



FALK SOLAR

APLICACIONES DE ENERGÍA SOLAR

## ENERGÍA SOLAR Y TURISMO RURAL

---

**Dra. María – Elena Ferrel Zelada**

Profesión: Médica

Dipl.-phys. Reinhard Mayer Falk

Profesión: Licenciado en Física (Universidad de Karlsruhe, Alemania)

FALK SOLAR – Aplicaciones de Energía Solar

La Paz – Bolivia

Energía Solar y Turismo Rural

Agosto de 2007

### RESUMEN

El documento in extenso describe cada uno de los elementos de las aplicaciones de la energía solar, funcionamiento, resultados y ventajas de su utilización, los mismos que podrían beneficiar al desarrollo del turismo rural en Bolivia.

Generalmente en el área rural de Bolivia, los campamentos y albergues turísticos se encuentran en lugares remotos, donde el acceso al suministro de energía eléctrica de la red pública es dificultoso y en algunos casos inexistente. No se cuenta en algunos casos un suministro asegurado de GLP. Las aplicaciones de energía solar se constituyen en una alternativa económica y práctica para la solución de estos problemas

Las aplicaciones de energía solar: calentamiento de agua con calefones solares, climatización de ambientes (calentamiento o enfriamiento) y el suministro de energía eléctrica con paneles solares, pueden contribuir a mejorar la calidad de hospedaje y por ende la percepción de confort de los huéspedes.

Al ser la energía solar, un recurso renovable y una energía limpia se contribuye además a la protección del medio ambiente, hecho que es muy importante especialmente para el ecoturismo.

Al ser las comunidades principales beneficiarios y potenciales gestores de emprendimientos económicos en turismo rural en Bolivia, podrían las familias también beneficiarse con el acceso a esta tecnología.

## CONTENIDO

1. Introducción.
  
2. ¿Qué es arquitectura o climatización solar?
  - 2.1 ¿Como funciona el calentamiento solar?
  - 2.2 ¿Como funciona el enfriamiento?
  - 2.3 ¿Cuales son las ventajas?
  - 2.4 ¿Cuáles son los resultados?  
Arquitectura solar en zonas altiplánicas de Bolivia Enfriamiento.
  
3. ¿Que es un calefón solar?  
Calefón tipo colector-tanque integrado – Calefón solar compacto.  
Calefón solar con colectores planos y tanque separado
  - 3.1 ¿Como funciona el calentamiento solar de agua?
  
  - 3.2 ¿Cuales son las ventajas?
  
  - 3.3 ¿Cuáles son los resultados?
  - 3.4 ¿Que es un panel fotovoltaico?
  - 3.5 ¿Qué es un sistema fotovoltaico y como funciona?
  - 3.6 ¿Cuales son las ventajas?
  - 3.7 ¿Cuáles son los resultados?
  
4. Conclusiones
  
5. Bibliografía

## **Energía Solar y Turismo Rural**

### **FALK SOLAR LA PAZ - BOLIVIA**

Dra. María – Elena Ferrel y Dipl.-phys. Reinhard Mayer Falk

Agosto de 2007

#### **1. Introducción.**

Generalmente en el área rural de Bolivia, los campamentos y albergues turísticos se encuentran en lugares remotos, donde el acceso al suministro de energía eléctrica de la red pública es dificultoso y en algunos casos inexistentes. No se cuenta en algunos casos con un suministro asegurado de GLP. Las aplicaciones de energía solar se constituyen en una alternativa económica y práctica para la solución de estos problemas.

#### **2. ¿Qué es arquitectura o climatización solar?**

Muchas veces las viviendas construidas en la parte occidental de Bolivia son muy frías o por el contrario, las construidas en el trópico demasiado calientes. Por lo general se ve la manera de atemperarlas con estufas eléctricas ó a gas las primeras y ventiladores o aire acondicionado, las segundas originando elevados costos en el consumo de energía eléctrica e instalación de las mismas.

