

“PRODUCCIÓN MAS LIMPIA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA: CASO DEL USO DE LA ENERGÍA SOLAR”

Dr. Tomás de Jesús Guzmán Hernández, Gonzalo Quiroz Vindas; Freddy Araya Rodriguez. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional de San Carlos, Costa Rica. Correo electrónico: tjguzman@itcr.ac.cr; faraya@itcr.ac.cr

Introducción

En la actualidad se debe trabajar en la aplicación de energías limpias tales como energía solar, el uso de biomasa y otras fuentes renovables, como alternativa al cambio climático, la captura local de carbono y poder mitigar el efecto de invernadero a nivel de local, nacional y a nivel de todo el planeta.

El presente trabajo ha logrado diseñar, construir y comenzar a generar datos de interés que muestren el potencialidad de la energía solar en actividades agropecuarias en la región Huetar Norte de Costa Rica a través de sistemas de captación térmico de calentamiento de agua con sistemas termosifónicos y fotovoltaicos para la generación de energía.

OBJETIVO AMPLIO

Desarrollar sistemas energéticos renovables y su uso en el sector lechero en la Región Huetar Norte

Mejorar los sistemas productivos agropecuarios a través de la transferencia de tecnología con sistemas solares en lecherías y unidades de procesamiento de leche del ITCR, ETAI, San Bosco y Llafrak Juanilama Pocosol

¿ Que nos proporciona el sol ?

Luz y calor

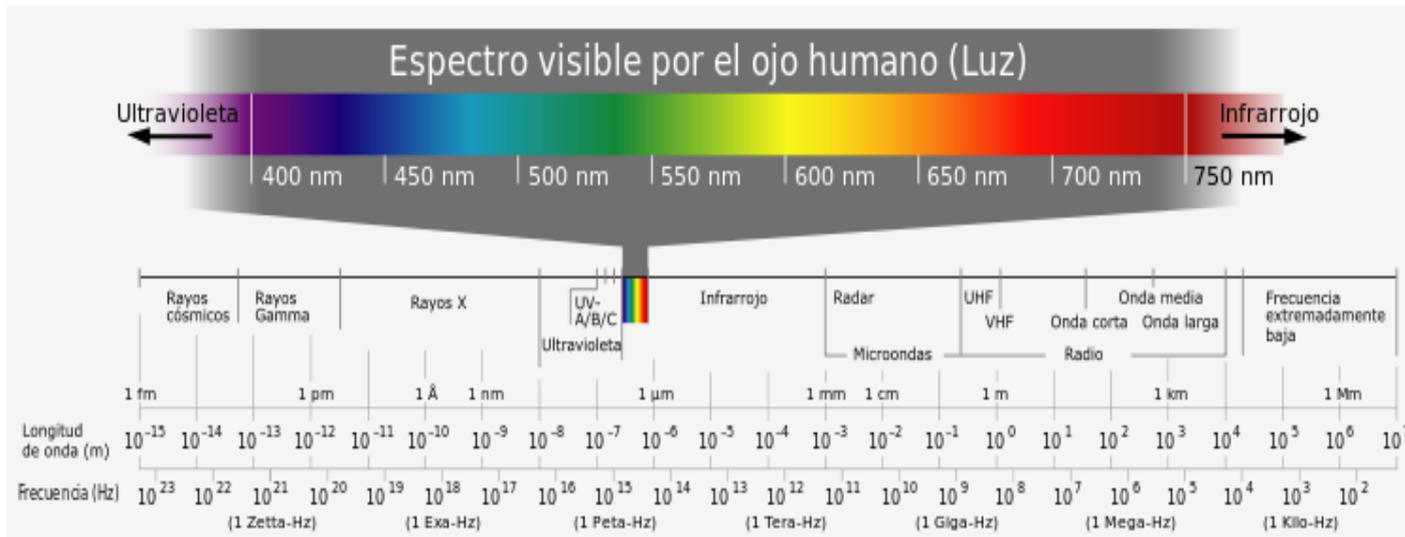
Lo más importantes es la:

ENERGIA



Definiciones básicas

La luz es una radiación electromagnética, que se descompone en un espectro visible



La luz además es una partícula (fotón), que tiene las siguientes características: es onda, masa y energía

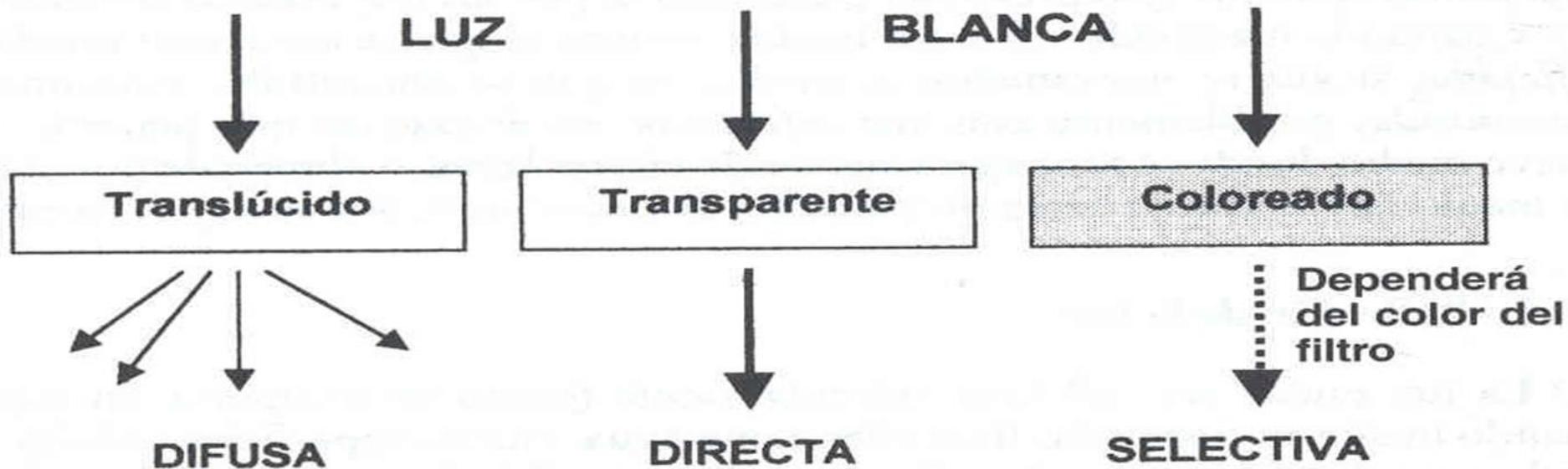
La luz, como todo elemento físico, tiene un comportamiento estable, de acuerdo con los siguientes parámetros

- ✓ Se propaga a partir de la fuente emisora el sol en todas las direcciones posibles y en forma de ondas perpendiculares a la dirección del desplazamiento.
- ✓ Se propaga sin detenerse, a través de la atmosfera, el agua, el vacío y se sigue propagando mientras no encuentre un obstáculo opaco que impida su paso.
- ✓ La luz viaja en línea recta dentro de una sustancia de composición uniforme mientras no haya nada que la desvíe y mientras no cambie el medio a través del cual se está propagando.
- ✓ La luz se desplaza a la velocidad de 300.000 km/s en el vacío.
- ✓ La luz está compuesta por partículas de energía llamados fotones que originan cambios químicos y reacciones eléctricas.
- ✓ Toda la energía lumínica es absorbida y transformada en calor o en energía.

