



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-LEÓN



*“A la libertad por la universidad”*

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y  
EMPRESARIALES

TÍTULO A OPTAR:  
LICENCIATURA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

TEMA MONOGRÁFICO:

*Viabilidad de la implementación de proyectos de energía alternativa (energía solar) e importación de equipos para la transformación de energía solar para el sector agropecuario en occidente de Nicaragua.*

**AUTORES:**

- Oscar Emilio Aguilar Espinales
- Marvin de los Santos Granera Sandoval
- Oscar Danilo Gutiérrez Romero

**TUTOR:**

- Lic. Roberto Berríos

León, 05 de Junio de 2006



## **INDICE**

I. Introducción.....	7
II. Antecedentes.....	10
III. Justificación.....	14
IV. Formulación del problema.....	17
V. Objetivos.....	19
VI. Marco Teórico .....	21
VII. Hipótesis.....	41
VIII. Diseño Metodológico.....	43
IX. Análisis de los Resultados.....	49
X. Discusión de Resultados.....	55
XI. Conclusiones.....	66
XII. Recomendaciones.....	69
XIII. Bibliografía.....	73
XIV. Anexos.....	75



## **DEDICATORIA**

A la memoria de mi abuelita, Adilia Sandoval, a mis padres Gonzalo Granera y Mariana Sandoval, a mis tías Yolanda y María Esperanza Sandoval, a mis primas(os) Zayda, Álvaro, y Jairo Zelaya a mis Hermanitas(os) Maribel, Donel, Sonia, Donald, Silvio y Luís Granera Sandoval y a toda mi familia.

Por su amor, Comprensión, tolerancia, confianza y apoyo.

Con mucho amor.

**MARVIN DE LOS SANTOS GRANERA SANDOVAL**



## **DEDICATORIA**

A mi madre: Juana Francisca Espinales, por su guía y ejemplo maravilloso. A mis Hermanos: Aracelly Carolina, Neythel Francisco, y Yuvelka, por su comprensión y su apoyo. También a mi sobrina que la quiero como una hija, Shiara Carolina.

**OSCAR EMILIO AGUILAR ESPINALES**



## **DEDICATORIA**

A la memoria y a los bonitos recuerdos que me dejó una persona muy especial, que a mí corta edad fue mi fuente de inspiración para crecer como persona y ahora como profesional.

Mi padre Oscar Manuel Gutiérrez Anduray QEPD.  
A la mujer que me dio la vida que es todo para mí, mi madre Ileana Patricia Romero Ríos.

A mis hermanos Juan Manuel, Isis Ofelia, Ángel Ariel.

A mis abuelitos, a mis tías maternas y paternas, que me han brindado su apoyo incondicional.

Y a toda mi familia en general que de alguna manera cada uno forman parte de mis logros.

**OSCAR DANILO GUTIERREZ ROMERO**



## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a nuestro Padre Celestial, Jehová Dios, por darnos la vida y la fortaleza para concluir con éxito nuestros estudios e investigaciones. También agradecemos a nuestros familiares quienes nos han motivado a seguir siempre adelante y a lograr éxito en lo que nos proponemos.

Por otro lado, expresamos agradecimiento a nuestro Tutor, Licenciado Roberto Berríos por la valiosa ayuda que nos brindó en el desarrollo de esta investigación para que fuera posible la finalización de nuestro trabajo monográfico. Aprovechamos la ocasión para agradecer la Empresa Nicaragüense Alemana, S.A. (ENICALSA) y a los productores de la comarca La Ceiba por facilitar la obtención de información necesaria para llevar a cabo la investigación.



## **I.- INTRODUCCIÓN**



Nicaragua es uno de los países de Centroamérica que tiene una alta disponibilidad de radiaciones solares. Durante un año en Nicaragua, el sol emite en superficie horizontal un promedio de 1742 Kwh. de energía. Esto permite que el occidente de Nicaragua comprendida por las ciudades de León y Chinandega, tenga una gran ventaja natural, que sirve como fortaleza para la generación de la energía eléctrica.

La tecnología moderna hace posible la utilización de la energía solar en un grado de conversión muy superior en comparación con la fotosíntesis. A diferencias de las energías convencionales la solar puede cubrir las necesidades de energía de gran parte del mundo por un tiempo ilimitado y es suficiente la energía solar producida sobre el 1.5 % de la superficie terrestre empleado con un factor de conversión del 10%.

En vista que el incremento en los precios del petróleo no es un problema transitorio, se hace necesario implementar proyectos de energía alternativas que ayuden al occidente de Nicaragua a superar la crisis del petróleo para el futuro.

Ante los altos costos de operación que tiene el sector agropecuario del occidente de Nicaragua se realizó un estudio de viabilidad de la aplicación de proyectos de energía alternativa e importación de paneles solares como una fuente de energía limpia, ecológica y económica.



Este trabajo ha sido efectuado gracias a la empresa ENICALSA, CLINICA MOVIL, La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León a través del tutor y los autores de la presente tesis.



## **II.- ANTECEDENTES**



El primer sistema fotovoltaico en la tierra fue (y aún lo es) la fotosíntesis.

Es gracias al sistema “fotovoltaico”, fotosíntesis que tiene su origen en la biomasa, o sea la transformación de la materia orgánica en los combustibles fósiles como el petróleo, el gas natural y carbón, fuentes energéticas agotables que la sociedad moderna está consumiendo a un ritmo acelerado.

En el año 1954, en los EE.UU se llega a desarrollar el proceso de preparación de monocristales de silicio, el material de base para fotoceldas, y en el año 1960 se construye la primera celda de silicio de contacto metálico, fundamentalmente muy similar a la que se encuentra actualmente.

En los años ochenta se construye las primeras instalaciones de media o gran potencia y las primeras centrales eléctricas fotovoltaicas, con potencia de 1 hasta 10 megavatios.

En los últimos años las pequeñas fotoceldas han aparecido integrada sobre objetos de consumo como calculadoras, relojes, juguetes, etc.

En 1994 se inició un proyecto llamado FUNPROTECA, un organismo no gubernamental que introdujo al occidente de Nicaragua esta tecnología, como una tecnología limpia y ecológica, pretendiendo entre otras cosas darla a conocer



y lograr el compromiso de los gobiernos locales para hacer uso de la energía limpia en esta región.

La tecnología ahora está por llegar a un nivel que permitirá la delusión en escala siempre más amplia de instalaciones fotovoltaica de pequeña, media y gran potencia. Este proceso es debido al mejoramiento tecnológico de los sistemas.

Como una iniciativa prepositiva antes los altos índices de miseria en el país, el proyecto FENIX inició a mediado de 1996 con la primera fabricación de paneles generadores de energía. La representante de (fuentes alternas) Susan Kinne, empezó con un grupo de estudiantes de tercer año de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) a construir monitores de laboratorios, siendo las únicas en fabricar paneles de fotovoltaaje en toda Centroamérica, con el objetivo de crear empleo y proteger el medio ambiente.

El proyecto buscó como proporcionar alternativas a las poblaciones rurales de escasos recursos donde la compañía de generadora de energía eléctrica no presta su servicio.

La Clínica Móvil Rural en conjunto con la embajada de Alemania ha promovido el uso de estos equipos en el departamento de León y ha instalado sistemas de paneles solares en comunidades rurales, lo que ha suplido las necesidades energéticas que antes no existían en estas comunidades.

Los técnicos de la Empresa Nicaragüense Alemana S.A. (ENICALSA) promotora del uso de la energía solar en León instalaron cada uno de los sistemas en



compañía de los beneficiados. ENICALSA a través del Gerente General (Benito Rodríguez,) reveló que la energía solar ha tenido una buena acogida en León, ya que han instalado varios sistemas en empresas industriales y pequeños negocios agrícolas en el campo. Estos equipos han generado la electricidad para bombas de riego y sistemas de purificación de agua que ha disminuido el costo de operación y producción.



### **III.- JUSTIFICACIÓN**

La economía mundial depende en gran medida del petróleo como fuente de energía para el funcionamiento de fábricas, aviones, vehículos y abastecimiento de energía a los hogares.



Ante la gran demanda, se escucha una curiosa predicción “La era del petróleo se acabará antes que el fluido se agote” .Esta noción surge del hecho que todos los países del mundo siguen dependiendo mayormente del petróleo como fuente de energía.

Ante esto, los científicos han realizado grandes adelantos tecnológicos en las últimas décadas para ofrecer alternativas que permitan diversificar las fuentes de energía y reducir los altos costos por consumo de petróleo, ayudando a las economías a depender menos del petróleo y alejarse del dominio que tienen los países productores sobre las políticas de los países consumidores.

De aquí la necesidad en Nicaragua de obtener nuevas tecnologías para diversificar las fuentes de energía y aprovechamiento de los recursos naturales que posee. Es por eso que dirigimos todos los esfuerzos para aprovechar el potencial del occidente del país en la aplicación de sistemas solares que faciliten la reducción de costos y el desarrollo del sector agropecuario.

Ahora los agricultores están recurriendo al sistema de energía solar, ya que la distribuidora de energía eléctrica en Nicaragua UNIÓN FENOSA ha incrementado los costos de distribución y no muestra interés por brindar incentivos.

Con este trabajo se pretende establecer una alternativa a la aplicación e instalación de sistemas fotovoltaicos en Nicaragua y sobre todo en el occidente del país y aportar un granito de arena al desarrollo y el establecimiento de una nueva cultura energética.





## **IV.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El elevado precio de la energía a base de petróleo, que ocasiona altos costos de producción en todos los sectores de la economía nacional, tiene un impacto significativo en el sector agropecuario, por las condiciones de nuestro país predominantemente agropecuario, esta situación genera incapacidad para ser competitivo en los mercados que exigen productos de alta calidad y precios ventajosos, agudizando la necesidad de buscar alternativas energéticas más



sostenibles que reduzcan los costos y incentiven la innovación de productos competitivos y se pueda aprovechar las oportunidades que surgirán con la puesta en marcha del TLC entre Centro América, República Dominicana y Estados Unidos.

¿No se conoce, la importancia del uso de alternativas energéticas (energía solar) y la gestión en el manejo de equipos para la transformación de energía solar en energía eléctrica en el sector agropecuario de occidente?



## **V.- OBJETIVOS**

### **V.1- OBJETIVO GENERAL**

Identificar las ventajas y beneficios de la implementación de proyectos de energía alternativa (energía solar); y la gestión en el manejo de equipos de transformación de energía solar en energía eléctrica, por medio del efecto fotovoltaico, para el



desarrollo del sector agropecuario en el occidente de Nicaragua, en el período de Febrero a Junio del 2006.

