Mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas en Ndokh

En los últimos años, CCONG Ayuda al Desarrollo ha centrado gran parte de sus proyectos en Senegal. Uno de los proyectos más innovadores ha sido la instalación módulos fotovoltaicos en 2 pequeños pueblos: Ndokh y Boucoul.

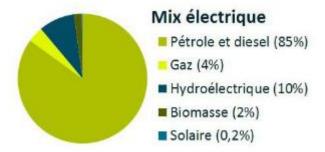
A continuación, se hace un resumen de la situación energética en Senegal, el proyecto de mantenimiento realizado en Ndokh, y tareas pendientes y propuestas.

¿Por qué usar la energía solar fotovoltaica?

Mix Energético

A pesar de la gran diferencia de renta entre Senegal y España (5-7 veces superior), el precio de la energía en el país africano es más elevado, principalmente la luz. El petróleo es algo más barato pero, teniendo en cuenta el parque automovilístico de Senegal, coches viejos que consumen más, y las infraestructuras de transporte, carreteras nacionales o caminos, desplazarse es también más caro.

La causa principal del precio desmedido de la energía en Senegal es el mix eléctrico que depende completamente del petróleo y el diésel (85%), materias primas de las que no dispone el país y que importa, haciendo frente a las fluctuaciones del mercado y al coste del transporte de la materia prima. Por otro lado, estas instalaciones son antiguas, por lo que, el rendimiento es menor.



[Fuente: Energies Renouvelables Afrique] https://www.energies-renouvelables-afrique.com/fiche-pays-le-senegal/

Actualmente, en los países que no poseen yacimientos de combustibles fósiles (petróleo, carbón o diésel), la generación de electricidad a través de ellos no es rentable. Por tanto, en países como España se están cerrando las centrales de carbón.

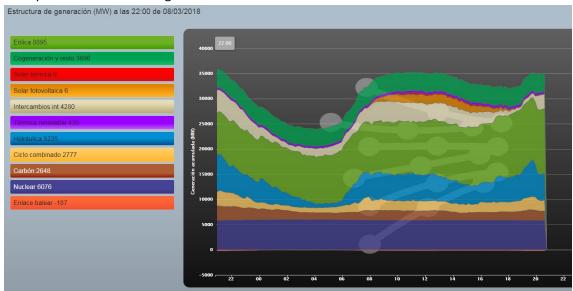
Además, estas energías convencionales contaminan el medio ambiente y afectan notoriamente a la salud de la población.

Como alternativa, se encuentran las energías renovables, que son energías que generan electricidad limpia a partir de elementos inagotables, como el sol, el viento o el agua. Una de las características más importantes de las renovables es que existe una distribución mundial del recurso: hay países que tienen viento, otros sol, otros agua.... y, por tanto, se evita la inflación de los precios y la especulación de la materia prima, que es gratuita.

Además, tras décadas de investigación, se ha conseguido abaratar de forma exponencial los costes, principalmente en energía eólica y energía solar fotovoltaica. La energía hidráulica y la biomasa siguen teniendo gran peso y las demás se encuentran en desarrollo.

El auge de estas tecnologías tiene 2 focos: por un lado, los países sin yacimientos de combustibles fósiles evitan importar combustibles a altos costes y, por otro lado, los países concienciados con el medio ambiente quieren reducir la contaminación.

Por ejemplo, en Europa las energías renovables están muy extendidas, sobre todo en países como Alemania, Islandia o Dinamarca. España fue pionera en energía eólica, no obstante, con el paso de los años, perdió ese puesto de liderazgo. Sin embargo, como se muestra en la siguiente imagen, las energías renovables tienen un gran peso en el mix energético actual [Fuente: Red Eléctrica Española, día 09/03/2018]. Habitualmente, el porcentaje de energía eléctrica generada en España a través de energías renovables es de 30-60%.