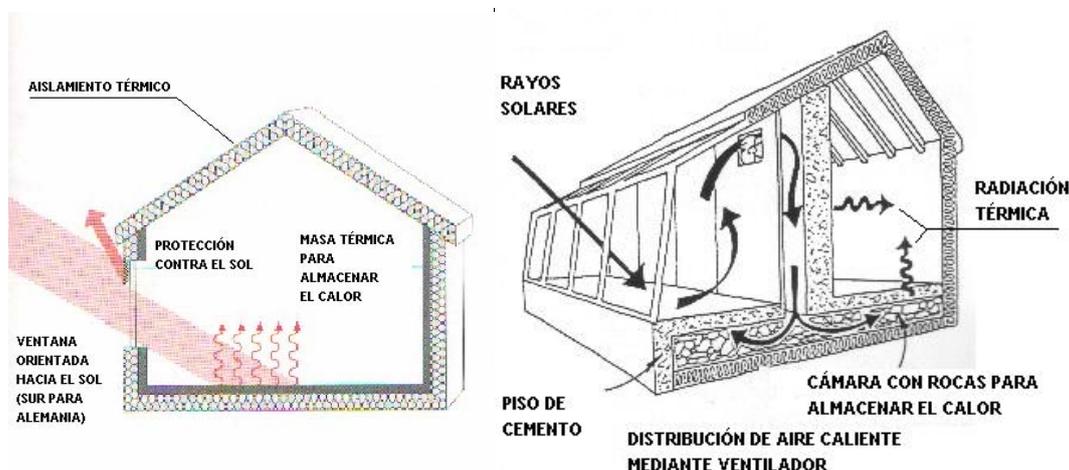
Las zonas frías de Bolivia (Altiplano) tienen una oferta abundante de energía solar. Dejar entrar los rayos del sol al interior de las viviendas, almacenar su energía y realizar un buen aislamiento térmico de las mismas, es la clave para el calentamiento solar.

Para las zonas calientes de Bolivia se utiliza una estrategia diferente. Conociendo la trayectoria del sol se puede reducir la carga térmica de la casa, orientando las ventanas y galerías adecuadamente. Otra medida adicional para reducir el flujo de calor hacia el interior de la vivienda consiste en aislar y ventilar el entretecho.

## 2.1 ¿Como funciona el calentamiento solar?

Para el calentamiento solar, se tiene que captar la radiación y convertirla en calor. Para este fin hay diferentes métodos, entre los más sencillos se mencionan:

- La orientación de las ventanas hacia el norte.
- Tragaluces bien diseñados en el techo.
- Invernaderos en la fachada norte de la casa.



**Figura 1:** Sistemas para el aprovechamiento de energía solar para calentar casas. Izquierda: sistema básico de arquitectura solar (Humm, 1998). La palabra "pasivo" significa que para el aprovechamiento de la energía solar no se utilizan solamente las propiedades constructivas de la casa. Derecha: Un sistema de arquitectura solar activa. Un invernadero añadido a la casa funciona como captador de energía solar. Parte del calor se almacena en una cámara de rocas (Halacy, EE.UU.).

Para mantener el calor durante la noche, dos procedimientos adicionales son importantes:

- Almacenamiento del calor generado durante el día.
- Aislamiento térmico de la vivienda.

Una casa con estructuras masivas (ladrillo gambote, adobe) es capaz de almacenar el calor del día para liberarlo lentamente durante noches frías. Pero, esta energía se pierde si no se aplican tecnologías de aislamiento térmico para paredes, pisos y techos de las viviendas.



**Fotografías 1 y 2:** Ejemplos de sistemas de arquitectura solar en la ciudad de La Paz.  
**Fuente:** FALK SOLAR

## 2.2 ¿Como funciona el enfriamiento?

Los pasillos o galerías impiden el ingreso de radiación solar al interior de la casa, proyectando los mismos, sombra hacia las ventanas. La dirección en que se oriente la casa ayuda también a reducir el calentamiento de las estructuras externas. Colores brillantes reflejan la radiación solar y evitan un calentamiento excesivo de paredes y techos. La ventilación adecuada del entretecho y un aislamiento térmico adecuado de techo y cielo falso reducen significativamente el flujo de calor hacia el interior de la casa.