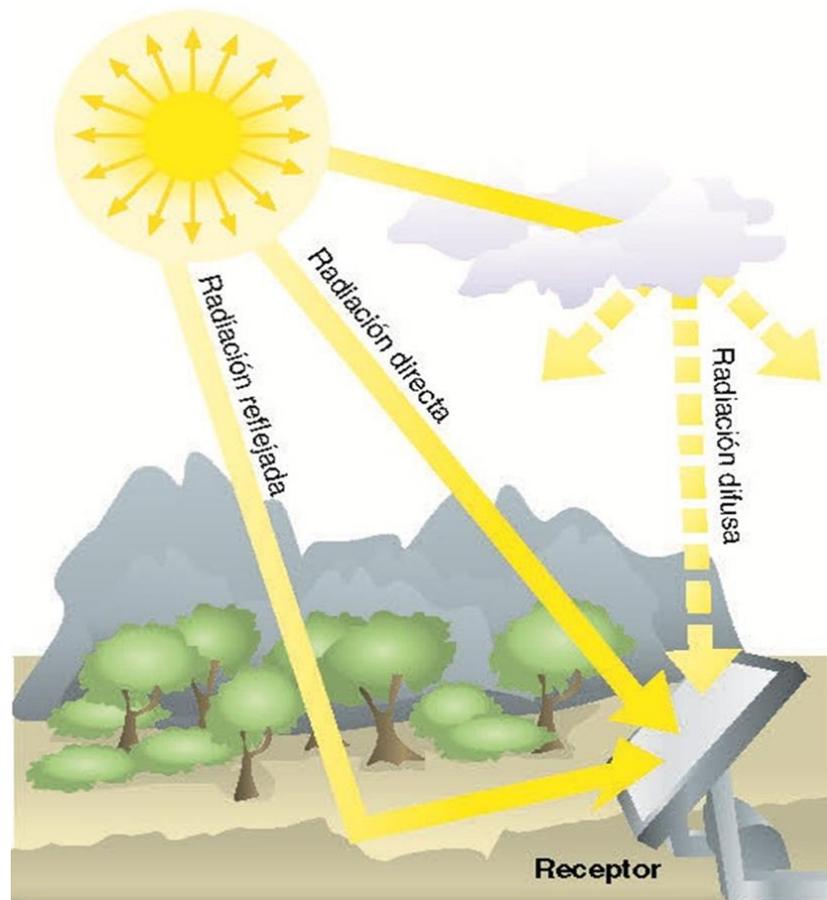
Absorción y transmisión

La luz puede pasar a través de objetos, transparentes, translucidos u opacos.

Cuando la luz incide sobre una superficie negra mate u opaca, es absorbida prácticamente en su totalidad, transformándose en calor por conducción.

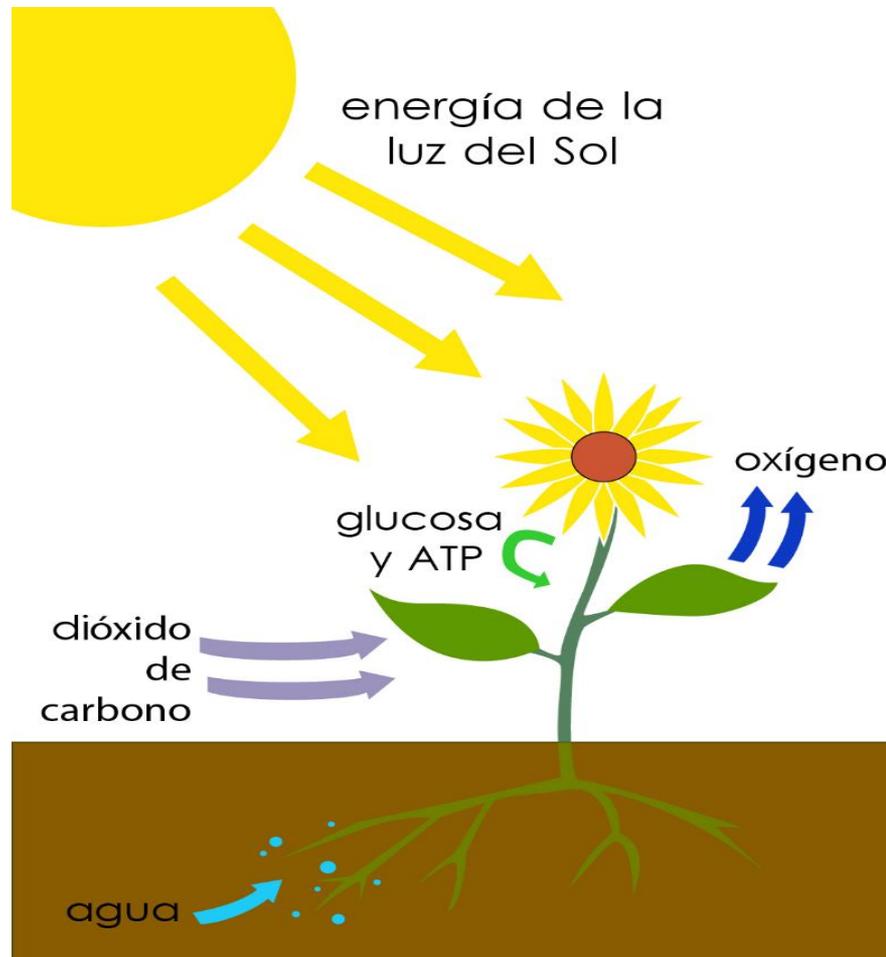


La radiación es aprovechable en sus componentes directos y difusos, o en la suma de ambos. La radiación directa es la que llega directamente del sol, sin reflexiones o refracciones intermedias.



USOS DE LA ENERGÍA SOLAR

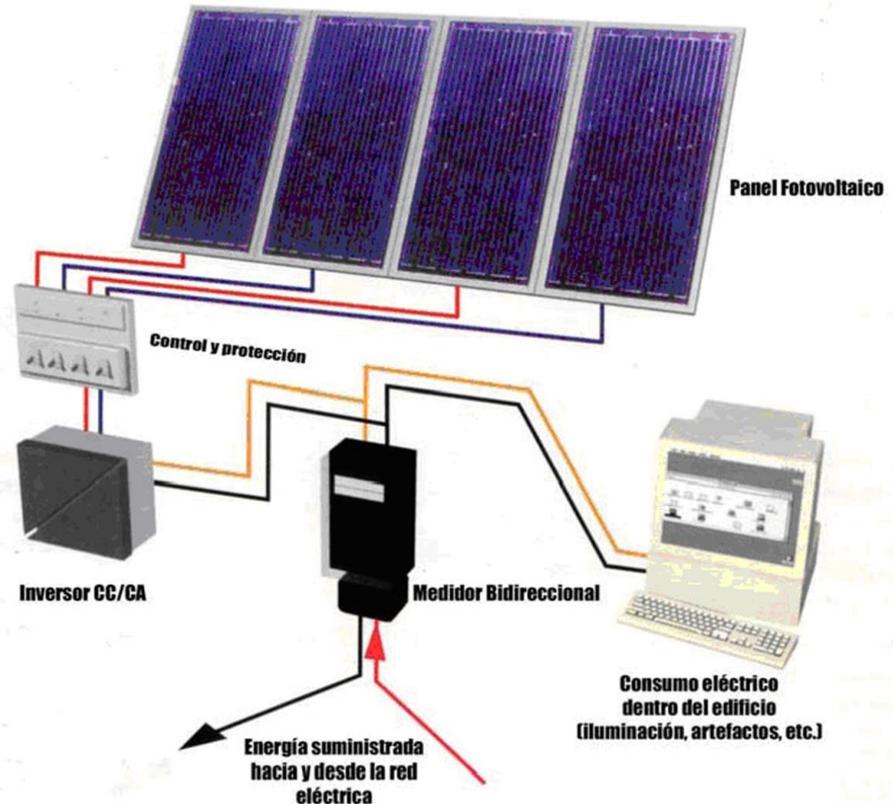
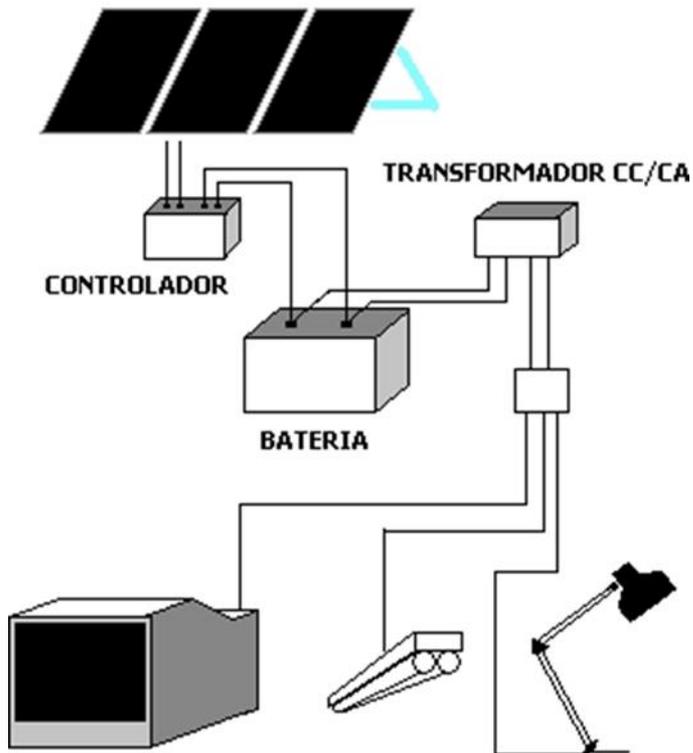
Biológico: FOTOSÍNTESIS