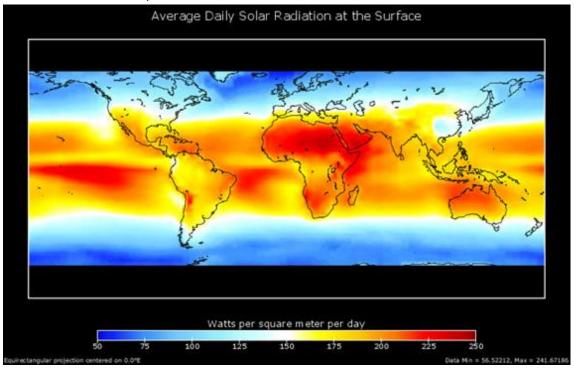


Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es la energía que utiliza la radiación solar directa e indirecta para generar directamente electricidad. En los últimos años, se ha convertido en la tecnología energética con más crecimiento, debido principalmente a que el coste de los materiales se ha reducido exponencialmente. Estas son sus ventajas e inconvenientes:

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Costes bajos: instalación, operación y mantenimiento	Se debe almacenar la energía (baterías)
Mantenimiento sencillo	Genera corriente continua, necesario un inversor para cargar móviles
No necesita conectarse a la red, ideal para zonas aisladas	Producción en función de las condiciones climáticas
No necesita materia prima ni combustibles, recurso muy repartido	
El impacto ambiental es mínimo y no contamina	

Actualmente, la instalación de módulos fotovoltaicos está siendo masiva. Países como Alemania han apostado fuertemente por la tecnología, a pesar de no disponer de las mejores condiciones climáticas para ello. Afortunadamente, este recurso es mayor en los países en vías de desarrollo, por lo que disminuye más aún el coste de producción, siendo la opción de generación eléctrica más barata. Esta situación debe ser aprovechada por los países cercanos al Ecuador y conseguir un desarrollo industrial y estructural veloz.



Además, el mantenimiento es sencillo y su coste bajo, y no necesita ningún tipo de materia prima para su generación. Por otro lado, en caso de optar por pequeñas instalaciones, la inversión inicial no es muy grande, se puede generar electricidad de forma aislada y el impacto ambiental es mínimo.

Por ello, se cree que en países como Senegal, sin yacimientos de combustibles fósiles y con gran recurso solar, la instalación de módulos fotovoltaicos es la mejor opción para el desarrollo eléctrico del país. Es más, una de las áreas de cooperación de las ONGs debe ser la energía, ya que lleva adjunto el desarrollo, el nivel de vida, la independencia o la lucha global por el cambio climático.

Situación eléctrica rural

Para la inmensa mayoría de los lectores, la luz es un derecho básico pero en Senegal, es un privilegio caro. Por un lado, los senegaleses que viven en la ciudad pagan más que los europeos por la luz, cuando el consumo es mucho menor. Por otro lado, los cortes eléctricos son habituales, así que peligran los alimentos guardados en el frigorífico.

Mientras que en las zonas rurales, es habitual que los pueblos no tengan luz. Salvo, personas con gran nivel adquisitivo que deciden instalar módulos fotovoltaicos en sus casas. Por ello, la instalación de la tecnología en el pueblo de Ndokh fue un gran cambio para su población: disminución del consumo de pilas para alimentar linternas; disminución del fracaso escolar, ya que los alumnos pueden ayudar en los trabajos a sus familias durante el día y estudiar a la noche; y posibilidad de cargar aparatos electrónicos: móviles, radios, linterna, ordenadores...

Anteriormente, la mayor parte de la población no tenía apenas contacto con la electricidad y mucho menos sabía cómo funcionaba, por tanto, se entiende que haya habido algunos problemas de mantenimiento en las instalaciones.

Además, como el nivel adquisitivo es muy bajo, cada pequeña avería supone un problema para la familia.

El objetivo de este proyecto es idear un plan de mantenimiento de las instalaciones para evitar averías y aumentar la vida útil de la instalación. Es más, se pretende formar en conceptos básicos de electricidad y concienciar a la población de cuidado de las instalaciones.