## **V.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Explicar las ventajas de la implementación de (equipos para la transformación de energía solar en energía eléctrica) paneles solares en la producción agropecuaria de la zona occidental de Nicaragua.
- Identificar los beneficios sociales y ambientales del uso de equipos de paneles solares como un aporte que permita mejorar las condiciones al sector agropecuario.
- Conocer el procedimiento de la importación, instalación y mantenimiento de sistemas de energía a base de paneles solares (sistemas fotovoltaicos).



## **IV.- MARCO TEÓRICO**

### **A. Energía Solar**

#### **1. El Sol**

El Sol ha marcado la vida de los pueblos a lo largo de generaciones. Ya desde siempre los indígenas han adorado al Sol, venerándolo incluso como un Dios por



su poder, más allá del energético como es el caso de los Aztecas. De ahí que en ciudades construidas antes de la colonización española como el caso de Sutiava, tengan la distribución de sus calles de este a oeste.

El Sol es una masa de materia gaseosa caliente que irradia a una temperatura efectiva de unos 6000 °C y se encuentra a una distancia de 149, 490,000 Kilómetros de la tierra. El principal integrante del sistema solar puede satisfacer muchas de nuestras necesidades si aprendemos a utilizar racionalmente su energía. Es la principal fuente de energía en nuestro planeta. Es la madre de casi todas las energías renovables del planeta, a excepción de la geotérmica, ya sea directa o indirectamente.

La fuente energética solar es gratuita y representa en la escala humana de tiempos una fuente energética del todo renovable, inagotable y permanente. Lo que es una ventaja enorme frente a la agotabilidad calculada en el corto plazo del carbón, del petróleo y sus derivados.

El impacto ambiental de utilizar el Sol es altamente positivo, el Sol es una energía limpia, con emisiones nulas que como sustituto de los combustibles tradicionales, elimina todas las secuelas de sus impactos ambientales. No hay emisión de CO<sub>2</sub>, no se produce deterioro de cuencas, no hay lluvia ácida, no hay pérdidas de la biodiversidad, etc. No produce ninguna forma de contaminación.

El Sol por su libre disponibilidad, no está bajo control político o comercial. Por lo tanto, en los lugares que alumbra, corresponde a una fuente democrática de libre



acceso. A diferencia del petróleo, el carbón o el gas de cuya propiedad la mayoría de los países no dispone, el Sol está disponible en la mayor parte de los territorios del planeta, como es el caso de Nicaragua.

## **2. La radiación solar**

La luz que proviene del Sol está compuesta por ondas muy pequeñas. No toda la radiación que llega del Sol es capaz de atravesar la atmósfera, debido a la reflexión que provocan las nubes y a la absorción por parte de algunas moléculas del aire, como el Ozono.

Al chocar la luz con las moléculas de aire cambia bruscamente de dirección dejando el haz del rayo al que pertenecía.

La radiación global que llega a un objeto que se encuentra en la superficie terrestre tiene tres componentes:

- La radiación directa que llega del Sol. Ésta es la que habitualmente se puede aprovechar en los sistemas fotovoltaicos.
- La radiación difusa, que proviene del cielo que es dispersada por las nubes y la propia atmósfera. Hace que aunque un cuerpo no esté directamente expuesto al sol, recibe siempre cierta cantidad de energía.



- La radiación de albedo, que procede de la reflexión del suelo depende del tipo de suelo y es mayor cuanto más claro sea el color del mismo.

La radiación solar recibida en una superficie viene dada por la suma de estos tres componentes sobre ella, que es lo que se denomina radiación global. Si la superficie está dispuesta horizontalmente sobre el suelo, la radiación global consta únicamente de componentes directa y difusa, y recibe el nombre de radiación hemisférica.

La Tierra es una pequeña esfera en comparación al Sol, del cual se encuentra a una distancia de ciento cuarenta y nueve millones de kilómetros. Esto hace que se pueda considerar que los rayos solares lleguen todos paralelos entre sí hasta la Tierra.

### **3. Irradiaciones sobre superficies**

La radiación que llega a un determinado lugar depende de muchos factores:

Las condiciones ambientales en el mundo, el clima, la geografía, la época del año. El término radiación se utiliza generalmente en sentido genérico. La energía incidente sobre una superficie por unidad de tiempo y de área se denomina irradiancia, y se mide normalmente por vatios en metros cuadrados ( $W/m^2$ ).



La energía incidente sobre esta misma superficie por unidad de área, durante un determinado período de tiempo, se denomina irradiación  $E$  (Irradiación horaria, irradiación diaria) se obtiene del anterior por integración respecto del tiempo, y se mide en  $\text{Wh/m}^2$ . Cuando la superficie es perpendicular a los rayos, la irradiación es máxima y disminuye cuando los rayos caen inclinados. Por eso al medio día pica más el sol que en la mañana o en la tarde.

Así pues, la irradiancia es la potencia instantánea de la radiación, mientras que la irradiación es la energía recibida en un determinado período de tiempo, ambas por unidad de área de la superficie receptora. No obstante puesto que la radiación solar no manifiesta por lo general cambios bruscos en su magnitud, en algunos textos se toma irradiación por irradiancia, en periodos cortos (máximo 1 hora).

## **4. Principios básicos de la electricidad fotovoltaica**

### **4.1 Energía fotovoltaica**

La palabra Fotovoltaica significa producir un voltaje debido a los fotones (partículas de luz), tales como los fotones del sol. Los electrones son excitados por las partículas de luz (fotones) y encuentran en el circuito eléctrico que se le



conecte al camino más fácil por donde circular. De esta manera vemos que nuestra fuente de "presión" son los fotones de la luz. Así, las celdas fotovoltaicas o celdas solares toman éstos electrones excitados por la luz y los dirige a través de un camino. Éste flujo de electrones, es el que habíamos definido anteriormente como electricidad.

Para ilustrar los electrones y conexiones de un sistema fotovoltaico **ver anexo Fig.1** \*Diagrama de un sistema fotovoltaico\_

\*Manual de instalación de bombas solares con paneles Suni solar S.A

## 4.2 Características de los elementos que forman un sistema fotovoltaico

### 4.2.1 Paneles solares

Los módulos fotovoltaicos o paneles solares están formados por celdas fotovoltaicas, el panel solar convierte la luz del sol en electricidad. La potencia de salida de un módulo fotovoltaico o panel solar es aproximadamente proporcional a la intensidad de la luz que éste capta. A una intensidad de luz determinada, el



voltaje y la potencia de salida de un panel solar se obtienen por la medición de la carga con ayuda de un voltímetro.

Un fenómeno muy importante a mencionar es la sombra. Los paneles solares son muy sensitivos a la sombra, la leve sombra de un árbol por ejemplo hará que la corriente decaiga rápidamente, el voltaje también decaerá pero no tanto como la corriente.

Cuando una celda fotovoltaica o una porción de la misma son cubiertas por cualquier sombra, esta celda es una carga para el panel solar, consumiendo así energía en vez de producirla.

#### 4.2.2 Baterías.

De todos los componentes que forman un sistema eléctrico solar, las baterías son el centro de todo el sistema (si se está utilizando), es por eso que se le llama el corazón del sistema. Las baterías son el medio donde se almacena la energía eléctrica producida por los paneles solares.

Entre las baterías más usadas para el almacenamiento de energía están las de plomo ácido, por ejemplo; presentan un bajo costo y son confiables (para ése uso



particular). También se han diseñado baterías de plomo ácido para vehículos que funcionan solamente con electricidad como es el caso de los vehículos eléctricos usados en los campos de golf, las baterías de uso ininterrumpido para repetidoras en el área de telecomunicaciones o en sistemas de comunicación.

El tamaño o capacidad de almacenamiento de energía de una batería es expresada en amperios hora (A-H) y nos indica la cantidad total de electricidad que se puede obtener de una batería cargada completamente. Por ejemplo una batería de automóvil con una capacidad de almacenamiento de 100 A-H puede teóricamente entregar 1 Amperio en 100 horas ó 100 Amperios durante 1 hora. En la práctica entre más lenta sea la descarga mayor será la capacidad de la batería, esto significa que si 5 Amperios se utilizan en 20 horas ( $5 \text{ A} \times 20 \text{ h} = 100 \text{ A-H}$ ), la batería será totalmente descargada durante ese período de tiempo.

La capacidad de almacenamiento de las baterías se ve afectada por factores como temperatura y estado de carga, así el voltaje de salida de cada celda que compone la batería de plomo ácido depende de esos factores. El voltaje total de una batería es la suma de los voltajes individuales de cada celda que compone dicha batería, de tal manera que una batería de 3 celdas de 2 voltios se le llama batería de 6 voltios, mientras que una batería de 6 celdas de 2 voltios se le llama batería de 12 voltios.

**Baterías Níquel-Cadmio:** Las principales ventajas de las baterías de níquel-cadmio son su larga vida útil y el poco mantenimiento que requieren. En cambio la principal desventaja es el alto costo que presentan. Estas baterías se venden en



dos tipos: selladas y con ventilación. La batería de níquel-cadmio sellada contiene una válvula especial para prevenir cualquier explosión a causa de calentamiento o sobrecarga que pueda ocurrir en las celdas de la batería.

El voltaje de salida de una batería de níquel-cadmio es de 1.2 voltios por celda y presenta la singular característica que dicho voltaje varía muy poco con el uso, hasta que la batería esté casi completamente descargada, punto en el cual el voltaje sí decrece casi totalmente. El tipo de batería recomendada para un sistema fotovoltaico son las llamadas de ciclo profundo. En primer lugar, el ciclo de una batería ocurre cuando ésta es descargada completamente y luego se vuelve a cargar a su nivel inicial. Por otro lado, cuan profundo, una batería es descargada se le denomina como profundidad de descarga.

Las baterías de ciclo profundo están construidas con placas más gruesas que las baterías de uso común para vehículos, de tal manera que se prefieren para uso en sistemas fotovoltaicos debido a esa característica que le provee una mayor vida.

En las recomendaciones para mantener en óptimo estado las baterías se requiere mantener el nivel de electrolito adecuado; utilizando agua destilada para esto. El Agua destilada es el único elemento utilizado en el mantenimiento de las baterías. Nunca se le debe agregar el ácido y tampoco se le debe sobrellenar de agua, no echarle agua cuando la batería esté descargada. Por último se debe hacer énfasis en que las baterías deben tener buena ventilación, no estar encerradas, puesto que producen hidrógeno, un gas altamente explosivo y también se debe evitar cualquier chispa o fuego cerca de ellas.



#### 4.2.3 Inversores (Transformadores de DC a AC).

Los inversores son usados para convertir de corriente directa (DC) a corriente alterna (AC) para aparatos que trabajan con 110 / 220 V (AC) u otro nivel de voltaje.

La capacidad de un inversor va conforme a la necesidad de transformación que se requiere, esto son los Watt de salida continua que se necesitan para el funcionamiento de los aparatos eléctricos, Watts proporcionados por las baterías. Así el tipo de inversor se selecciona suponiendo que todos los aparatos eléctricos están encendidos a la misma vez.