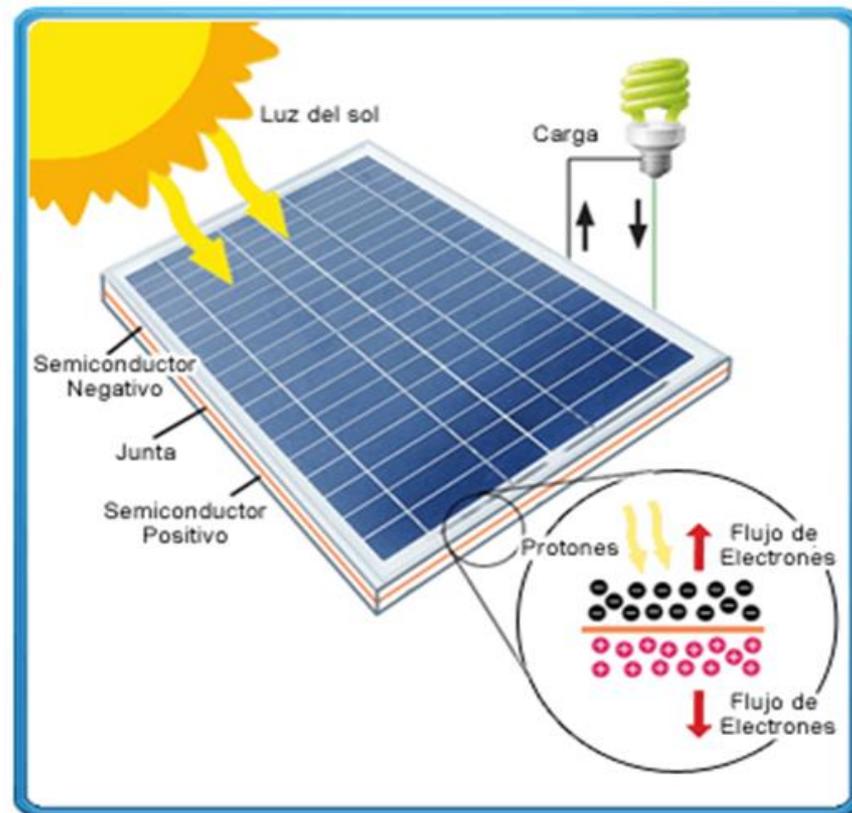
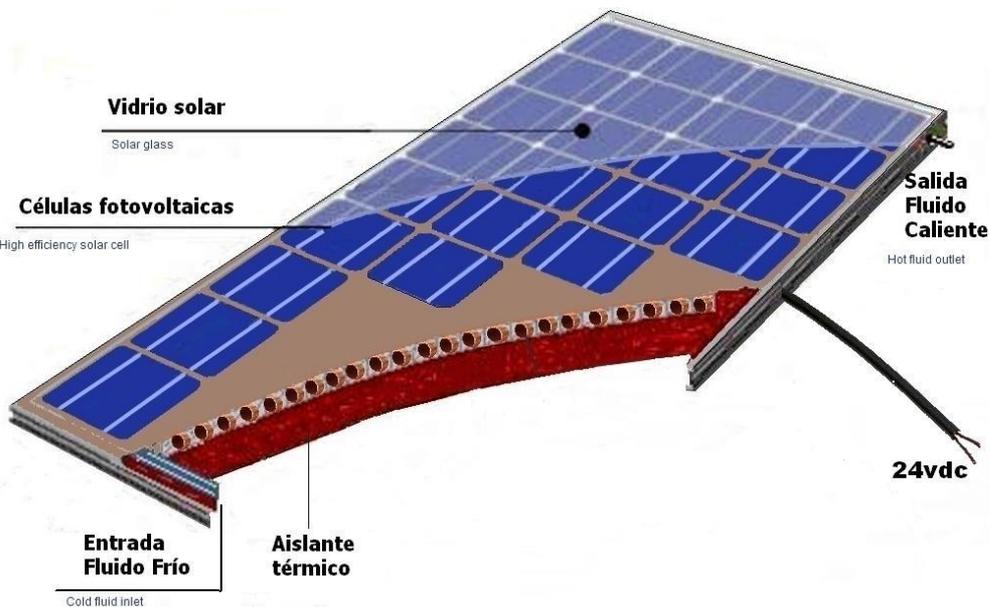


USOS DE LA ENERGÍA SOLAR

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: Generación de electricidad para diversos usos

ESQUEMA SISTEMA AISLADO





www.panelsolarhibrido.es

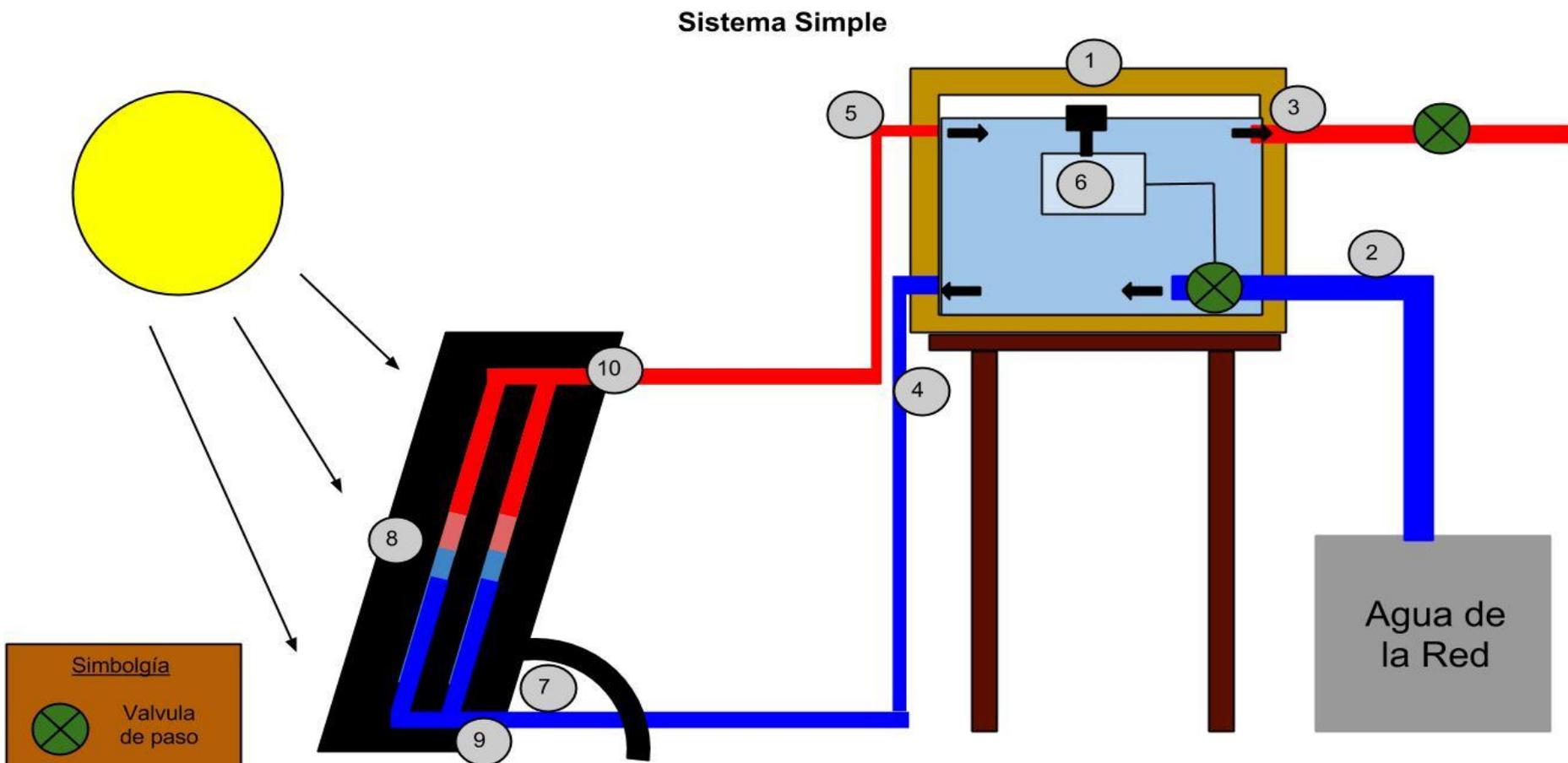
Las células fotovoltaicas funcionan según un fenómeno físico básico denominado “efecto fotoeléctrico”.