Proyecto

Como se ha comentado anteriormente, el principal objetivo del proyecto ha sido elaborar un manual de mantenimiento para evitar al máximo las averías en las instalaciones fotovoltaicas.

El proyecto se ha dividido en varias fases: evaluar la situación, crear un manual de mantenimiento y formar a una persona, difundir el manual de mantenimiento y hacer un mantenimiento correctivo de las instalaciones.

Fase 1: Evaluar la situación

La primera fase ha consistido en recorrer todas las casas donde se instalaron módulos fotovoltaicos para estudiar cuál es la situación de cada familia y qué tecnología se usa. Durante todo el proyecto, se contó con la ayuda de Ada Faye, no solo como traductor sino como técnico de instalaciones fotovoltaicas.

La situación de las familias es muy dispar, debido a que hay familias que han seguido un mantenimiento constante y hay otras que no. En la carpeta del proyecto existe un documento Excel en el que se describe el estado de cada instalación (24/01/2018).

La tecnología utilizada es energía solar fotovoltaica en isla, es decir, sin conexión a la red y completamente independiente. El esquema de las instalaciones fotovoltaicas de Ndokh es el siguiente:

1. Módulo o placa fotovoltaica: es el componente que capta la radiación solar para generar una corriente continua (DC).



- 2. Regulador: es el componente que regula la producción del módulo fotovoltaico para que mantenga en todo momento unos parámetros adecuados de corriente (A) y diferencia de potencial (V), y evitar picos de tensión o corriente. De este modo, se evitan problemas en los componentes que se encuentran "aguas abajo", es decir, componentes que son alimentados por el módulo.
 - Además, el regulador es el nexo de unión entre los 3 sistemas: el sistema de generación (módulo fotovoltaico), sistema de consumo (bombillas y aparatos conectados) y sistema de acumulación (baterías).



3. Batería: es el componente que acumula la producción eléctrica no consumida durante el día y que, durante la noche o las horas en las que no hay producción, alimenta el sistema de consumo. Es imprescindible en las instalaciones que no están conectadas a la red porque, en caso contrario, solo es posible consumir electricidad durante el día (cuando se está generando).

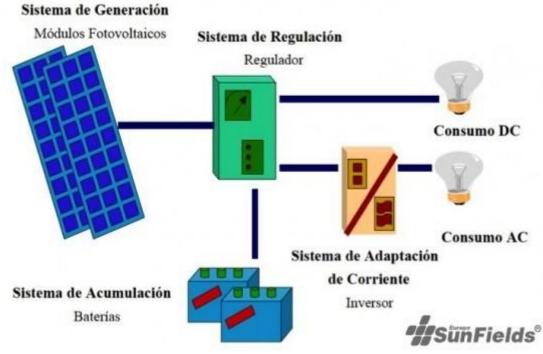


4. Consumo de corriente continua (DC): son los componentes que consumen electricidad en corriente continua (DC), no es lo habitual, por lo que se necesitan componentes específicos para ello, como las bombillas DC.



5. Inversor (onduleur): es el componente que transforma la corriente continua (DC) en corriente alterna (AC), que es la que habitualmente se comercializa en todo el mundo y para la que están diseñados los componentes electrónicos: móviles, radios, cámaras... En Ndokh solo un pequeño número de familias poseen este aparato. Otras familias tienen un adaptador, para alimentar componentes electrónicos de AC, que se conecta en paralelo con los contactos de la batería, pero se duda de su eficacia porque carga con corriente continua (DC) los móviles. Los móviles no están diseñados para ello, debido a que tienen su propio rectificador y puente de diodos para pasar la corriente alterna (AC) de los enchufes convencionales a continua (DC) para su batería. Por ello, es mejor utilizar pequeños adaptadores que cargan únicamente la batería del móvil con corriente continua (DC).