#### 4.2.4 Protección contra sobre corrientes (fusibles).

Las baterías tienen el potencial para descargar altas cantidades de energía en muy cortos períodos de tiempo, de forma que pueden dañar definitivamente los cables conductores. Es por eso que se necesita algún tipo de protección contra exceso de corriente, no tanto por los paneles solares, pero si para proteger las baterías y los alambres conductores a como lo habíamos mencionado anteriormente.



Los paneles solares están limitados en cuanto a la corriente que ellos pueden entregar (son fuentes de corriente con capacidad de amperios ya definidos). Los dispositivos utilizados para proteger las baterías y los alambres conductores contra alta corrientes, son fusibles, en su forma más simples o se pueden utilizar breakers, de tal manera que si la corriente excede los límites ya establecidos el circuito se abrirá y no ocurrirá ningún daño. En sistemas fotovoltaicos típicos se usa tanto energía AC como energía DC, en donde es más usual encontrar en el comercio dispositivos para protección contra sobre corrientes de AC, los cuales son indicados para acoplar a la salida del inversor.

Por último lo más primordial y de importancia en nuestro sistema fotovoltaico es colocar un fusible que limite la corriente, el cual desconecte la batería totalmente a cualquier cortocircuito que ocurra.

#### 4.2.5 Monitores.

Los monitores son dispositivos utilizados para poder medir la energía que está siendo entregada a nuestra batería, a través de lecturas de voltajes y corrientes. Los monitores pueden dividirse en dos tipos: instantáneos y acumulativos. Los monitores instantáneos muestran los niveles de voltaje y corriente que se presentan en cualquier momento. Los monitores acumulativos retienen información y nos muestran los amperios - horas o watt - hora de energía que han sido generados durante un período de tiempo, ya sea un día, dos días, tres días, etc.



## **5. Subsistema de generación**

### ***Módulos fotovoltaicos***

Es el elemento de la instalación encargado de transformar la energía del sol en electricidad de forma directa.

Un módulo fotovoltaico está formado por un conjunto de celdas solares o pequeños generadores fotovoltaicos conectados en serie, encapsulados con vidrio reforzado y varias capas de material plástico en conjunto se refuerza con perfiles metálicos de aluminio formando un marco exterior que dará firmeza y funcionalidad en la colocación. En la parte posterior del módulo se ubica la caja de conexión con los materiales, positiva y negativa.

### ***Componentes que forman el módulo fotovoltaico***

#### *Cubierta Exterior:*

Tienen una función eminentemente protectora, ya que es la que sufre la acción de los agentes atmosféricos. Se utiliza el vidrio temperado ya que presenta una buena protección contra los impactos a la vez que tienen una excelente transmisión a la radiación del espectro solar.



### *Capas encapsulantes*

Son las encargadas de proteger las células solares y sus contactos. Los materiales utilizados (etilo-vinilo-acetileno o EVA) que proporcionan una excelente transmisión a la radiación solar así como una nula degradación frente a las radiaciones ultravioletas. También confieren cierta elasticidad al conjunto de celdas frente a las posibles vibraciones exteriores en el uso del panel.

### *Protección posterior:*

Su misión consiste, fundamentalmente, en proteger contra los agentes atmosféricos, ejerciendo una barrera infranqueable contra la humedad.

Normalmente, se utilizan materiales acrílicos, TEDLAT o EVA. A menudo son de color blanco, ya que esto favorece el rendimiento del panel debido al reflejo que produce en la celda.

### *Marco soporte:*

Es la parte que presenta robustez mecánica al conjunto y permite su inserción en estructura que agrupara a módulos. El marco, normalmente, es de aluminio anodizado y va provisto de los agujeros necesarios para su implante a un bastidor (estructura) evitando tener que ser manipulados posteriormente.



Algunos módulos traen acoplado un material de tierra la cual deberá ser utilizada especialmente si el número de unidades a instalar es grande otros simplemente tienen un agujero con indicación donde se deben instalar la protección a tierra.

El conexionado de módulos fotovoltaicos siguen, evidentemente las reglas básicas de la electricidad. Se pueden conectar módulos fotovoltaicos en serie, paralelos y combinaciones de las anteriores con tal de conseguir sumar la potencia de los módulos conectados a la vez adaptar el funcionamiento al voltaje del circuito de carga de batería.

## **6. Subsistema de regulación**

Prestaciones más habituales de los reguladores de carga fotovoltaicas.

*Protección contra sobrecarga del acumulador (corte por alta):*

Esta es la función básica del regulador ya que de esta manera se evita el calentamiento de la batería, la pérdida de agua del electrolito y la oxidación de las placas.

*Alarma por batería baja:*



Consiste en indicadores sonoros y/o luminosos que indican que el acumulador está bastante descargado. A partir de ese momento el usuario tiene la posibilidad de moderar su consumo evitando una descarga excesiva del acumulador muy perjudicial.

*Desconexión por batería baja (corte por baja):*

Esta función hace que el regulador corte el suministro de corriente eléctrica hacia los consumos si el nivel de carga del acumulador es demasiado bajo y por lo tanto corre el peligro de una descarga profunda, hecho que originaría problema de sulfatación.

*Protección contra cortocircuito:*

Esta función permite, mediante un fusible, proteger el propio regulador así como la salida del acumulador de sufrir intensidades elevadas en caso de cortocircuito en algunos de los circuitos de consumo de la instalación.

## **B. APLICACIONES DE EQUIPOS DE PANELES SOLARES.**

**Importancia de equipos fotovoltaicos en el sistema de riego**



La introducción de nuevas tecnologías propuestas requiere de recursos adicionales, los cuales nos permitirán poder echar a andar un sistema productivo que nos ayudará a sembrar y cosechar tanto en invierno como en verano.

De esta forma para el productor las sequías no serán más un obstáculo para producir, es más les permitirá disponer de recursos económicos para invertir en mejoras a la producción de sus parcelas ya que los precios de los productos aumentan en esta época.

De aquí podemos deducir que la principal fuente de agua de las zonas rurales son las aguas subterráneas y manantiales o quebradas y es aquí donde surge la importancia del bombeo solar para la agricultura ya que eleva el nivel de vida de estas áreas del país, en dos sentidos: servicio energético y de agua, y sobre todo elevar los niveles de producción el cual es su objetivo principal.

Es importante resaltar la utilización de aguas subterráneas para el riego ya que éstas son de hecho la principal fuente de abastecimiento, siendo el bombeo vital para la tecnificación del riego en esas zonas.

La importancia de estos proyectos radica justamente en la introducción de dos necesidades básicas como son el proporcionar energía y agua a zonas donde estos suministros no están al alcance de la población debido a su ubicación y situación económica, por lo cual uno de los objetivos primordiales es elevar el nivel de vida de estas zonas tanto en la producción como a nivel doméstico.



Las economías familiares rurales tendrán acceso a un amplio mercado de demanda de productos agrícolas, cuya oferta, siendo bien dirigida, les permitirá ofrecer un buen precio generándoles ingresos moderadamente estables en todo el año. Las sequías ya no afectarán la producción debido al acceso a unidades de riego.

### **C. PROCEDIMIENTO DE IMPORTACIÓN PANELES SOLARES**

- 1- Pedir proforma al proveedor conforme el pedido.
- 2- Enviar al proveedor el pedido de la cantidad requerida.
- 3- Dar a conocer los costos del envío a los clientes.
- 4- Acordar con el proveedor, la empresa de envío responsable de traer la mercancía.



5- Confirmar el día de salida de la mercancía solicitada, del país de origen al país de destino y el día previsto a llegar.

6- Hacer contacto con su agente aduanero para informarle todo acerca de la mercancía.

7- El agente aduanero compara la exactitud de la mercancía en la empresa aduanera con la solicitada al proveedor.

8- La mercadería es llevada al importador directo.

## **D. PROCEDIMIENTOS DE INSTALACIÓN**

### **Instalación**

Montaje del sistema fotovoltaico

a) Estudio y planificación previa del proceso

- ◆ Diseño
- ◆ Planificación
- ◆ Realización



b) Estructura soporte

- ◆ Actuar de armazón para proporcionar rigidez.
- ◆ Asegurar la correcta inclinación y orientación de los paneles.
- ◆ Servir de elemento intermedio para la unión de los paneles y el suelo o elemento construido (tejado, pared, etc.) que debe soportar el peso, y las fuerzas transmitida por dichos paneles.



## **V.- HIPÓTESIS**



“La introducción del sistema fotovoltaico al proceso productivo genera beneficios, los cuales a su vez producen una ventaja competitiva”.



## **VI.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

**TIPO DE ESTUDIO:**



El estudio fue de tipo descriptivo, de corte trasversal con técnicas cualitativas, por medio de la investigación-acción que nos permitió determinar la viabilidad de la implementación de los sistemas de energía alternativa e importación de equipos para la transformación de la energía solar en energía eléctrica en el sector agropecuario del occidente de Nicaragua.

### **VARIABLES:**

Las variables que se utilizaron en el estudio son las siguientes:

- ◆ Actividades operativas
- ◆ Tiempo de uso
- ◆ Costo de adquisición
- ◆ Extensión de producción
- ◆ Horarios de uso
- ◆ Rendimiento
- ◆ Beneficios
- ◆ Ventajas
- ◆ Tipo de apoyo
- ◆ Mejoras
- ◆ Procedimientos de importación
- ◆ Procedimientos de instalación
- ◆ Procedimientos de mantenimiento

### **UNIVERSO:**



Todas las personas jurídicas y naturales que trabajan con sistemas fotovoltaicos en el occidente de Nicaragua.

**POBLACIÓN:**

La empresa ENICALSA, proveedora de los servicios de sistemas fotovoltaicos en León y productores que poseen sistemas fotovoltaicos en el municipio de León.

**MUESTRA:**

Tres (3) cooperativas que hacen uso del sistema fotovoltaico estático y móvil, y la empresa ENICALSA distribuidor exclusivo para Nicaragua de equipos de energía renovable ubicados en el municipio de León.

**MUESTREO:**

**Unidad de muestra** empresa ENICALSA y cooperativas del municipio de León.

**Marco muestral** registro de 12 cooperativas suministradas por ENICALSA.

**Elementos** ENICALSA y cooperativas.

**Diseño** no probabilística por cuota.

**Criterios de inclusión**

-Ser productor en cooperativa que posea sistemas fotovoltaicos estáticos.



- Ser productor en cooperativa que posea sistemas fotovoltaicos móviles.
- Productores en cooperativa ubicados en sectores cercanos a la cabecera municipal.
- Productores en cooperativa con factible acceso a sus propiedades.