ENERGÍA SOLAR



USOS DE LA ENERGÍA SOLAR

SISTEMAS FOTOTÉRMICOS: Calentamiento de agua, para diversos





Tecnologías solares

Energía solar activa:

- ✓ Uso de baja temperatura (baja entalpía) entre 35 °C y 90 °C, se utiliza en sistemas residenciales y pequeñas instalaciones productivas
- ✓ Uso de media temperatura hasta unos 300 °C (entalpía media),
- ✓ Uso de alta temperatura, llega hasta los 2000 °C, (alta entalpía). Esta última, se consigue al incidir los rayos solares en espejos, que van dirigidos a un reflector que lleva a los rayos a un punto concreto. También puede ser por centrales de torre y por espejos parabólicos.

Energía solar pasiva:

- ✓ Aprovecha el calor del sol y la luz sin necesidad de mecanismos o sistemas mecánicos, ubicación de acuerdo a los puntos geográficos o cardinales, la latitud, la longitud o el tipo de construcción.

Tecnologías solares

Energía solar fototérmica:

Es usada para producir agua caliente de baja, media y alta temperatura para uso sanitario, calefacción e industrial

Energía solar fotovoltaica:

Es usada para producir electricidad mediante placas de semiconductores que se alteran con la radiación solar

Energía solar termoeléctrica:

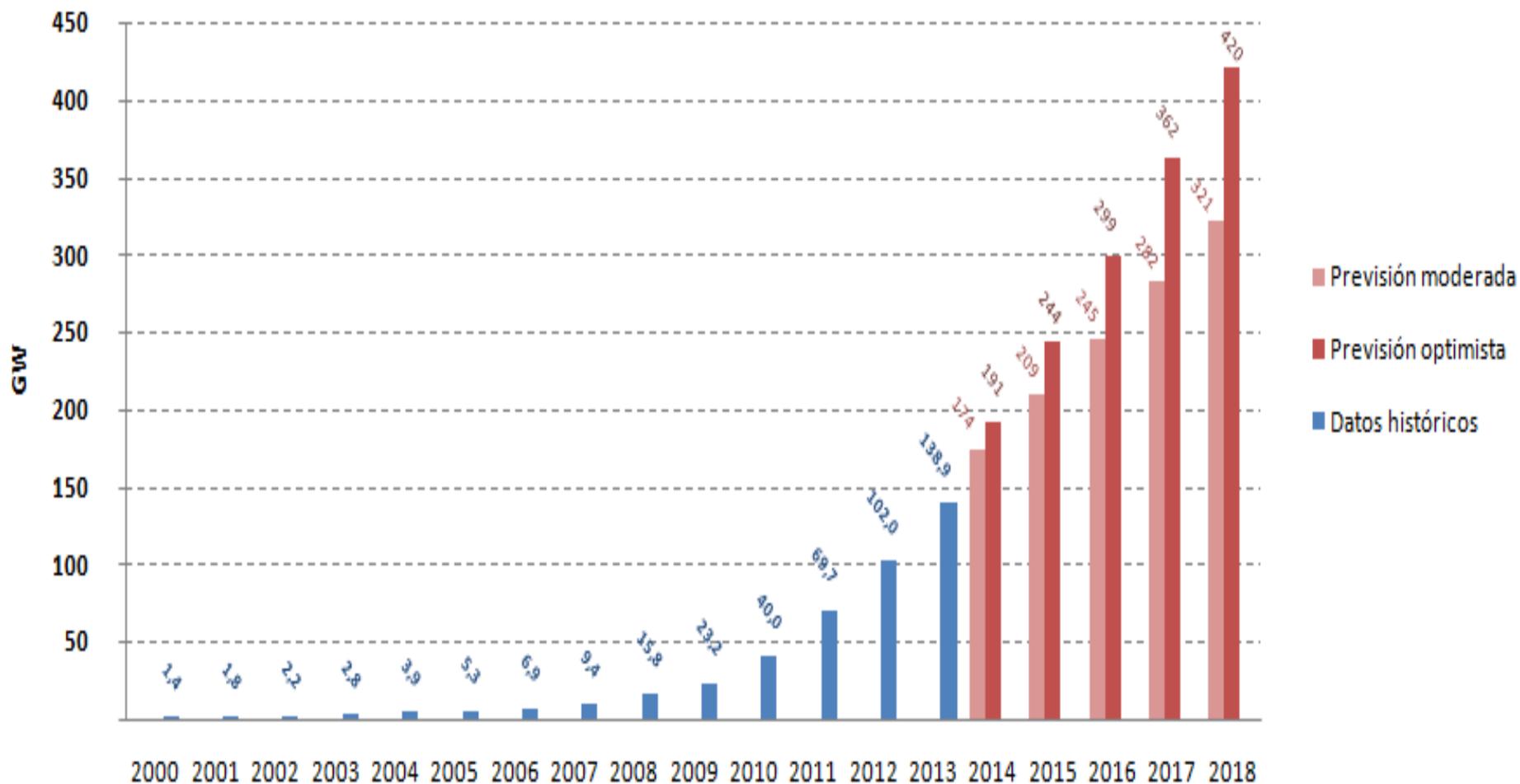
Es usada para producir electricidad con un ciclo termodinámico convencional a partir de un fluido calentado a alta temperatura (agua o aceite térmico)

Tecnologías solares

Energía solar híbrida: Combina la energía solar con otro tipo de energía cualquiera sea, tal como la electricidad, gas, biogás, bunker, diesel u otras.

Energía eólico - solar: Funciona con el aire calentado por el sol, que sube por una chimenea donde están los generadores.