## 2.3 ¿Cuales son las ventajas?

Un sistema de calentamiento solar mejora el confort en la vivienda. Además el ingreso de luz de la radiación solar cambia la percepción misma del ambiente.

Utilizando la técnicas anteriormente mencionadas, con los sistemas de enfriamiento también se puede reducir el tamaño de los sistemas de aire acondicionado y reducir además costos de energía eléctrica.

Ambos sistemas, climatización e enfriamiento solar reducen o hacen desaparecer los costos energéticos para calentar o enfriar una vivienda, apoyando de esta manera a la economía de las empresas

Gran parte de los materiales utilizados son de industria nacional. En áreas rurales se pueden emplear muchos materiales de acceso libre como ser adobe y paja entre otros.

## **2.4 ¿Cuáles son los resultados?**

### **Arquitectura solar en zonas altiplánicas de Bolivia**

Durante el día se pueden lograr temperaturas que oscilan, entre 18 y 22 °C. En las noches las temperaturas pueden bajar hasta los 14 °C en meses de invierno, en meses de verano se obtienen temperaturas algo mas elevadas.

Es también posible mantener temperaturas con menor fluctuación entre el día y la noche, para ello se puede utilizar aislamiento térmico, para tener por ejemplo temperaturas constantes de alrededor de 18 °C.

### **Enfriamiento.**

Es posible de acuerdo a necesidades del cliente, mantener temperaturas constantes de día y de noche, es el caso de un galpón para cultivo de champiñones donde se logró tener temperaturas de alrededor de 16 °C

## **3. ¿Que es un calefón solar?**

El calefón solar es un sistema que permite el calentamiento del agua utilizando energía solar.

### 1. Calefón tipo colector-tanque integrado – Calefón solar compacto.

Los componentes para captar la radiación solar y convertirla en calor y el tanque de agua forman una sola unidad. Una caja metálica contiene el espejo que concentra la radiación solar hacia un tanque pintado de negro. Una o dos capas de policarbonato retienen el calor producido.

El equipo es fácil de instalar y no presenta problemas de transporte por sus dimensiones reducidas. La cubierta transparente de policarbonato, protege al sistema a diferencia de otros sistemas que trabajan con vidrio y pueden romperse fácilmente. La tecnología es sencilla, no existe peligro de daño del equipo por congelamiento.

Los equipos tienen capacidades de 190 litros, de ser necesarias mayores capacidades pueden conectarse entre ellos. Pueden utilizarse con o sin conexión a duchas eléctricas, calefones eléctricos o a gas ya instalados.

Los sistemas son aptos para cabañas, hospedajes, hoteles, postas de salud, hospitales y centros comunales en el campo. También estos sistemas se pueden instalar en zonas urbanas.



**Fotografías 3 y 4:** Izquierda: Calefón solar compacto. Derecha: Instalación de un calefón solar con colectores planos y tanque de agua caliente separado.

**Fuente:** FALK SOLAR

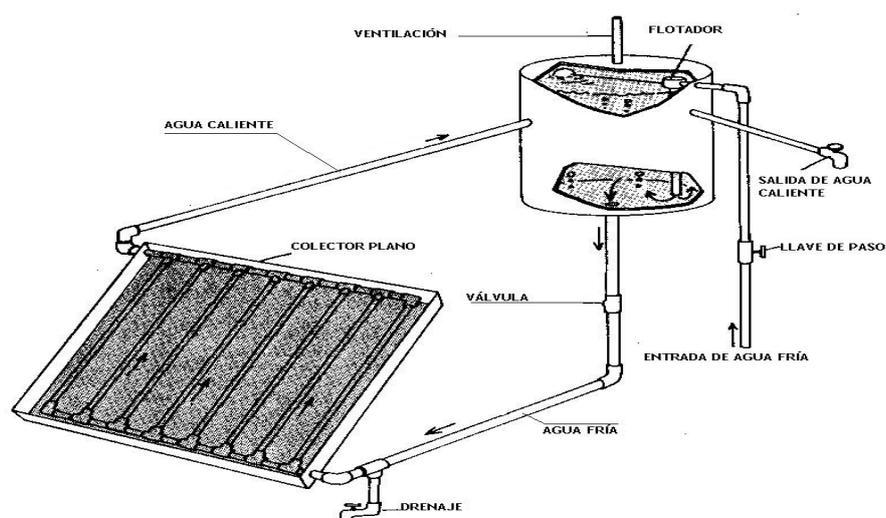
## 2. Calefón solar con colectores planos y tanque separado