#### **Criterios de exclusión**

- No ser productor en cooperativa que posea sistemas fotovoltaicos estáticos.
- No ser productor en cooperativa que posea sistemas fotovoltaicos móviles.
- Productores en cooperativa no ubicados en sectores cercanos a la cabecera municipal.
- Productores en cooperativa con acceso no factible.

#### **Tamaño de la muestra (3) contactos**

(2) Contactos con sistemas estáticos (1) contacto con sistemas móviles.

**Extensión** Febrero –Junio 2006

#### **ÁREA DE ESTUDIO:**

Occidente de Nicaragua: municipio de León, comarca La Ceiba.

#### **NATURALEZA DEL DATO:**

**Fuentes secundarias** documentos proporcionados por ENICALSA.



**Fuente primaria** información proporcionada por los responsables de ENICALSA y productores de las cooperativas.

#### **TÈCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:**

Para la recolección de la información se revisó la información secundaria (revistas, Internet, periódicos, libros, etc.) identificando los datos necesarios, luego se procedió a recolectar los datos primarios, a través de la técnica de entrevista personal, aplicada al Gerente de ENICALSA, Ing. José Benito Rodríguez y a los productores de cooperativas que cumplen con los criterios de inclusión.

#### **TÈCNICA DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN:**

Para analizar los datos a través de la entrevista se procedió a plasmar la información literalmente como se proporcionó por el gerente de ENICALSA, ésta información se fusionó con la información obtenida por medio de las encuestas, que se procesaron así:

Como primer paso se estableció la frecuencia de respuesta y su valor porcentual para proceder a la interpretación literal y reforzada con sus respectivos gráficos de barras construidos con el programa Microsoft EXCEL de office 2003.



**OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

VARIABLES	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	VALOR
ACTIVIDADES OPERATIVAS	Acciones del proceso productivo.	Tipo de actividad	Actividad
TIEMPO DE USO	Espacio de uso de los equipos.	Espacio por período	Meses
COSTO DE ADQUISICIÓN	Monto por obtener los equipos en funcionamiento.	Cantidad invertida	Dólares
EXTENSIÓN DE PRODUCCIÓN	Área destinada a la producción de bienes.	Extensión de área en producción	Manzanas
HORARIOS DE USO	Programa de uso de los equipos.	Tiempo por día	Horas
RENDIMIENTO	Proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados.	Contribución	Dólares por mes
BENEFICIO	Bien que se hace o recibe el elemento.	Identificar los beneficios	Enunciados
VENTAJA TIPO DE APOYO	Ganancia anticipada que un elemento concede a otro para compensar la superioridad que el primero tiene o se atribuye en habilidad o destreza.	Descripción de ventajas	Enunciados
	Identificación de financiamiento	Entidad de ayuda	Organización
MEJORAS	Recomendaciones del usuario según su necesidad.	Necesidad por resolver	Enunciados
PROCEDIMIENTOS DE IMPORTACIÓN	Métodos de ejecutar actividades de compra en el exterior.	Describir los procesos de importación.	Actividades
PROCEDIMIENTOS DE INSTALACIÓN	Métodos de ejecutar actividades de armando de equipos.	Describir los procesos de instalación.	Actividades



---

---

PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO	Métodos de ejecutar actividades de cuidado en equipos.	Describir los procesos de mantenimiento.	Actividades
---------------------------------	--	--	-------------

## VII.- ANÁLISIS DE RESULTADOS



1- Las principales actividades que se realizan en el área productiva con ayuda del sistema fotovoltaico son:

- Riego de cultivo
- Aguar ganado(agua para ganado)
- Agua para consumo y uso doméstico.

2- El tiempo de uso del sistema fotovoltaico en la producción por cada cooperativa, dado en meses.

<b>Cooperativa</b>	<b>Meses de uso</b>
1	1
2	6
3	12

(Ver anexos, Gráfico N° 1)



3- El monto de adquisición del sistema fotovoltaico por cooperativas fue:

<b>Cooperativas</b>	<b>Costos de adquisición (\$)</b>
1	15000
2	4500
3	3000

(Ver anexos, Gráfico N° 2)

4- Extensión del área utilizada para producción con ayuda del sistema por cooperativa.

<b>Cooperativa</b>	<b>Área de producción en manzanas</b>
1	1/2mz
2	1/2mz
3	1/2mz

(Ver anexos, Gráfico N° 3)



5- En lo que se refiere al horario de uso del sistema se observa en intervalos de horas y el total de horas de uso por cooperativa.

<b>Cooperativas</b>	<b>Intervalos de horas</b>	<b>Horas de uso</b>
1	7am- 5pm	7
2	10am-4pm	4
3	7am-4pm	6

(Ver anexos, Gráfico N° 4)

6- La utilidad que se obtiene de la producción en la cual se utiliza en sistema fotovoltaico. Los resultados se presentan por cooperativa.

<b>Cooperativas</b>	<b>Utilidad</b>	<b>Período</b>
1	\$500	3 meses
2	\$145	3 meses
3	\$583	3 meses

(Ver anexos, Gráfico N° 5)



7- Los beneficios que genera el uso del sistema fotovoltaico para las cooperativas.

- Genera empleo.
- Cosecha en toda temporada.
- No paga energía.
- No tiene costos adicionales.
- Le ahorra trabajo.
- No utiliza animales para halar agua.
- Permite distribuir las mangueras para hacer llegar el agua al cultivo.
- Facilidad de manejo.
- Reducción de costos

8- Las ventajas que tiene el uso del sistema fotovoltaico para las cooperativas.

-Siembra en período de sequía

-Aprovechamiento del mercado



9- Ningunas de las cooperativas cuentan con el financiamiento de algún organismo. Respuestas por cooperativas

<b>Cooperativa</b>	<b>Recibe apoyo</b>
1	De la embajada Alemana por medio de la gestión de la Clínica Rural.
2	De la Clínica Rural para la gestión de los paneles.
3	De la Clínica Rural (móvil)

10- Para mejorar los sistemas las cooperativas sugirieron lo siguiente;

<b>Cooperativa</b>	<b>Sugerencias</b>
1	Todo esta bien
2	Otro panel para darle mas potencia al sistema.
3	Contar con un sistema giratorio para mayor aprovechamiento de la energía solar.



## **VIII.- DISCUSIÓN DE RESULTADOS**



Los proyectos de energía alternativas impulsados por ENICALSA para el apoyo de los productores agropecuarios de León están basados en la implementación de sistemas de energía solar. El sistema que se instala esta conformado por varios elementos como son: paneles solares, bombas, controladores de carga manual, chip inteligente, estructura de soporte giratorio, que son importada directamente desde Alemania.

El sistema es utilizado por los productores para el bombeo de agua de los pozos, la cual es utilizada para el uso y consumo personal, aguar ganado y riego de los cultivos. El mayor tiempo de uso es de un año, lo que indica que se han experimentado ciclos de producción con ayuda del sistema.

El costo de adquisición del equipo estándar es de \$12,800. Ese valor va a depender de la necesidad del productor, teniendo en cuenta factores como la profundidad del pozo, la cantidad de agua necesaria según el cultivo y la extensión de terreno para la producción.

En lo que se refiere al pozo la profundidad promedio es de 30 mts en caso que sea más profundo se necesitará mayor potencia para bombear agua y se tendría que adquirir más paneles para captar más energía y así tener la potencia necesaria.



El área de producción es de ½ manzana cubierto por mangueras que tienen 6,000 goteros, que producen un promedio de 77 gotas de agua por minuto, esto permite abastecer la cantidad promedio de agua requerida, de 2 litros por planta cada día. Pero lo importante es que la última planta del surco reciba la misma cantidad de agua que las anteriores. Para eso se necesita tener la potencia suficiente que permita impulsar y distribuir el agua a través de toda la manguera.

El sistema fotovoltaico es muy eficiente, tiene capacidad para bombear 10 horas al día pero el promedio es 6 horas, ya que el nivel de agua es de 4.5 metros los cuales el sistema los extrae en 2 horas y el tiempo de recuperación del nivel de agua del pozo es de 1 hora.

Éste sistema fotovoltaico además de eficiente es económico, ésta afirmación surge como resultado de un análisis comparativo a nivel mundial hecho desde 1990, a partir del alza del petróleo, entre el funcionamiento de una bomba convencional (1hp) y una bomba solar (500w) la diferencia más importante radica en los costos, si bien es cierto la inversión inicial de la bomba solar es más alta que la bomba convencional, el costos de mantenimiento de la bomba solar es casi nulo, solo se realiza una revisión una vez al año, un pequeño gasto de transporte ya que la empresa ENICALSA brinda asistencia técnica gratuita, por el contrario la bomba convencional tiene costos muy elevados, dado su funcionamiento, como son costos de operación (gastos de combustible, operador y transporte) costos de mantenimientos (revisión de 3 veces al año donde se aceita, se decarbona el motor, etc.). El trabajo es realizado por un mecánico lo cual representa otro gasto, más el gasto en transporte y repuestos en caso de que sea necesario reemplazar alguna pieza).



A largo plazo los costos que genera el uso de la bomba convencional van a incrementar debido al aumento continuo del precio del combustible provocado por la crisis petrolera.

El uso de la bomba solar es eficiente por la sencilla razón del aprovechamiento del agua, el sistema proporciona el agua necesaria para cada planta, por el contrario con el uso de la bomba convencional, si bien es cierto, saca más rápido el agua, esta se desperdicia un 37%, porcentaje de agua que degrada las propiedades del terreno.

La economía y la eficiencia del sistema, proporciona al productor agropecuario beneficios, el más importante es la reducción de costos, ya que no utilizarían el método convencional de la bomba de combustible, van a gozar de energía limpia no contaminante duradera, constante, sin ruido, de simple manejo, obtención fácil y rápida del recurso hídrico para su aprovechamiento, mejor calidad de vida y la oportunidad de brindar empleo. Este conjunto de beneficios que se obtienen a partir de la introducción del sistema fotovoltaico al proceso productivo permiten que el productor obtenga una ventaja competitiva, ya que podrá producir en el período verano y aprovechar ese mercado.

El rendimiento que los productores obtiene se expresa en dólares, por cada ciclo productivo, no se pudo acceder a información específica solo en monto total de las ganancias, el cual va a estar en dependencia de la cantidad y el tipo de cultivo. Los productores pueden haber tenido pérdidas por factores externos al uso del sistema como pueden ser la aparición de plagas y hongos.



Para aprovechar al máximo el bombeo, los productores deben saber como distribuir la siembra y tener en cuenta los factores externos ya que algunos cultivos son más delicados que otros además deben tomar las precauciones pertinentes.

Estos productores leoneses se vieron beneficiados por la gestión de la Clínica Rural esta institución trabaja junto con ENICALSA, se encarga de hacer los estudios de las zonas rurales y de los productores para determinar cuales son los que cumplen con los requisitos del proyectos y así ser beneficiados para hacer uso de equipo fotovoltaico.