EJEMPLOS

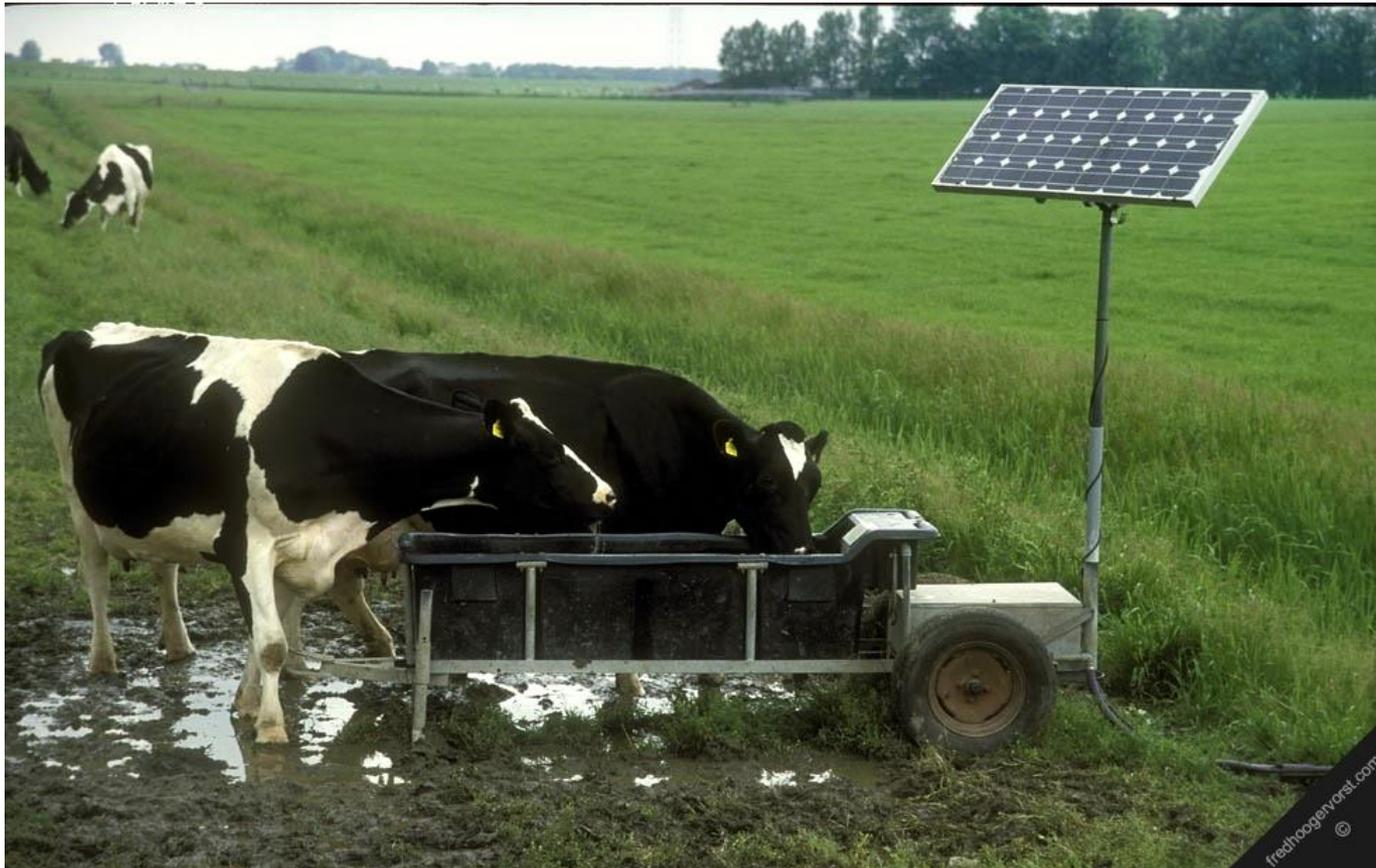




RIEGO LOCALIZADO



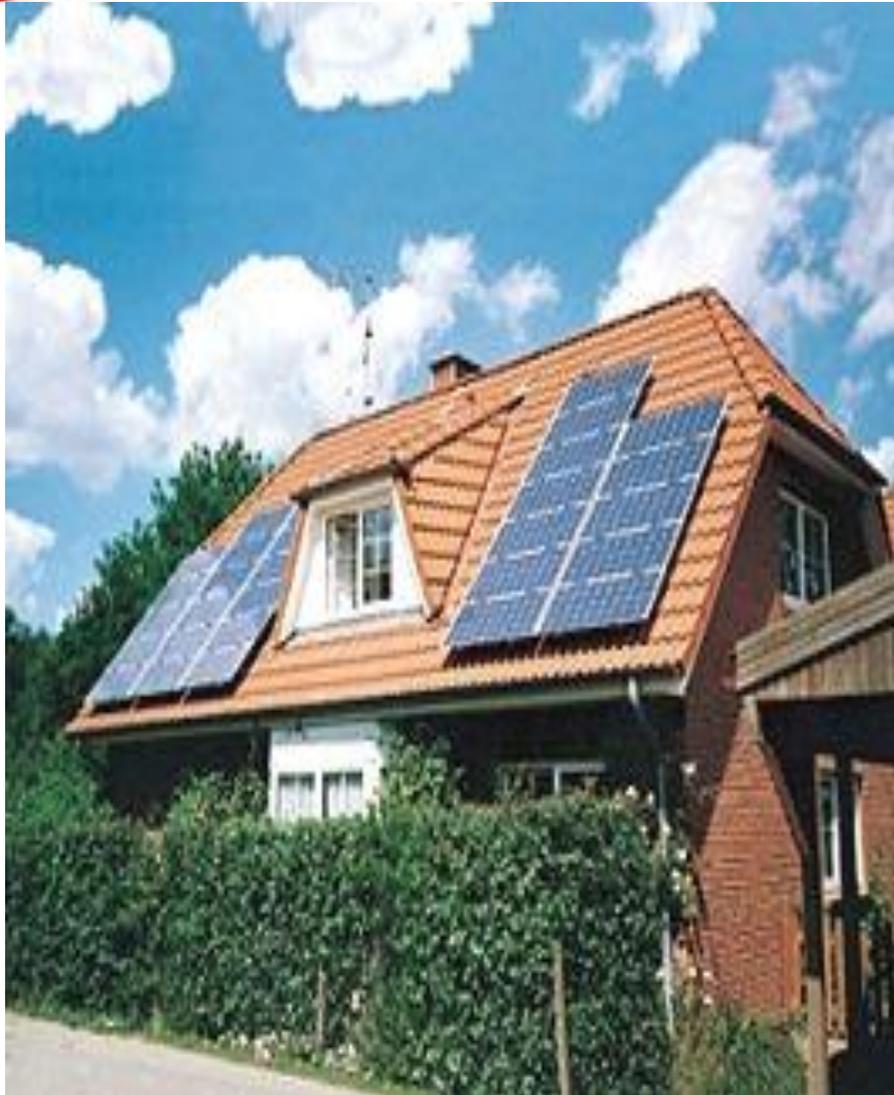
EQUIPO AGRÍCOLA DE CULTIVO



BOMBA DE EXTRACCIÓN DE AGUA



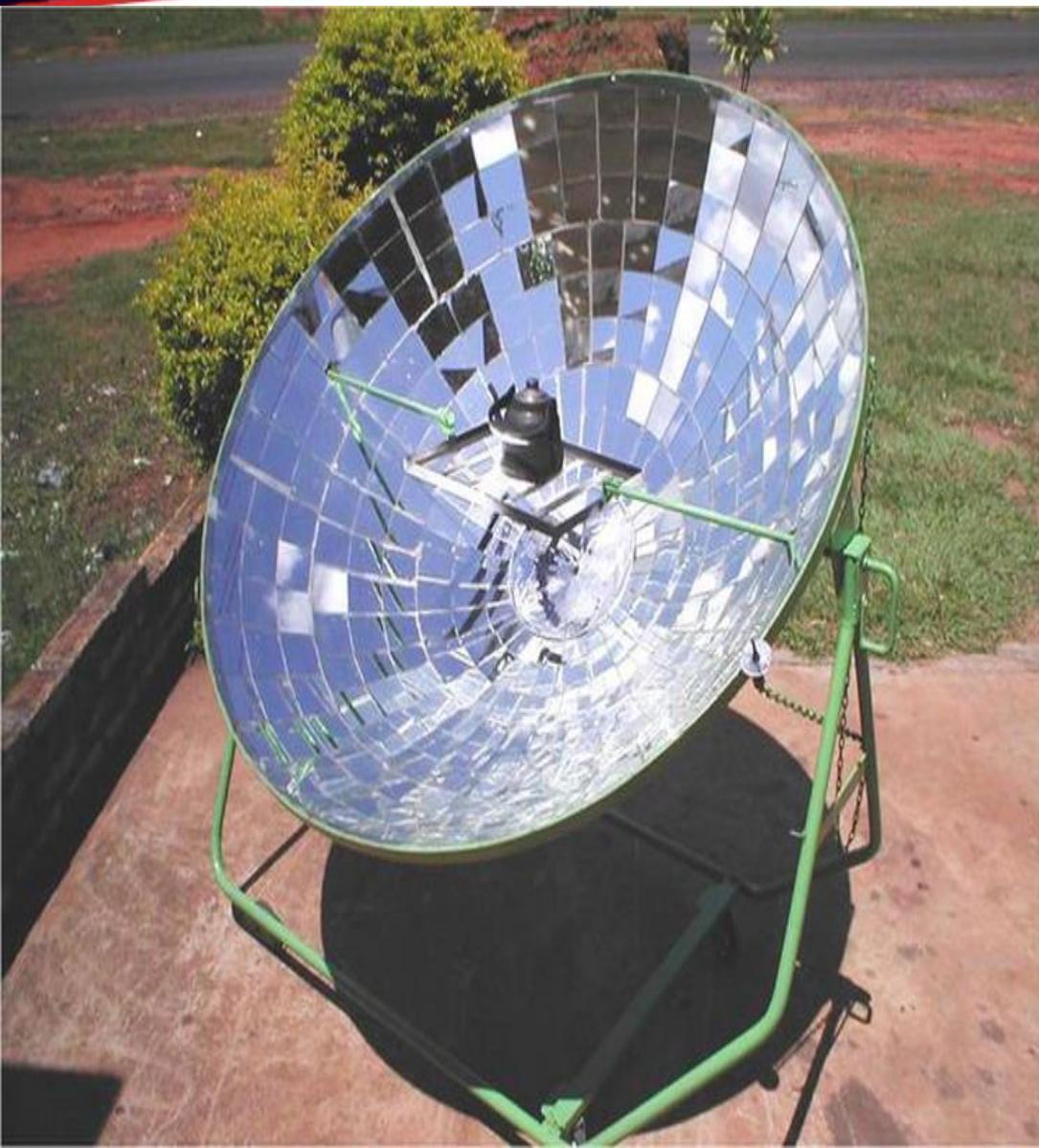
**SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-SOLAR DE BOMBEO
PARA EXTRACCIÓN DE AGUA EN SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA-GANADERO**