Problemas y soluciones

Tras realizar una visita a todas las instalaciones del pueblo, se han detectado una serie de problemas que afectan a la mayor parte de las familias:

1. El pueblo no conoce la tecnología

Para la inmensa mayoría del pueblo, esta tecnología es nueva y no saben cómo actuar ante las averías. Además, muchas veces contactan con personas que no conocen bien la tecnología y que no arreglan los problemas, sino que los ocultan. El mejor ejemplo es que, cuando se rompe el regulador de la instalación, unen en paralelo el módulo fotovoltaico, la batería y el consumo de corriente continua (DC), por tanto, la seguridad ante sobretensiones de la placa es eliminada.

Se debe comunicar a las familias el riesgo que asumen y buscar un proveedor barato y fiable de reguladores.

2. La vida útil de los componentes es menor debido a condiciones externas

Por un lado, los tejados de las casas son de chapa, por lo que se produce un efecto invernadero en su interior, además, las puertas y ventanas permiten el paso del calor y la humedad; por tanto, soportan malas condiciones ambientales.

Por otro lado, es habitual la presencia de arena y pequeños animales (insectos o ratones) dentro de las casas que estropean la mayor parte de los objetos.

Es difícil o caro cambiar las condiciones de los componentes, pero se puede aumentar la limpieza y el cuidado de los componentes.

3. Avería de la batería

El problema más grave que afecta a 9 de 36 familias es la avería de la batería. Se cree que esta avería se ha producido tras eliminar el regulador del circuito eléctrico, la batería ha podido sufrir una sobretensión del módulo fotovoltaico. También, ha podido ser por una mala conexión de la batería a un aparato electrónico o por estar en contacto con el agua tras las lluvias.

Se debe proteger la batería de los agentes externos y no se debe quitar las protecciones eléctricas como el regulador.

4. Peligrosidad eléctrica y riesgo de caídas en altura

A pesar de que es baja tensión, trabajar con electricidad y especialmente con corrientes continuas es peligroso. Por ello, se cree que es necesario formar a una persona acerca de medidas básicas de prevención de accidentes con electricidad.

También existe otro riesgo como es la caída en altura mientras se realiza el mantenimiento del módulo fotovoltaico. Por ello, se cree necesario llevar a cabo 2 acciones: fabricación de una escalera fiable y formar a la misma persona para el riesgo de caídas.

Fase 2: Manual de mantenimiento y formación

Una vez que se ha conocido el estado de las instalaciones fotovoltaicas y su tecnología, se ha elaborado un manual de mantenimiento sencillo y adecuado para la magnitud del proyecto. El manual se encuentra en la carpeta de formación. No obstante, se presenta a continuación.

Por otro lado, se ha formado a Adame Faye sobre conceptos básicos de mantenimiento y riesgos, con el objetivo de conseguir una independencia total del pueblo en este ámbito.

Técnicas de mantenimiento de las instalaciones fotovoltaicas

El manual de mantenimiento consta de 3 partes: una parte es definir las tareas de mantenimiento preventivo que se deben realizar, otra es gestionar quién realizará las tareas, y por último, qué materiales son necesarios para ello.

Tareas de Mantenimiento preventivo

Módulo fotovoltaico

El módulo fotovoltaico es el elemento de generación de energía eléctrica y, por tanto, imprescindible para la instalación. Por ello, se debe realizar un buen mantenimiento del mismo.

Una de las tareas de mantenimiento consiste en la limpieza del vidrio que protege la lámina fotovoltaica. Se recomienda realizar la limpieza durante las primeras horas del día, cuando el cristal protector no está demasiado caliente para evitar un contraste de temperaturas elevado que pueda ocasionar una ruptura del cristal. La limpieza es más importante durante la estación seca debido a la ausencia de lluvias, por lo que se puede organizar una limpieza cada mes y medio, y durante la época de lluvias cada 2 meses.