Tomando en cuenta la iniciativa del productor, ellos consideran importante contar con un tanque cerca del pozo donde se pueda almacenar agua, la idea es llenar el tanque por la tarde cuando todavía trabaja el sistema, de tal manera que el día siguiente el agua se utilice para el riego cuando aún el sistema no ha empezado a trabajar en horas tempranas y así aprovechar el clima templado del amanecer, ya que más tarde el calentamiento solar podría evaporar rápidamente el agua del gotero para cada planta, lo cual provocaría retraso en su crecimiento ocasionando una reducción en el rendimiento de la producción.



Según ENICALSA, no existen entidades que supervisen y regulen el procedimiento de importación. Es por eso que se realizan pedidos de compras directamente a Alemania. La Empresa Nicaragüense Alemana S.A. (ENICALSA) para importar los equipos de sistemas fotovoltaicos (paneles, bombas, accesorios electrónicos), realiza el siguiente procedimiento: primero se pide una pro forma al proveedor en Alemania (SET); luego se envía al proveedor el pedido la cantidad requerida de equipos solares; después se da a conocer los costos del envío a los clientes como son: Costos de transporte, Fletes, Costos del valor del equipo y Seguro; a continuación se acuerda con el proveedor que la empresa de envío es responsable de traer la mercancía a Nicaragua.

Posterior, se confirma el día de salida de la mercancía solicitada del país de origen al país de destino y el día previsto a llegar, luego el importador hace contacto con su agente aduanero para informarle todo acerca de la mercancía, y se requiere la siguiente información: factura original de la mercadería, documento de embarcación del proveedor, solvencia fiscal; después el agente aduanero compara la exactitud de la mercancía en la empresa aduanera con la solicitada al proveedor y realiza los cálculos para determinar cuanto se va a pagar; y por último, la mercadería es llevada al importador directo (ENICALSA) para su debida instalación en el lugar correspondiente, además de \* tubos y mangueras que son hechos en Nicaragua.

---

\*BUHLER Bandas y Mangueras SA.



La empresa ENICALSA, hace uso de la ley 532 que en el capítulo II del régimen fiscal, en su artículo 7 de incentivos, para importar sistemas fotovoltaicos a precios favorables por la exoneración de impuestos, que a la vez permite reducir el costo de adquisición.

**“Exoneración del pago de los Derechos Arancelarios de Importación (DAI),** en el caso de los proyectos denominados Sistemas Aislados con generación propia, esta exoneración cubre sus labores de pre- inversión, las labores de construcción de las obras para generación con fuentes renovables, los paneles y baterías solares para generación de energía solar. “

**“Exoneración del pago del Impuesto al Valor Agregado (IVA)** sobre la maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para las labores de pre-inversión.

En el caso de los proyectos denominados Sistemas Aislados con generación propia, esta exoneración cubre sus labores de pre-inversión, las de construcción de las obras para generación con fuentes renovables y todas las inversiones en distribución asociadas al proyecto, la compra de paneles y baterías solares.



Para la instalación del sistema fotovoltaico se tienen que seguir los siguientes pasos:

Primero se hace un estudio y planificación previa del proceso, en la instalación fotovoltaica el montaje constituye la fase práctica, independientemente de su envergadura, características y aplicación. Pero se debe llevar a cabo un buen montaje al cumplir las siguientes etapas:

**Diseño:** En la instalación fotovoltaica el montaje constituye la fase práctica independientemente de su envergadura, características y aplicación.

El diseño del montaje debe abordarse en la propia fase del diseño general de la instalación, no podrá realizarse de forma correcta y adecuada sin tener en cuenta aspectos como la ubicación real de los elementos, su anclaje e interconexión la distancias entre los mismos, los aspectos constructivos de la vivienda, el terreno, etc.

En esta etapa es donde deben quedar completamente definidos las características de la instalación, hay que contar siempre con el usuario, propietario o quien solicita la misma, ya que es entonces donde tiene lugar el planteamiento y la toma de decisiones sobre aspectos prácticos como el control, la monitorización y el mantenimiento, los requisitos estéticos, el impacto visual, los riesgos de robo y actos vandálicos.



**Planificación:** El propósito principal es minimizar los posibles imprevistos que puedan surgir y asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento de plazos y presupuestos. En esta etapa debe definirse y especificarse como hay que hacerlo y definir la secuencia y los tiempos previstos de operaciones, la gestión del personal instalador, la gestión del material y de los recursos.

También debe considerarse durante la planificación como y en que medida afectara la instalación del sistema fotovoltaico a las personas ajenas a la misma, a su trabajo y a sus actividades por lo que se debe informar con la suficiente anticipación sobre las actividades que conlleva corte de luz, ruido, polvo, obstrucción y/o ocupación de las vías de paso, utilización de espacios, necesidad de presencia del propietario, etc.

**Realización:** Definido y especificado que es lo que se va hacer y como se va hacer, solo queda llevarlo a efecto. Si se han tenido en cuenta, evaluado y analizado todas las consideraciones, el montaje se convierte en un conjunto de tareas mucho más fácil de realizar, ya que todo esta previsto y las posibles dudas se han resuelto con anterioridad.

En esta etapa el profesional requiere, sobre todo en instalaciones medianas y grandes; la utilización de planos, esquemas, manuales de instalación, instrumentos, etc., que especifiquen y faciliten las tareas de montaje. El objetivo de ellos es doble: llevar a cabo las operaciones de forma correcta y eficiente, y evitar inconformidades por parte del propietario.



Después se instala la estructura de soporte. La estructura de soporte de los paneles solares es un elemento auxiliar, por lo general metálico (acero galvanizado, aluminio o acero inoxidable) semejante a muchos otros con análogas características que pueden encontrarse en innumerables aplicaciones contractivas.

Además el peso de los módulos y de la propia estructura, estará sometida a la sobrecarga producida por el viento, el cual producirá sobre los paneles una presión dinámica que puede ser muy grande. De ahí la importancia de asegurar perfectamente la robustez, no solamente de la propia estructura, si no también y muy especialmente del anclaje de la misma.

Una estructura soporte para paneles fotovoltaico es, en general, una estructura abierta que tiene corriente de viento. En este tipo de construcciones es muy importante tener en cuenta no solamente el área de paneles, si no también el área de todas las otras instalaciones que pueden transmitir las fuerzas debidas a la presión dinámica sobre ellas a los puntos de anclaje comunes en la estructura.

Un panel formado por un cierto número de módulos fotovoltaicos convenientemente ensamblados a una estructura a una cierta altura sobre el suelo puede considerarse, en una primera aproximación, como una gran superficie rígida que, debido a su inclinación, sufre acción del viento de dos formas muy diferentes según el sentido con que sople éste.



Dicha estructura cumple una triple función:

- ✚ Actuar de armazón para proporcionar rigidez.
  
- ✚ Asegurar la correcta inclinación y orientación de los paneles
  
- ✚ Servir de elemento intermedio para la unión de los paneles y el suelo o elemento construido (tejado, pared, etc.) que debe soportar el peso y las fuerzas transmitida por dichos paneles.

Las instalaciones solares fotovoltaicas requieren un mantenimiento básico, que puede ser realizado por personas capacitadas en el uso del sistema (aunque no sean necesariamente técnicos en energía fotovoltaica), pero que no debe dejar de hacerse. Existe el riesgo de que los usuarios olviden o pospongan continuamente el mantenimiento, por lo que es muy importante la realización de una pequeña capacitación que incluya la concientización.

Para un buen mantenimiento se tiene que, limpiar los paneles rociando agua sobre las celdas, luego revisar el control del valor de tensión de los acumuladores y por último verificar el nivel del electrolito en los acumuladores.

También por un control total de la instalación, cada seis meses un técnico del ramo realiza una supervisión preventiva.



## **IX.- CONCLUSIONES**

Las aplicaciones de proyectos de energía solar son muy interesantes, debido a que tiene un alto rendimiento de sus celdas solares y su pronta recuperación de la



Inversión Inicial, debido a las características del sector, que se encuentra en un lugar de mucha radiación, además son proyectos de gran interés social y económico.

Por ser un sistema de fácil instalación y mantenimiento técnico cualquier persona con unos mínimos conocimientos del manejo de electricidad se puede encargar del mantenimiento de la instalación de **energía fotovoltaica**, ya que necesitan incluso menos mantenimiento y/o conocimiento técnico que las de otras energías renovables: con una capacitación explicando el funcionamiento físico del sistema y un poco de habilidad manual es más que suficiente.

Este hecho, además de implicar la independencia energética de los productores, conlleva poca dependencia técnica y económica del exterior en sus actividades comerciales y de desarrollo. No obstante, la implementación de proyectos de **energía fotovoltaica** debe llevar un adecuado seguimiento.

La energía solar es beneficiosa en el ámbito productivo, ya que crea oportunidades de desarrollo para el sector agropecuario que sin la provisión energética no sería posible. Ya que genera empleo, permite el buen aprovechamiento del suelo, no contamina el ambiente con gases o ruidos.

Además debido a la situación económica, social y de desarrollo del país, las energías renovables representan la única posibilidad de abastecimiento y es por



ello que la energía solar es una buena alternativa en el occidente de Nicaragua aprovechándose así su posición geográfica.

El uso de este tipo de sistemas ayuda a conservar el medio ambiente ya que es eficiente y genera energía limpia constante y duradera porque permite aprovechar esta inversión mientras haya sol y agua durante 30 años de vida útil que tiene un panel.

Ahora resulta factible la gestión de equipos para la Transformación de energía solar que permita a los productores a independizarse de la energía a base de petróleo, a través de la importación e instalación de estos equipos.

En el occidente de Nicaragua el único importador directo es ENICALSA, encargado de gestionar y aplicar procedimientos de importación como solicitar, acordar y pagar los costos y gastos que posteriormente serán asumidos por el comprador final una vez importado se instala el sistema al comprador y el productor es quien tratará de aprovechar al máximo las ventajas del sistema.



## **X.- RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda el uso de paneles solares que cumplan con las características específicas de la fuente de agua, si el recurso agua proviene



de un pozo profundo (30mt a más), utilizar más potencia que la que podría necesitar un pozo menos profundo.