Esta tecnología separa las unidades de captación de energía solar y el almacenaje de agua caliente. Uno o dos colectores planos reciben la radiación solar y la convierten en calor. Hay sistemas de 200 litros y más capacidad. No se necesitan bombas para hacer circular el agua entre colectores y tanque de almacenamiento. Hay sistemas para zonas templadas y zonas frías. Estos últimos tienen un sistema de protección contra la congelación.

### 3.1 ¿Como funciona el calentamiento solar de agua?

Ambos sistemas convierten la radiación solar en calor. Superficies negras (tanque de agua para el primer sistema, tuberías e aletas de los colectores para el segundo sistema) absorben la radiación solar, calientan las superficies metálicas que por su lado transfieren su calor al agua a calentar.

Las superficies transparentes dejan pasar la radiación solar, pero reducen el flujo de calor hacia fuera.



**Figura 3:** Esquema de un calefón solar con colector plano y tanque de agua separado. El agua dentro del colector plano se calienta y por su menor densidad sube automáticamente hacia el tanque de almacenamiento de agua caliente. No se necesita ninguna bomba de agua para este sistema.

**Fuente:** Anderson, 1976

### **3.2 ¿Cuales son las ventajas?**

Con estos sistemas se reduce el consumo de energía eléctrica. Esto es importante donde este tipo de energía es muy costoso: lugares como Rurrenabaque en el Beni donde se genera la energía eléctrica mediante generadores (diesel).

Se puede calentar agua en lugares remotos donde no hay acceso a las diferentes fuentes energéticas (GLP, energía eléctrica).

En el caso de los calefones solares compactos, estos equipos son fáciles de instalar y transportar. Son más económicos que los equipos importados.

### **3.3 ¿Cuáles son los resultados?**

La instalación de calefones solares combinando el uso con ducha eléctrica o con GLP reduce montos de factura de luz y número de garrafas compradas por mes.

### **3.4 ¿Que es un panel fotovoltaico?**

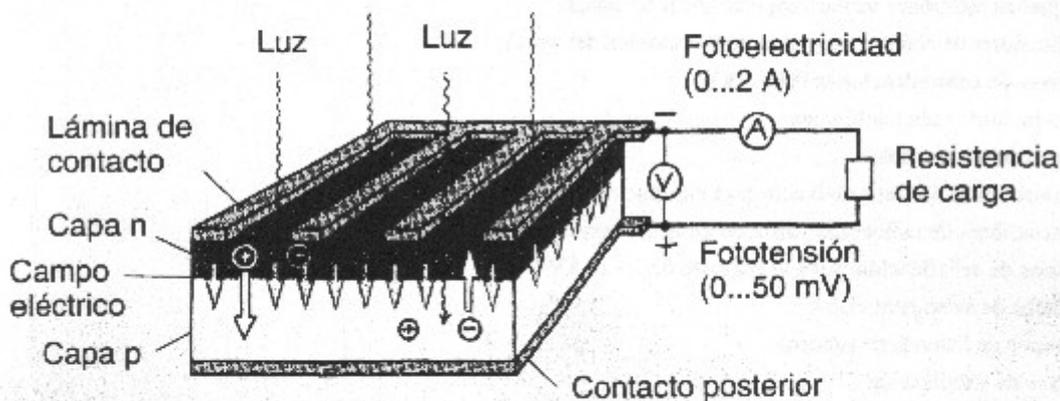
Es un equipo solar que convierte en forma directa la radiación solar en energía eléctrica. El elemento básico del panel solar (o fotovoltaico) es la celda solar. En este elemento se realiza la conversión fotovoltaica que consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Esta compuesto casi siempre por silicio como material básico, uno de los elementos químicos más frecuentes en la corteza terrestre. Para su fabricación es necesaria tecnología muy avanzada en semiconductores.