También es importante revisar que el anclaje es adecuado para evitar posibles accidentes.

Reaulador

El regulador es un elemento que se utiliza para controlar que la producción de electricidad mantenga unos parámetros adecuados y evitar, de este modo, problemas en los elementos que se encuentran "aguas abajo". Por tanto, su función es la protección y el orden.

Es uno de los elementos que más problemas está provocando en Ndokh. Es importante la limpieza del regulador y evitar la exposición del mismo.

No es indispensable para el funcionamiento de la instalación, pero su ausencia puede ser la causa de varios problemas encontrados en la batería y en las bombillas, ya que, protege contra sobretensiones de generación (absolutamente recomendable).

Batería

La batería es el elemento donde se acumula la producción de energía del módulo fotovoltaico. Por tanto, es imprescindible para las horas en las que no hay producción eléctrica, principalmente la noche.

En la mayor parte de las casas de Ndokh, la capacidad de la batería es menor que la producción diaria de la placa fotovoltaica. Por ello, se recomienda cargar todos los aparatos electrónicos cuando existe producción de electricidad. De esta manera, la capacidad de la batería será adecuada para abastecer durante la noche la demanda de luz eléctrica.

Es muy importante la conservación de la batería. Por ejemplo, se puede tapar la parte superior de la misma con un trapo para evitar el polvo y evitar la luz solar directa. También, se debe tener cuidado con las goteras durante la época de lluvias.

Inversor

El inversor se trata de un elemento adicional que sirve para convertir la corriente continua (alimentación de bombillas especiales) a corriente alterna (alimentación de elementos electrónicos). Existen diferentes tipos con mejor o peor calidad.

Este aparato se debe colocar en un lugar abierto donde pueda refrigerarse y no debe recibir la luz solar de forma directa. Además, necesita una limpieza periódica.

Cableado

El cableado es uno de los elementos más fáciles de comprender y mantener. Únicamente es necesario que se encuentren en buen estado: aislados, limpios y sin cortes.

Bombilla

La bombilla es el elemento final de la instalación. Simplemente es importante una buena limpieza de las mismas y evitar que se rompa la carcasa.

Interruptor

El interruptor va asociado a la bombilla y simplemente se necesita mantenerlos limpios.

Repartición de tareas

Tras haber analizado todas las tareas de mantenimiento preventivo, se ha decidido dividir el mantenimiento en 2 tipos: mantenimiento cotidiano y mantenimiento mensual o bimensual.

Mantenimiento preventivo cotidiano

Se trata de un mantenimiento sencillo pero constante, donde se realizarán tareas de limpieza y adecuación del lugar. Debido a que no será necesario personal cualificado, cada familia realizará estas funciones:

Componente	Trabajo	Material necesario	Personal necesario	Periodicidad	Seguridad
Regulador	Limpieza	Trapo sin agua	1 persona	1 vez /semana	Evitar tocar cables pelados
Batería	Limpieza y cubrirla con un trapo fino	Trapo sin agua	1 persona	1 vez /semana	Evitar tocar los contactos sin protección
Batería	Evitar la luz solar directa y el agua de lluvia	-	1 persona	-	-
Inversor	Limpieza	Trapo sin agua	1 persona	1 vez /semana	Evitar tocar cables pelados
Inversor	Mantener en un lugar espacioso y evitar la luz solar directa	-	1 persona	-	-
Cable	Limpieza	Trapo sin agua	1 persona	1 vez /semana	Evitar tocar cables pelados
Bombilla	Limpieza	Trapo sin agua	1 persona	1 vez /semana	Evitar tocar cables pelados
Interruptor	Limpieza	Trapo sin agua	1 persona	1 vez /semana	Evitar tocar cables pelados

Mantenimiento mensual o bimensual

Se trata de un mantenimiento que requiere algunos principios básicos o que conlleva peligro, por tanto, será una persona formada la que lo realice. Las tareas a realizan son mantenimiento del módulo fotovoltaico y mantenimiento correctivo.