2. Se aconseja el uso de Tanques de descarga de fondo como una fuente de almacenamiento de agua para garantizar una entrega de flujo continuo al área sin tener fluctuaciones debido a nubosidades, o limitarse a regar solamente en el tiempo en que el panel o el arreglo de paneles están produciendo la suficiente energía para hacer funcionar de forma óptima la bomba.
3. Se recomienda el uso de batería para lograr extender si es necesario la jornada de riego a horas nocturnas, además de obtener así un caudal constante y aprovechar en toda su capacidad la energía solar.
4. Tomar en cuenta la textura del suelo donde se instale un sistema de goteo y la existencia de acumuladores de agua para regar en tiempo oportuno, recomendamos que se procure enterrar la cinta para tener un mejor aprovechamiento del agua al evitar que la gota emitida por la cinta sea afectada por el viento o por causa del mismo sol (evaporación).
5. Se recomienda llevar controles del sistema fotovoltaico que garanticen el buen funcionamiento del mismo y así tener un mayor aprovechamiento de la energía solar dando como resultados mayores rendimientos en la producción agrícola.
6. Se recomienda a los productores a organizarse y realizar convenios con organismos, asociaciones, ENICALSA o con el Consejo Nacional de



Energía (CNE), para solicitar financiamiento, que facilite la implementación de sistema de energía fotovoltaica en el área productiva, ya sea para riego, aguar ganado, etc., esto permitirá mayor rendimientos a mediano o largo plazo repercutiendo en mayores utilidades.

7. Se recomienda a organismos gubernamentales, no gubernamentales e institutos técnicos y universidades, promover y facilitar información del uso de sistemas de energía solar en el sector agropecuario de occidente y utilizar las experiencias para introducir sistemas con más capacidades.
  
8. A la población en general y a los organismos gubernamentales y no gubernamentales se recomienda crear una cultura energética, uniendo esfuerzos con ENICALSA o el Consejo Nacional de Energía para implementar sistemas de energía solar como una alternativa ante la crisis energética actual y reducir los costos de operación de las actividades (productivas y del hogar) de los leoneses.
  
9. Se recomienda a los colegios que introduzcan temas sobre sistema de energía fotovoltaica en sus planes de clases para desarrollar la cultura innovadora en el tema.
  
10. ENICALSA debe motivar a través de ferias de exposición de los adelantos en equipos de energía renovables más competitivos del mercado.



11. Al gobierno municipal exigirles que destine recursos para desarrollar proyectos enmarcados en el sostenimiento de los sectores con problemas de acceso a la energía eléctrica en la periferia de la ciudad.



## **XI.- BIBLIOGRAFÍA**

- ◆ La Gaceta Diario Oficial, No.102 del 27 de Mayo del 2005; Ley 532.
- ◆ La Prensa, 21 de Mayo de 2005.
- ◆ El Nuevo Diario, 8 de Agosto de 2005 y 23 de Diciembre de 2002.



- ◆ Curso del Instalador Fotovoltaico, Politécnico la Salle.
  
- ◆ WordReference.com Diccionario de la lengua española.
  
- ◆ Arthur Andersen. *Diccionario Economía y Negocios*, Espasa - 3era. Edición
  
- ◆ Rosenberg, J. M. *Diccionario de administración y finanzas*. Barcelona. Océano/Centrum. Vol.: 1. No. 1999.



## **XII. ANEXOS**

### **CUESTIONARIO**

Estimados productores la presente entrevista es para conocer el grado de importancia que tiene la energía fotovoltaica en la sociedad y en el área productiva del occidente del país. La información que nos suministre será de suma relevancia para la realización de nuestra investigación.



Conteste según su criterio.

1. ¿Para qué actividades utiliza el sistema fotovoltaico?
2. ¿Desde cuándo hace uso del sistema fotovoltaico?
3. ¿De cuánto fue el costo de adquisición del sistema?
4. ¿De cuánto es el área de producción?
5. ¿Cuál es el horario de uso del sistema?
6. ¿Le genera utilidad el uso del sistema?
7. Mencione los beneficios que genera el uso de la energía solar
8. ¿Qué ventajas tiene el uso de la energía solar?
9. ¿Reciben financiamiento de algún organismo?
10. ¿Qué sugerencias daría usted para mejorar el uso del sistema?

### **Glosario**

**Acordar:** Decidir algo de común acuerdo o por mayoría de votos.



**Agente aduanero:** Individuo que representa al órgano de la administración con oficinas en las fronteras encargado de vigilar y registrar el paso de personas y bienes a través de dichos límites.

**Batería:** Dispositivo que almacena energía eléctrica.

**Beneficios sociales:** Beneficio en favor de la sociedad, como consecuencia de una acción concreta.

**Carga:** Cualquier dispositivo o artefacto que está usando potencia; (hidráulica) la distancia que se debe de elevar el agua, medida en metros; la propiedad intrínseca de la materia que produce todo fenómeno eléctrico, especialmente la fuerza de la interacción electromagnética, ocurriendo en dos formas que se denominan arbitrariamente.

**Carga estática:** La distancia desde el nivel del espejo de agua hasta el borde superior del tanque de almacenamiento; altura de aspiración del agua; incluyendo estructuras, piezas de montaje, reguladores, baterías y cableado.

**Costos del envío:** Resultado de la suma del precio de compra de una mercancía.

**Costos de transporte:** Costo de llevar el producto desde su lugar de fabricación a su lugar de destino.



**Costos del valor:** Valor cedido por una entidad para la obtención de bienes o servicios. Valor cedido a fin de obtener una mercancía en la cantidad requerida y transportada al lugar deseado.

**Documento de embarcación:** Es el documento de embarque que contiene la información necesaria para identificar los materiales involucrados.

**HP (caballos de fuerza):** Unidad de potencia que equivale a 745.7 vatios.

**Eficiencia:** La relación del producto útil o efectivo con la total del sistema; especialmente la relación de energía producida por la máquina, a la energía que se supe para su funcionamiento.

**Efecto fotoeléctrico:** Cambios en la carga eléctrica de las sustancias debido a la radiación, generalmente en forma de luz.

**Entrada (input):** Cualquier energía trabajo o potencia que entre a un sistema o motor, o que se gaste en el transcurso de las operaciones, para lograr un resultado o producto, especialmente la corriente, la fuerza electro motivadora, o l apotencia que se supe a un circuito, una red o un dispositivo eléctrico.

**Envío:** Mandar, remitir algo a una persona o lugar.



**Factura:** Documento o recibo entregado por el vendedor al comprador como prueba de que éste ha adquirido una mercancía determinada o recibido un servicio a un precio dado, y que representa, por lo tanto, un derecho de cobro a favor al vendedor. En la factura se especifican los datos personales de ambos, las características de los productos, así como la fecha y el precio de compra.

**Fletes:** Servicio ofrecido por las compañías de transporte con el fin de traslado de mercancías.

**Fotovoltaica, tecnología:** La técnica de la fotoelectricidad que transforma la luz solar en energía eléctrica; capaz de generar un voltaje al ser expuesto a la radiación visible o de otro tipo.

**Fotovoltaica, celda:** Unidad de material semi-conductor (generalmente silicio) que convierte directamente en electricidad la energía proveniente del sol.

**Fotovoltaica conjunto:** Un sistema interconectado de paneles fotovoltaicos que funciona como una sola unidad productora de electricidad. Los paneles están armados como una estructura discreta con un soporte común.

**Fotovoltaico, Panel:** Una cantidad de las celdas solares o fotovoltaicas interconectadas eléctricamente y montadas, generalmente en una unidad modular o panel sellado, de un tamaño conveniente para el transporte, manejo y armado de los conjuntos.



**Fotovoltaico, Proceso:** Cuando un conjunto fotovoltaico (o solar) queda expuesto a la luz del sol, se genera energía eléctrica. Esta es utilizada generalmente por equipos consumidores de energía y/o se almacena en la batería para uso posterior. La batería es dimensionada para dar amplia capacidad de almacenamiento de energía para la noche y para el tiempo nublado, cuando no hay luz solar disponible. Los sistemas solares utilizadas para el bombeo, no usan baterías sino la energía se almacena en forma de agua bombeada en un tanque de reserva.

**Fotovoltaico sistema:** Un juego de componentes completo para convertir la luz del sol en electricidad mediante el proceso fotovoltaico, incluyendo el conjunto de paneles solares y los componentes complementarios del sistema, más los dispositivos consumidores de electricidad.

**Foto voltaje:** La conversión de fotones de luz a voltaje eléctrico por medio de un material.

**Hectárea:** Unidad de superficie equivalente a 10.000 m<sup>2</sup>.

**Hora-Sol:** La insolación que sería recibida por el conjunto solar durante una hora a una irradiación de 1Kw/m<sup>2</sup>.

**Importación:** Adquisición de bienes y servicios en el exterior.



**Importador directo:** Persona física o jurídica que realiza la importación de bienes o servicios de manera directa.

**Insolación:** Palabra compuesta que indica la entrada de radiación solar, la tasa a la que incide la radiación solar directa sobre la superficie horizontal unitaria, en determinada parte de la superficie de la tierra. Varía de acuerdo a la latitud, estación del año hora del día así como las condiciones locales del clima.

**Instalación:** Cualquier lugar de operaciones; lugar a donde se coloca la maquinaria.

**Inversor:** Un mecanismo que convierte la corriente eléctrica directa en una corriente alterna (de DC a AC).

**Irradiación:** La medida de la potencia disponible (o sea, la intensidad) del sol por unidad de superficie, normalmente expresada en Kilovatios /m<sup>2</sup>.

**Kilovatios:** 1000 vatios.



**Limitaciones:** Son indicadores que determinan hasta donde puede llegar una cosa; precio limite. Obstáculo que impiden el desarrollo de una determinada actividad; falta de recursos.

**Llave en mano (Trunkey):** Instalación de un sistema hasta estar listo para funcionar.

**Mes crítico:** Desde el punto de vista de diseño, será aquel en que haya un mínimo de luz solar disponible para la cantidad de agua requerida.

**Mantenimiento:** Conjunto de gastos efectuados para preservar el valor de un activo, coste de la conservación, reparación y mejora de las instalaciones y maquinaria.

**Manzana:** Unidad e superficie equivalente a 1.4181 hectáreas.

**Pedido de la cantidad requeridas:** Orden de compra recibida por un fabricante que aún no ha sido satisfecha.

**Potencia del conjunto:** Producción de vatios del conjunto fotovoltaico.

**Producto, rendimiento (output):** La energía, potencia o trabajo producido por un sistema.



**Proforma al proveedor:** Es la factura de carácter provisional previa a la firma de un acuerdo o contrato que necesita el comprador para realizar las gestiones necesarias, como efectuar el pago por anticipado, obtener las autorizaciones necesarias para la compra, etc.

**Regulador de potencia máxima (RPM):** Un aparato que asegura que la batería no se someta a voltajes excesivos de carga, que pueden reducir la vida útil de la batería, protegiendo al mismo tiempo el equipo consumidor de energía.

**Seguro:** Contrato bilateral o aleatorio que se paga a través de una prima por la cual el asegurador pagará una compensación en ciertas eventualidades. Una de las formas tradicionales de seguro es: el seguro general, o sea el de averías o pérdidas de transporte, incendios y accidentes.