**SISTEMA SOLAR INTEGRADO EN UNA VIVIENDA
(TERMICO-FOTOVOLTAÍCO)**



**Energía solar
termoeléctrica
Desierto de Sahara**



**Equipo solar térmico
para lograr altas
temperaturas.
Hasta los 2000 °C
(alta entalpia)**



SECADOR SOLAR

Que se ha hecho en Costa Rica, con la energía solar

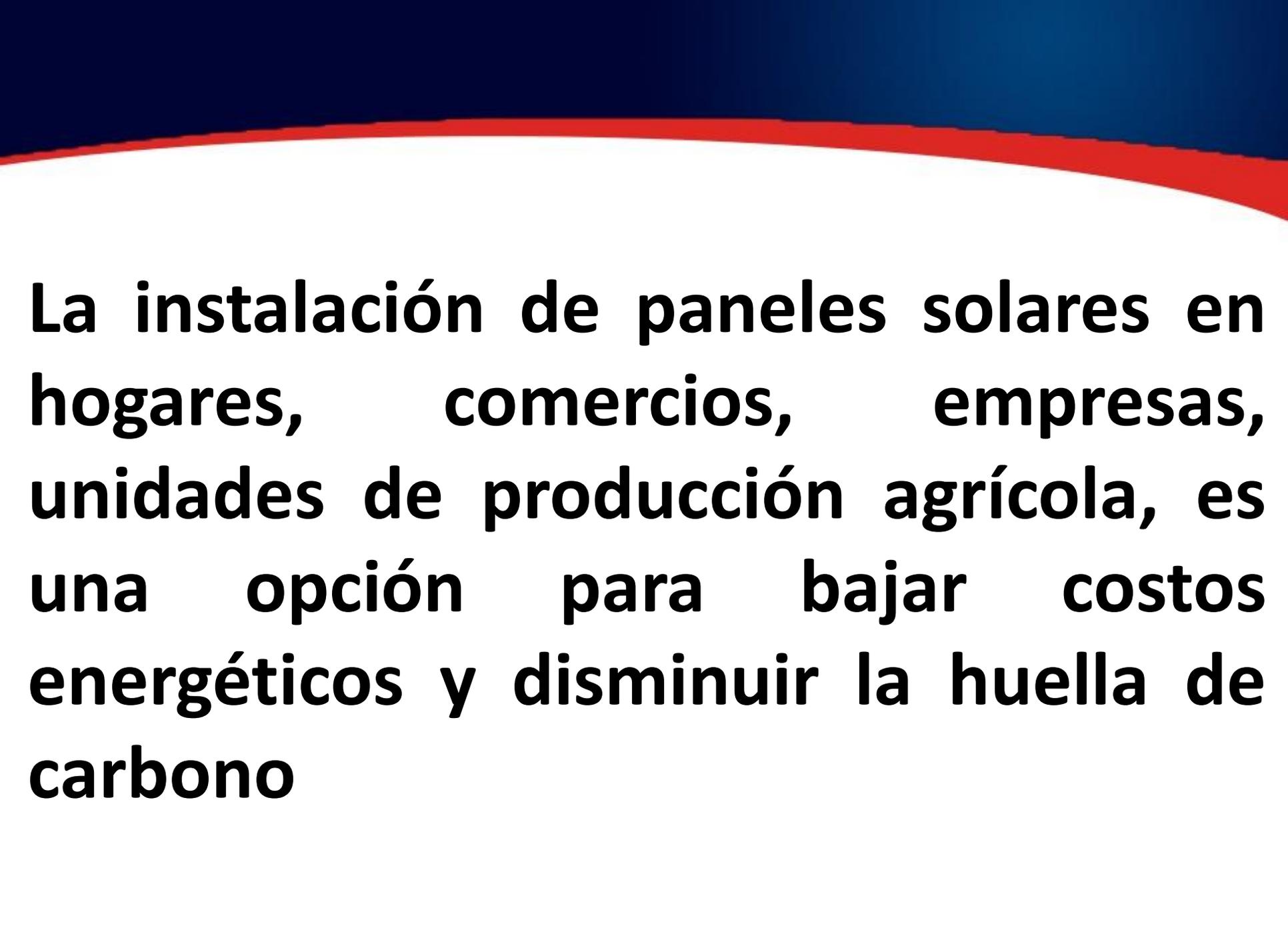
Largas hileras de paneles solares en los que se produce la electricidad necesaria para abastecer a 600 hogares llaman la atención en medio del verdor de La Fortuna de Bagaces, en la costera provincia costarricense de Guanacaste(ICE).



Costa Rica tendrá mini ciudad solar con proyecto de Sun Fund Americas

En Liberia se construirá proyecto modelo que se desarrollará en 11 países más





La instalación de paneles solares en hogares, comercios, empresas, unidades de producción agrícola, es una opción para bajar costos energéticos y disminuir la huella de carbono

QUE HEMOS HECHO EN EL TEC

Sede Regional de San Carlos:

La primera propuesta de un Centro Tecnológico Fotovoltaico, que se encuentra en discusión...

Las dos primeras instalaciones de generación térmica y fotovoltaica en la lechería del Programa de Producción Agropecuaria (PPA), de la Escuela de Agronomía

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN
CENTRO TECNOLÓGICO
FOTOVOLTAICO EN EL INSTITUTO
TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
(ITCR)

SEDE REGIONAL
SAN CARLOS



12 de Junio de 2014



METODOLOGÍA

Se diseñaron y construyeron dos sistemas solares termosifónicos para calentamiento de agua, para uso de lecherías (ver principios de funcionamiento y fotos)

1. Lechería del Programa de Producción Agropecuaria del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en la Escuela de Agronomía, de la Sede Regional de San Carlos.
2. Lechería de la Escuela Técnica Agrícola e Industrial (ETAI)

Se diseñó un sistema fotovoltaico de 2 KW, para Lechería del Programa de Producción Agropecuaria del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en la Escuela de Agronomía, de la Sede Regional de San Carlos.

Se comenzó a generar y evaluar datos de interés que muestren el potencialidad de la energía solar en actividades agropecuarias en la región Huetar Norte de Costa Rica.