En el caso del módulo fotovoltaico, el trabajo lo realizará la persona formada con la ayuda del propietario de la casa, cuya función será sujetar la escalera y suministrar los materiales. Se debe

aclarar que el material necesario para el mantenimiento correctivo lo debe comprar la familia y que la ventaja reside en no pagar mano de obra.

Componente	Trabajo	Material necesario	Personal necesario	Periodicidad	Seguridad
Módulo fotovoltaico	Limpieza	-Escalera -Esponja -Agua	2 personas	8-10 veces /año	Riesgo de caídas a gran alturas
Módulo fotovoltaico	Revisión de la estructura	Escalera	2 personas	1-2 veces /año	Riesgo de caídas a gran alturas
Regulador	Observar estado	-	1 persona	1 vez /mes	Evitar tocar cables pelados
Cable	Cambiar cableado	Cable	1 persona	-	Cortar la electricidad
Bombilla	Cambiar bombilla	Bombilla	1 persona	-	Cortar la electricidad
Interruptor	Cambiar Interruptor	Interruptor	1 persona	-	Cortar la electricidad

Tras la reunión con Jam Bugum, Adama Faye ha sido el elegido, ya que ha sido ayudante durante todo el proyecto y se cree que está formado para desempeñar esta función. En caso de que Adame no esté disponible, se ha elegido a Matar Diouf porque fue el ayudante de Bayat durante la instalación de los módulos fotovoltaicos en Ndokh.

Para adaptarse a las costumbres de la población, se propone que las familias ofrezcan al trabajador comer gratuitamente como en otros trabajos que se realizan en el campo. En este caso, la ONG aporta el material necesario para el mantenimiento.

Por último, habrá mantenimiento correctivo que no pueda ser solucionado por el responsable, ya sea por falta de material o de conocimientos. En ese caso, Babacar Bayat (+221 779309770), instalador eléctrico que vive en el pueblo de al lado (Ngangarlam), se ha comprometido a bajar el precio de sus servicios a las familias que le precisen.

Material necesario

Como muestra de interés, CCONG Ayuda al Desarrollo se ha encargado de conseguir el material necesario para el mantenimiento. La lista de materiales es la siguiente:

- 1. Escalera de 3-4 m (3.400 CFA)
- 2. Destornilladores: uno de estrella y otro plano
- 3. Bombilla de prueba (1.500 CFA)
- 4. Esponja y objeto limpiacristales para el módulo fotovoltaico
- 5. Cinta aislante

En el caso de la escalera, se decidió fabricarla manualmente a partir de madera porque las de aluminio tenían un precio desorbitado. Además, para conservar la escalera en buen estado, se ha decido que el uso sea exclusivamente para el mantenimiento de placas fotovoltaicas y, de forma ocasional, para pequeños trabajos, con la condición de que la escalera todos los días sea guardada en el almacén de Jam Bugum.

El presupuesto total del proyecto ha sido: 4.900 CFA = 7,5 €







Fase 3: Mantenimiento correctivo y difusión

Por último, se ha ido casa por casa, junto a Adama Faye y ocasionalmente junto a Matar Diouf, realizando el mantenimiento mensual o bimensual. También, se ha explicado a cada familia cuáles deben ser sus funciones y tareas, y cómo va a funcionar el sistema de mantenimiento.

Tareas pendientes y propuestas

Tras finalizar el proyecto han quedado algunas tareas pendientes que se deben resolver lo antes posible.

Designar 2 nuevos responsables

Por un lado, Adama Faye ha recibido una buena oferta como profesor en el norte del país y, por tanto, no podrá realizar las funciones de mantenimiento asignadas. Por otro lado, Matar Diouf ha rechazo ser el responsable, a pesar de que la asociación Jam Bugum le ha elegido. Por tanto, se debe buscar a 2 nuevos candidatos.