**Solvencia fiscal:** Condición existente de una empresa cuando es capaz de pagar sus obligaciones fiscales.

**Vatio:** Unidad de potencia eléctrica equivalente a un joule por segundo, según el sistema internacional de medición.



**Ventajas:** Característica a partir de la cual una mercancía o servicio puede ayudar a resolver un problema o satisfacer una determinada necesidad.

**Gráfico N° 1**

<b>Meses de uso</b>	<b>Cooperativas</b>
1	1
6	2
12	3

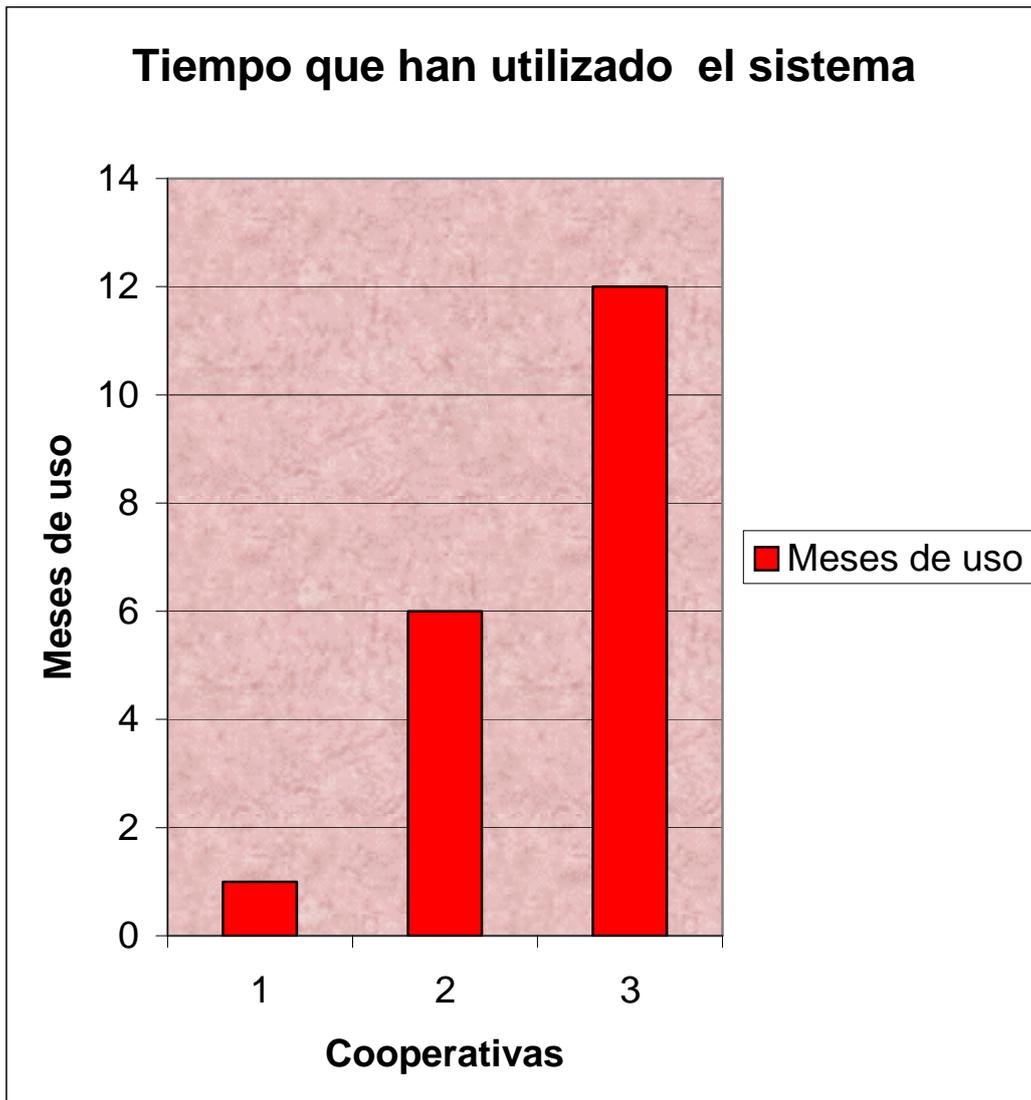




Gráfico N° 2

Costos de adquisición	cooperativas
15000	1
4500	2
3000	3

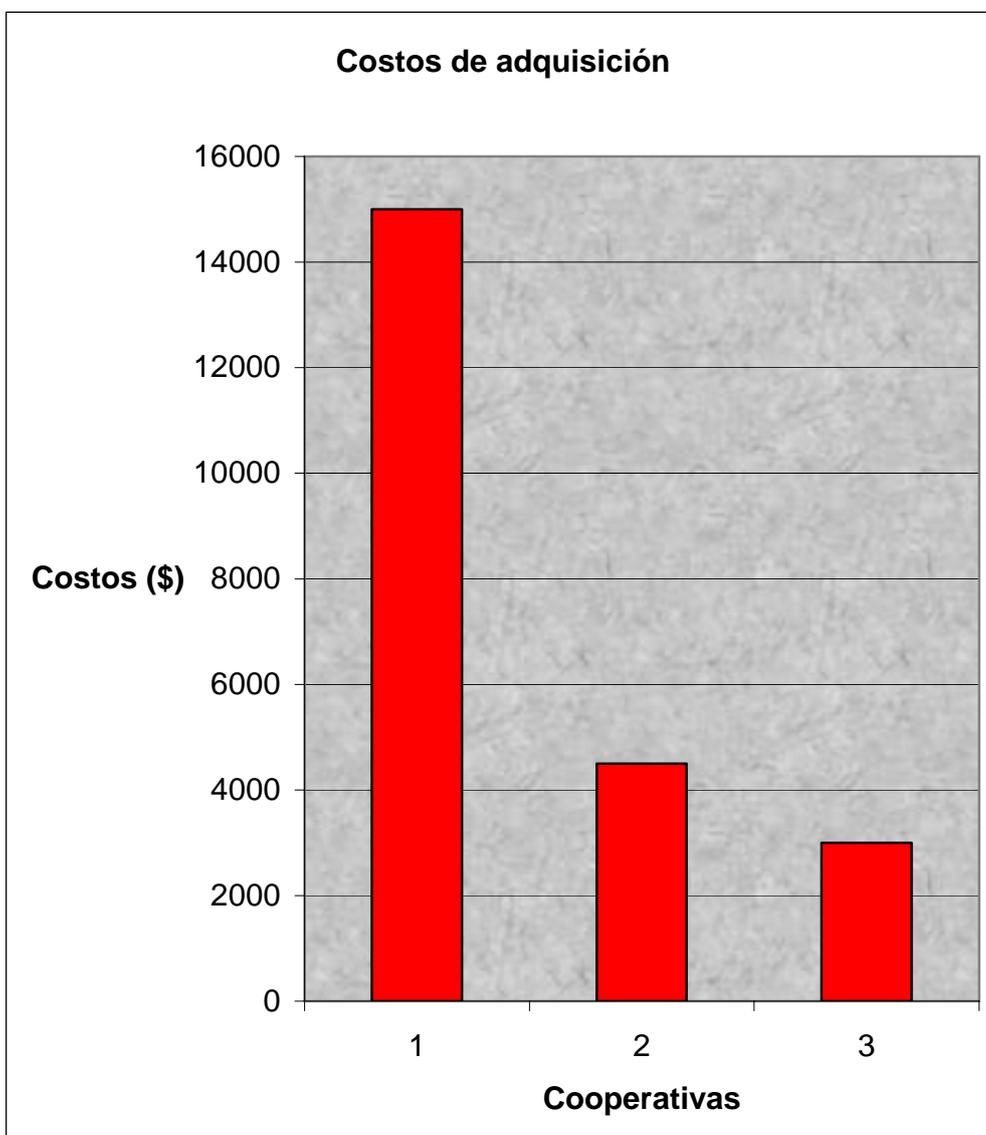




Gráfico N° 3

Cooperativa	Área de producción en manzanas
1	1/2mz