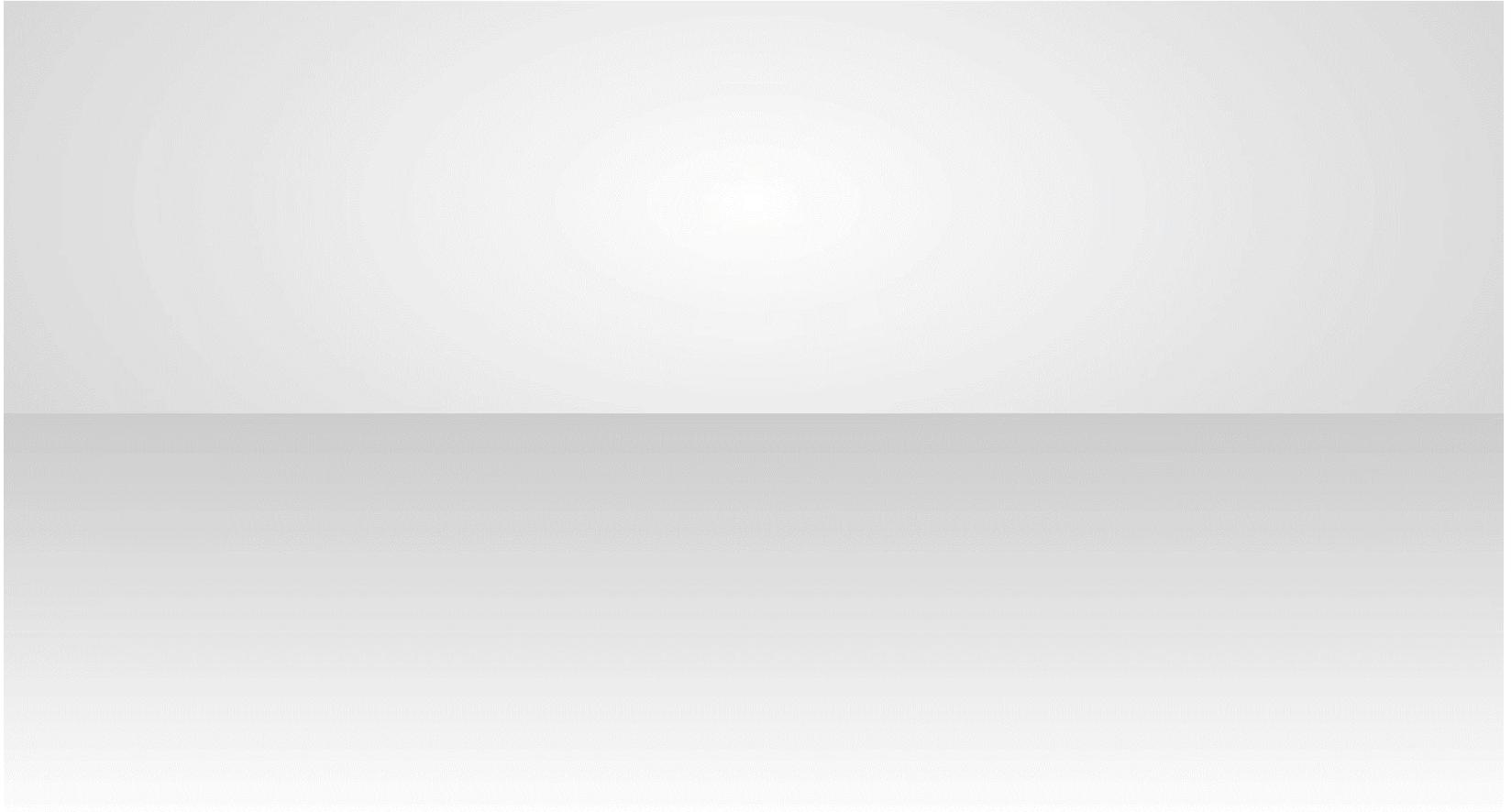
METODOLOGÍA

- **Se diseñaron dos sistemas solares térmicos forzados para pasteurización de leche, para la producción de quesos, yogurt y natillas**

(Se encuentran en trámites en estos momentos)

- 1. Asociación de productores de leche LLAFRAK**
- 2. Asociación de productores de leche San Bosco**

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA TERMICO





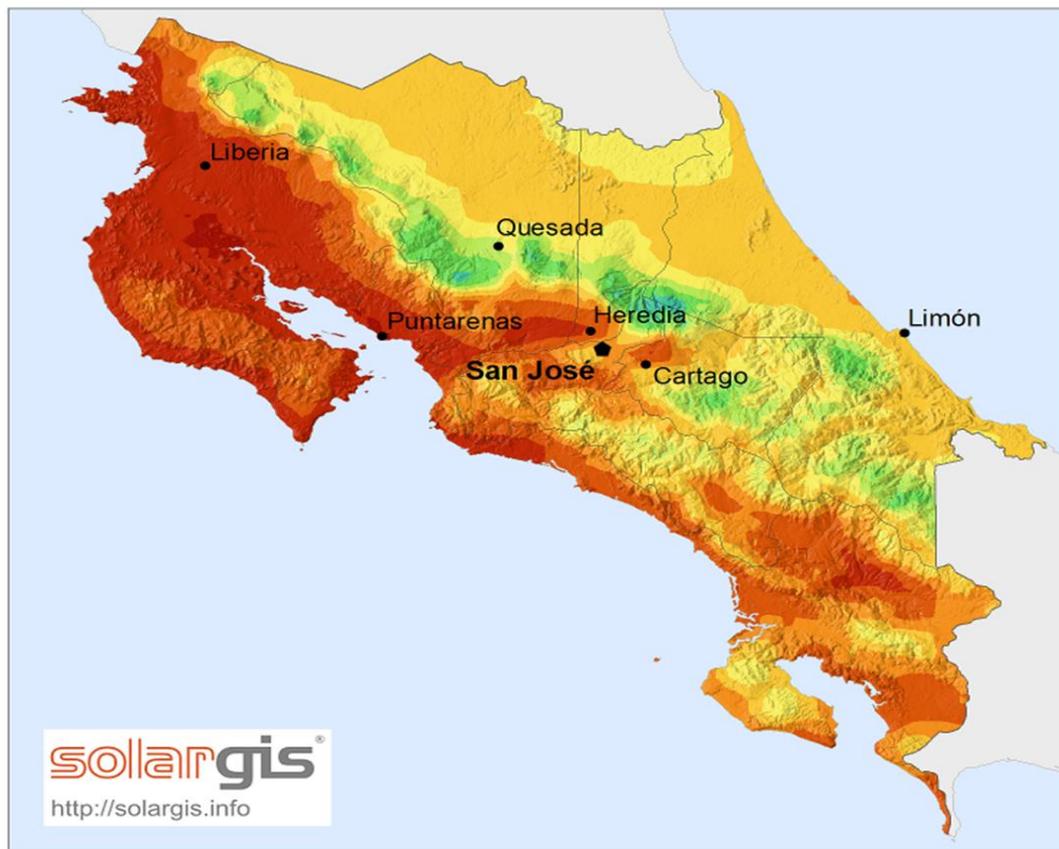
Argumentos de su uso

Flujo Solar Anual y Consumo de energía humano

Solar	3 850 000 <u>EJ</u>
<u>Energía eólica</u>	2.250 EJ
<u>Biomasa</u>	3000 EJ
Uso energía primario	487 EJ
Electricidad	56,7 EJ

Global Horizontal Irradiation

Costa Rica



Yearly sum of global horizontal irradiation, average 1999-2012



0 50 km

Mapa de radiación global horizontal promedio anual, tomado de la tesis de Tony Weigl. Analysis of the Technical Potential and Profitability of Photovoltaic in Costa Rica. 2013

Argumentos de su uso

La energía solar es renovable obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del sol.