### **3.5 ¿Qué es un sistema fotovoltaico y como funciona?**

Un sistema fotovoltaico es un conjunto de equipos que aprovechan la radiación solar para generar y almacenar energía eléctrica. Para este fin se utiliza uno o varios paneles solares; la energía generada se acumula en baterías. De esta

manera se puede utilizar la energía eléctrica generada durante días con mucho sol en las noches o con días nublados.

#### Estructura de una celda solar



**Figura 4:** Esquema de una celda solar. Mediante la radiación solar se produce corriente continua.  
**Fuente:** EUROSOLAR, 1996

La energía eléctrica del sistema fotovoltaico esta disponible como corriente continua de 12 Voltios; tecnología que es conocida de los sistemas de circuitos eléctricos de automóviles. Para corriente alterna de 220 Voltios se instalan inversores.

En Bolivia funcionan sistemas solares de electrificación en todas las regiones: Altiplano, Valles interandinos y las zonas tropicales.



**Fotografías 5 y 6:** Izquierda: Sistema de ocho paneles fotovoltaicos para la electrificación de dos edificaciones en el Altiplano de Potosí. Derecha: Sistema solar de un panel fotovoltaicos para iluminación y radiocomunicación en el Altiplano de La Paz.

**Fuente:** FALK SOLAR.

### **3.6 ¿Cuales son las ventajas?**

Los sistemas fotovoltaicos suministran energía eléctrica para iluminación, computación, equipo de video y radiocomunicación. No son aptos para necesidades elevadas de energía como en el caso de calentamiento de agua.

### **3.7 ¿Cuáles son los resultados?**

Interconectando varios paneles fotovoltaicos y trabajando con bancos de baterías, se pueden cubrir también necesidades elevadas de energía eléctrica. Mediante un sistema de 8 paneles solares de 50 Vatios cada uno es posible por ejemplo electrificar completamente dos casas con sistema de computación, iluminación, equipos de video y sistema de radiocomunicación.

## **4. Conclusiones**

Las aplicaciones de energía solar: calentamiento de agua con calefones solares, climatización de ambientes (calentamiento o enfriamiento) y el suministro de energía eléctrica con paneles solares, pueden contribuir a mejorar la calidad de hospedaje y por ende la percepción de confort de los huéspedes.

Al ser la energía solar, un recurso renovable y una energía limpia se contribuye además a la protección del medio ambiente, hecho que es muy importante especialmente para el ecoturismo.

Al ser las comunidades principales beneficiarios y potenciales gestores de emprendimientos económicos en turismo rural en Bolivia, podrían las familias también beneficiarse con el acceso a esta tecnología.

## **5. Bibliografía:**

Anderson, Bruce:  
"The Solar Home Book - Heating, Cooling and Designing with the Sun" Cheshire Books, EE.UU., 1976.

Halacy, Dan:  
"Home Energy"  
EE.UU., año (?)

Humm, Othmar (Editor):  
"NiedrigEnergie und PassivHäuser"  
(Casas de poco consumo de energía y de uso pasivo de energía solar) Ökobuch Verlag, Alemania, 1998.

Mayer Falk:  
"Calentador Solar con Estanque integrado al Colector"  
II Seminario Nacional de Energía Solar, 9 – 10 – 11 de Septiembre de 1992, La Paz, GTZ, UMSS, UMSA.

Margevicius, José; Schorgmayer, Helmut:  
"La Energía Solar y su Aplicación en Calentadores Solares"  
Universidad Católica Madre y Maestra, Departamento de Publicaciones, Santiago, República Dominicana, 1981.

## **Contacto:**

### **CONTACTO:**

Dra. María – Elena Ferrel Zelada  
Gerente Administrativa FALK SOLAR  
Dipl.-phys. Reinhard Mayer Falk  
Licenciatura Alemana en Física  
Gerente FALK SOLAR  
Tel./Fax. 00591 – 2 – 2 41 99 13  
e-mail: mariaelena@falksolar.com  
          reinhard@falksolar.com  
          falk\_solar@hotmail.com  
web : www.falksolar.com  
c. Francisco Bedregal No. 2911  
La Paz – Sopocachi  
BOLIVIA