Filax	Filax	Phoenix Multi	Phoenix Multi	Phoenix Multi
STANDARDS							
Safety		EN 60950	EN 60950	EN 60950	EN 60335-1	EN 60335-1	EN 60335-1
Emission / Immunity		EN55014-1 / EN 55014-2					
Automotive Directive		95/54/EC and 2004/104/EC					

Figura, Especificaciones del inversor Phoenix Victron energy

Type Overview

Capacities, dimensions and weights

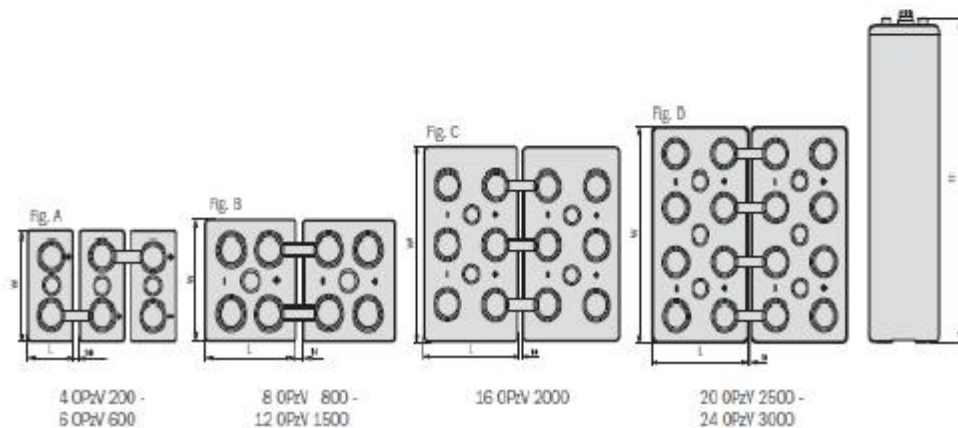
Type	C ₁₀₀ /L.80 V Ah	C ₅₀ /L.80 V Ah	C ₂₀ /L.77 V Ah	C ₁₀ /L.75 V Ah	C ₁ /L.67 V Ah	max.* Weight kg	max.* Length L mm	max.* Width W mm	max.* Height H mm	Fig.
4 OPzV 200 (*)	200	213	199	183	141	18.3	106	208	420	A
5 OPzV 250 (*)	250	267	248	228	177	22.3	126	208	420	A
6 OPzV 300 (*)	300	320	298	274	212	26.5	147	208	420	A
5 OPzV 350 (*)	350	412	365	324	236	29.9	126	208	535	A
6 OPzV 420 (*)	420	494	438	387	283	35.1	147	208	535	A
7 OPzV 490 (*)	490	577	510	453	330	42.1	168	208	535	A
6 OPzV 600 (*)	600	718	625	543	388	48.7	147	208	710	A
8 OPzV 800 (*)	800	958	835	723	517	65.9	215	193	710	B
10 OPzV 1000 (*)	1000	1200	1040	906	648	80.5	215	235	710	B
12 OPzV 1200 (*)	1200	1440	1250	1086	775	94.6	215	277	710	B
12 OPzV 1500 (*)	1500	1570	1315	1146	796	110.0	215	277	840	B
16 OPzV 2000	2000	2090	1750	1530	1059	152.9	215	400	815	C
20 OPzV 2500	2500	2620	2190	1911	1324	186.5	215	490	815	D
24 OPzV 3000	3000	3140	2625	2295	1589	222.3	215	580	815	D

C₁₀₀ = nominal capacity at 10 h discharge according to DIN 40742

C₁₀, C₅, C₂ and C₁ = Capacity at 10 h, 5 h, 3 h and 1 h discharge

(*) = horizontal operation possible

* according to DIN 40742 data to be understood as maximum values



Figura, Especificaciones de la batería OP



Figura, Vivienda #1



Figura, Vivienda #2 y alrededores



Figura, Vivienda # 3



Figura, Vivienda #4



Figura, Viviendas # 5 y 6



Figura, Vivienda #7



Figura, Vivienda #8