Se cree que Marcel o Dic Ndeg pueden ser 2 buenos responsables porque, habitualmente, son los encargados de arreglar los aparatos eléctricos o electrónicos del pueblo. Su principal problema es que por temporadas viven en Dakar para ganar dinero.

Por ello, y debido a la envergadura de los aspirantes, se puede dividir el trabajo en 2 partes: una parte será el mantenimiento de las placas fotovoltaicas, que puede ser realizado por una persona joven tras recibir las pautas de Adama Faye (en caso de no estar disponible, se puede contactar con Javier Martinez) y otra parte será el mantenimiento correctivo, que lo pueden realizar los hermanos Ndeg.

No obstante, esta es una decisión en la que tiene que tomar la asociación, por lo que simplemente son propuestas.

Crear un almacén de recambios

Debido a la falta de grandes ingresos en las familias más necesitadas, éstas deciden no comprar nuevos materiales tras pequeñas averías como rotura de bombillas o interruptores, lo que provoca que tras varios meses o años, la instalación quede inutilizada. Las familias alegan que no tienen dinero para arreglar las averías.

Con el fin de ayudar a las familias, se propone realizar una compra global en ciudades como Mbour o Dakar donde los componentes son más baratos y donde se pueden negociar los precios en caso de hacer grandes pedidos. De esta forma, se puede disminuir el precio de los componentes e incluso aumentar la calidad, ya que en la ciudad hay más variedad. Babacar Bayat está disputo a poner en contacto a la asociación con sus proveedores.

En caso de que funcione, se puede llegar a crear un pequeño almacén de recambios con consumibles habituales: bombillas e interruptores.

Mejorar la seguridad

Un material que no se ha proporcionado y que es muy interesante cuando se trabaja con la electricidad es los guantes aislantes. Es una medida más para evitar los accidentes.

Apostar por la electricidad sostenible

A pesar de que la luz de las bombillas ha mejorado enormemente la vida de Ndokh, se siguen utilizando linternas para muchas actividades nocturnas que se llevan a cabo fuera de las habitaciones como cenar o separar el cacahuete. Esto se debe a que en los espacios abiertos la luz se difumina y es necesario concentrar la luz para determinadas tareas.

Por esta razón, se cree que otro gran paso en el desarrollo de la energía es que el pueblo utilice linternas recargables, de tal forma que durante el día las linternas se cargan y durante la noche se utilizan las bombillas y las linternas sin necesidad de pilas.

Hay familias que ya cuentan con linternas recargables, el problema es que solo unas pocas tienen inversor para cargarlas. Por tanto, se cree que puede ser interesante la idea de suministrar estos aparatos a la población.

Sin embargo, se debería estudiar bien su implantación porque es prioritario que las familias arreglen las averías de sus instalaciones fotovoltaicas, si no quedarán inutilizables.

Anexo: Tabla de precios de los componentes

Después de realizar todo el proyecto, se ha podido conseguir información acerca de los precios de diferentes componentes. Los que tienen un color verde son aquellos de 1ª mano que se tiene completa certeza del precio. Los que tienen un color naranja son aquellos que puede que sean de 2ª mano y donde el precio no es tan seguro.

Material	Matériel	Prix (CFA)	Precio (€)
Batería solar 72 Ah	Batterie solaire 72 Ah	60.000	91,32
Batería solar 9 Ah	Batterie solaire 9 Ah	10.000	15,22
Inversor 500 W	Onduleur 500 W	15.000	22,83
Adaptador para cargar	Adaptateur pour charger	1.000	1,52
Bombillas solares 1,5 W led Ar	W led Ampoule solaire 1,5 W led	1.000	1,52
Bollibilias solates 1,5 W lea		1.500	2,28
Soporte bombilla	Soutien ampoule	600	0,91
Interruptor C	Commutateur	500	0,76
	Commutateur	1.000	1,52
Escalera de aluminio 3-4 m	Echelle aluminium 3-4 m	45.000	68,49