2	1/2mz
3	1/2mz

Área de Producción en Manzanas

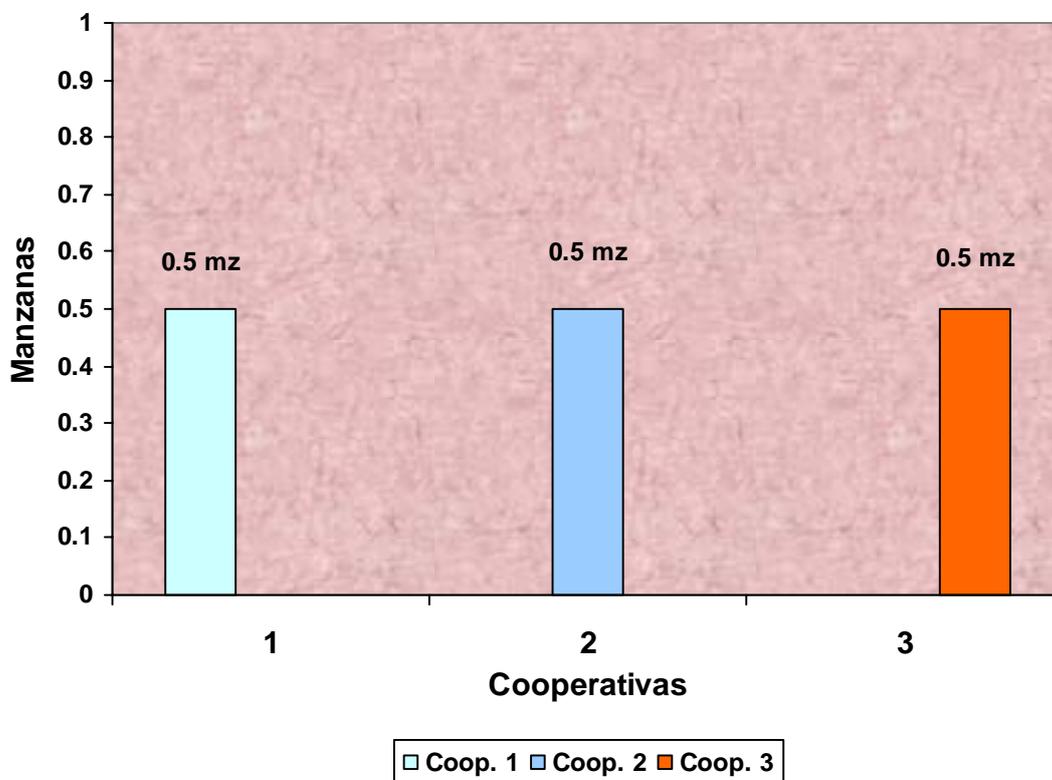
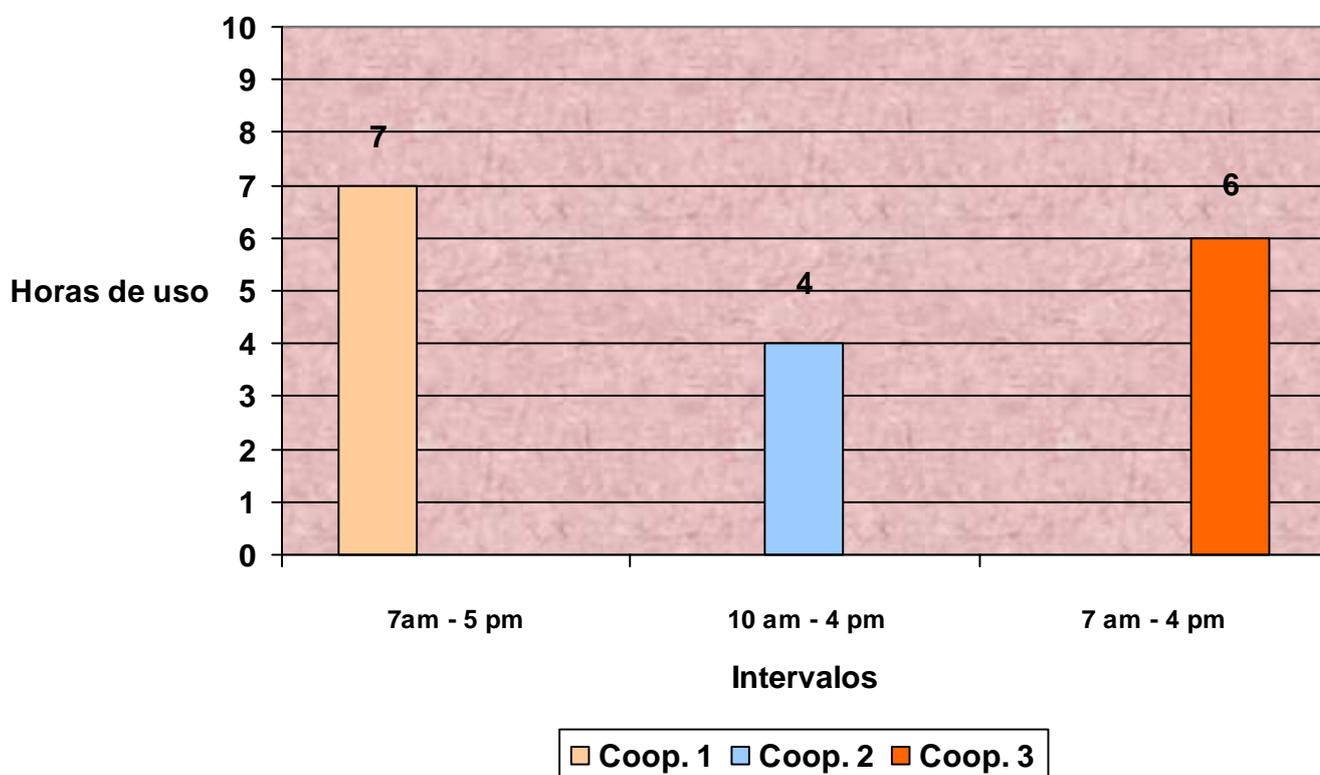




Gráfico N° 4

Cooperativas	Intervalos de horas	Horas de uso
1	7am- 5pm	7
2	10am-4pm	4
3	7am-4pm	6

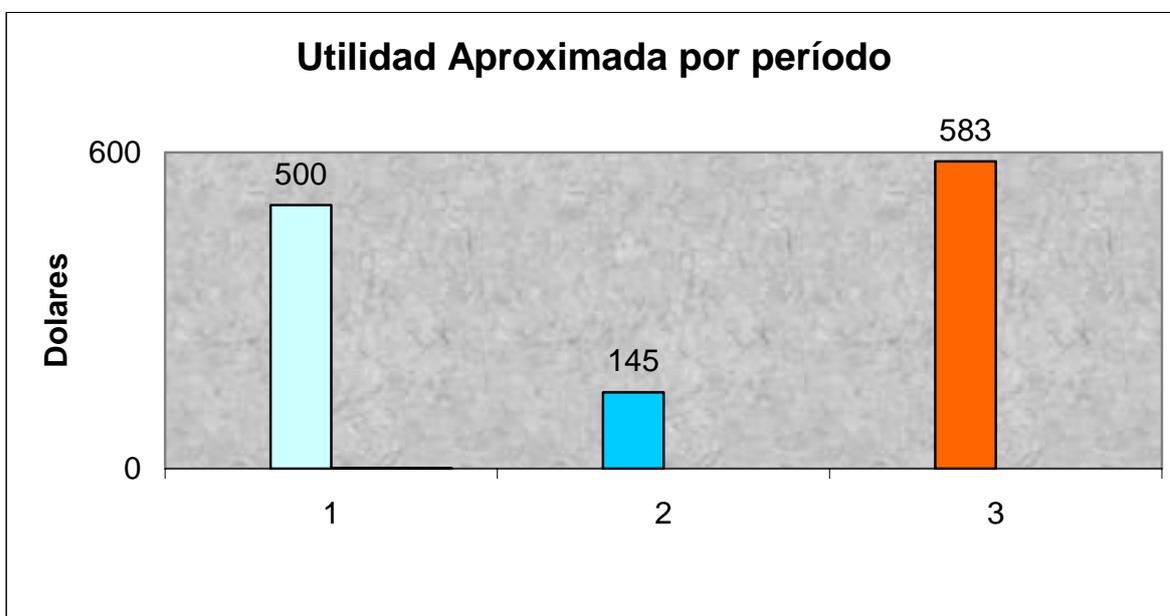
Horario de uso del Sistema





Gráficos N° 5

Cooperativas	Utilidad	Período
1	\$500	3 meses
2	\$145	3 meses
3	\$583	3 meses





Curva de costo: Bomba Fotovoltaica vs. Bomba Combustión interna

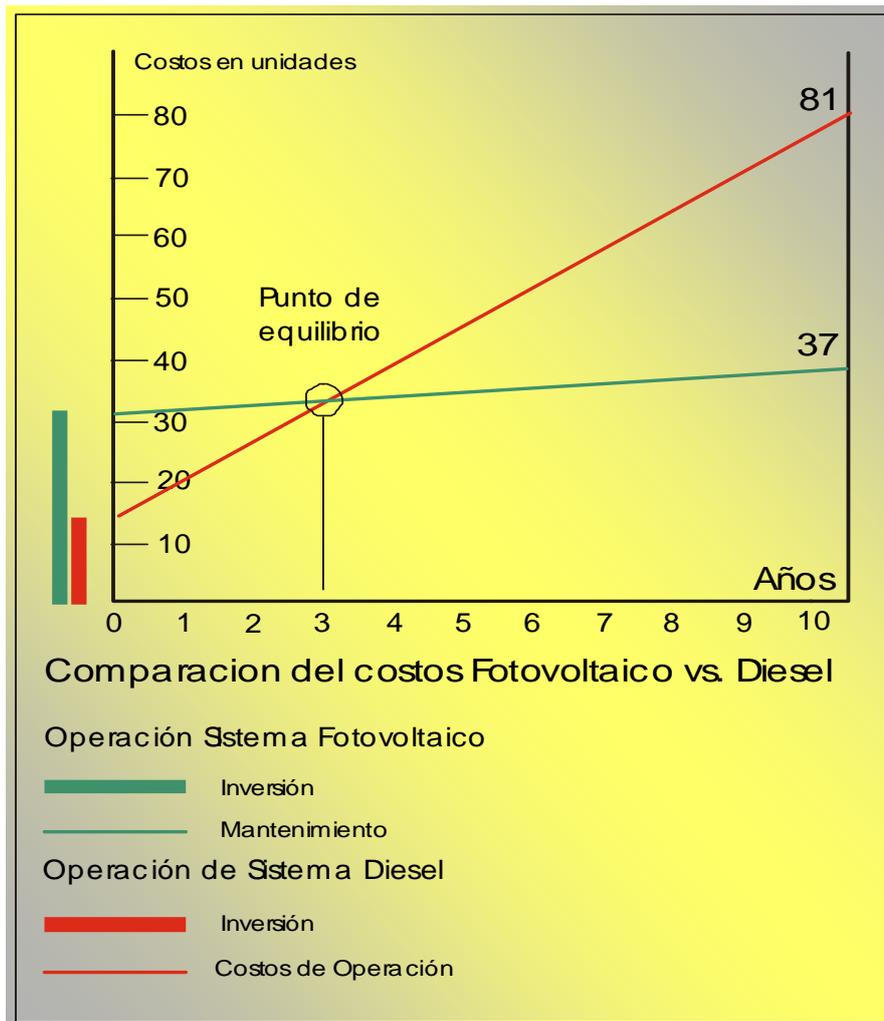
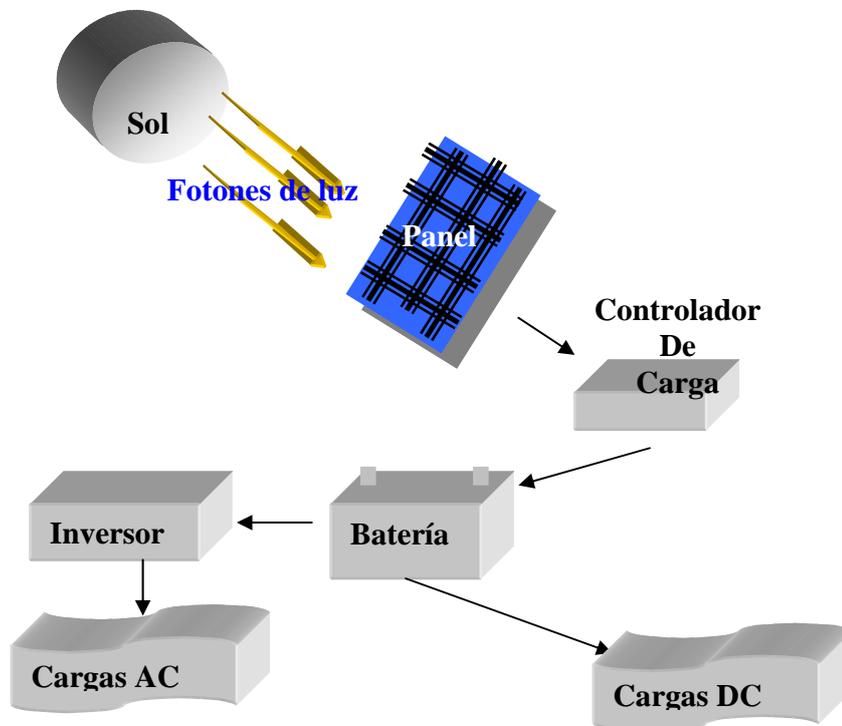




Fig. 1 Diagrama de un sistema fotovoltaico



Fuente: Manual de Instalación de Bombas Solares con Paneles Suni solar S.A.