Esa radiación se puede aprovechar por medio de diversos captadores como células fotovoltaicas, colectores térmicos, pudiendo transformarse en energía eléctrica o térmica

Argumentos de su uso

La energía solar aumentará la sostenibilidad de cualquier sistema por las siguientes razones:

- ✓ Reducción de la contaminación ambiental
- ✓ Disminución de los costos de diferentes tipos de facturas económicas
- ✓ Mitigación del cambio climático
- ✓ Es una energía absolutamente limpia
- ✓ Evitará la subida excesiva de los precios de los combustibles fósiles

USOS DE LA ENERGÍA SOLAR EN LA AGRICULTURA

- ✓ Calentamiento de agua, para esterilizar equipos limpieza fitosanitaria e hidrotratamientos
- ✓ Calentamiento de agua para pasteurización
- ✓ Calentamiento de agua para generar vapor
- ✓ Calentamiento de aire, para secado
- ✓ Generación de corriente para cercas eléctricas en ganadería, equipos agrícolas y cultivo
- ✓ Uso para bombas de agua para uso doméstico, agrícola y de riego
- ✓ Uso doméstico en instalaciones habitacionales alejadas de centros de distribución eléctrica
- ✓ **Otros usos....cocinas, restaurantes, hoteles, etc....**

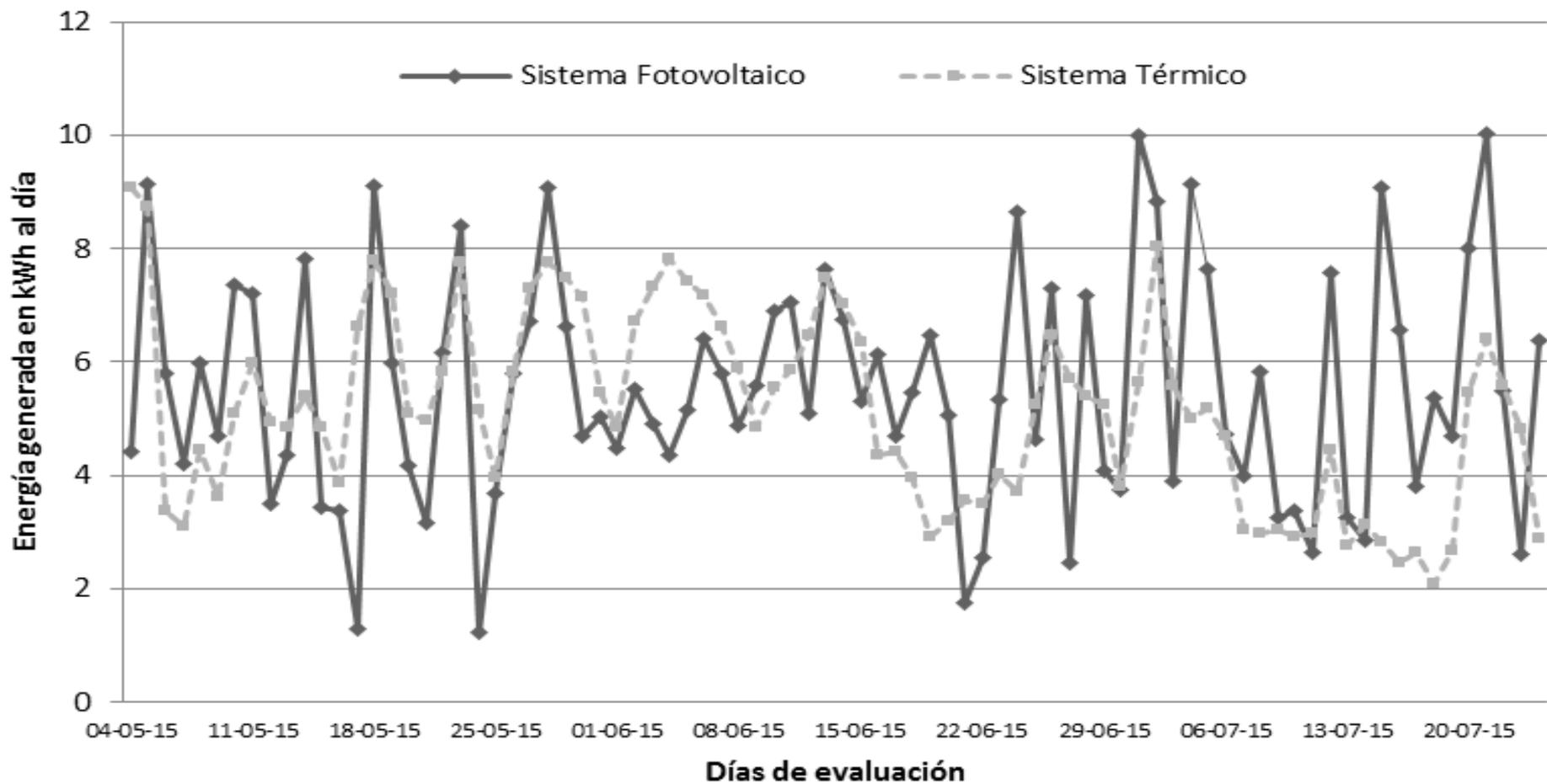
PROPUESTA A MEDIANO PLAZO SEGÚN ICE

ENERGÍA SOLAR FV

- Activación comercial e incremento en los planes de Generación Distribuida: Empresa privada y Grupo ICE
- Disponibilidad en el mercado financiero de productos bancarios adecuados para el modelo de inversión de sistemas de generación distribuida, (NETEO/BALANCE NETO)

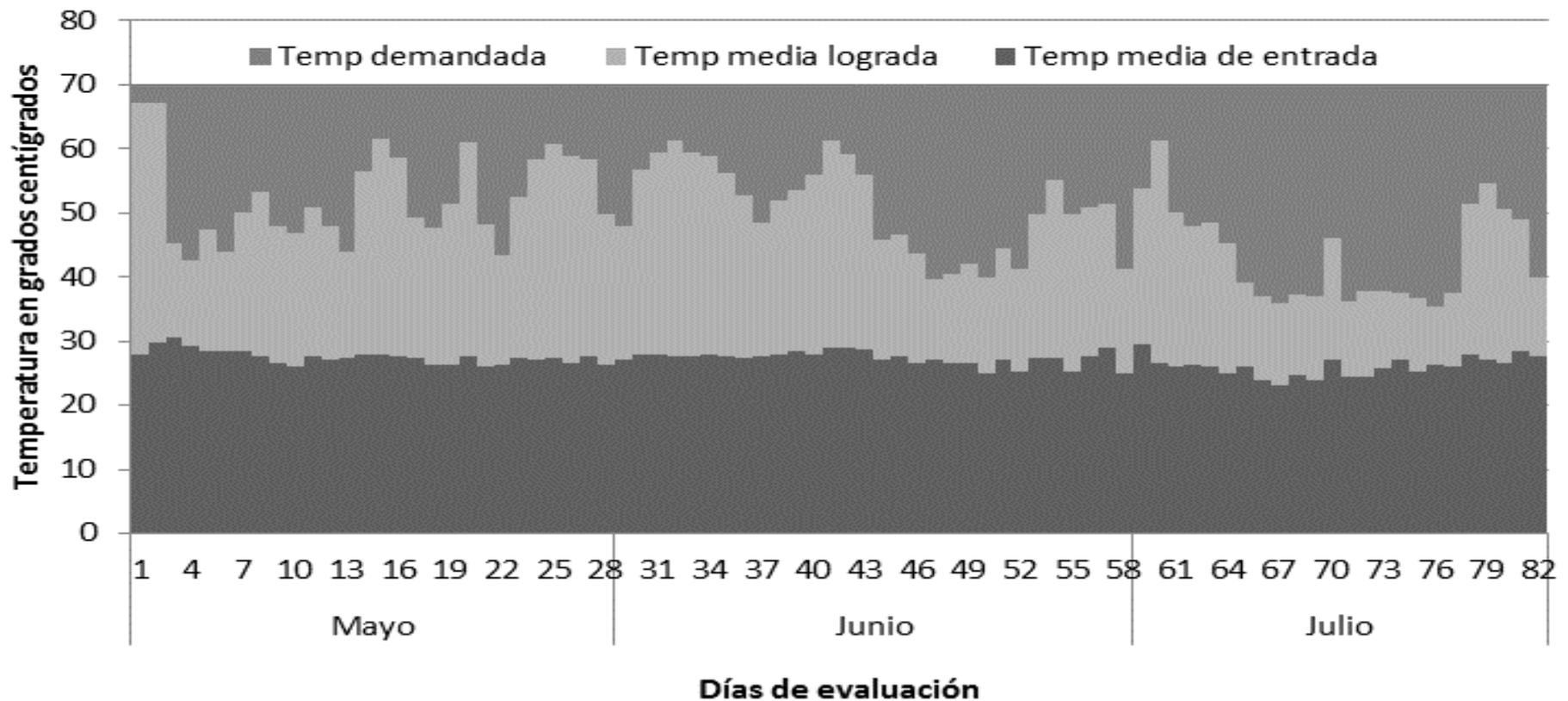
RESULTADOS

Equivalente energético generado por los sistemas de paneles térmicos y fotovoltaicos en los meses de Mayo a Julio de 2015

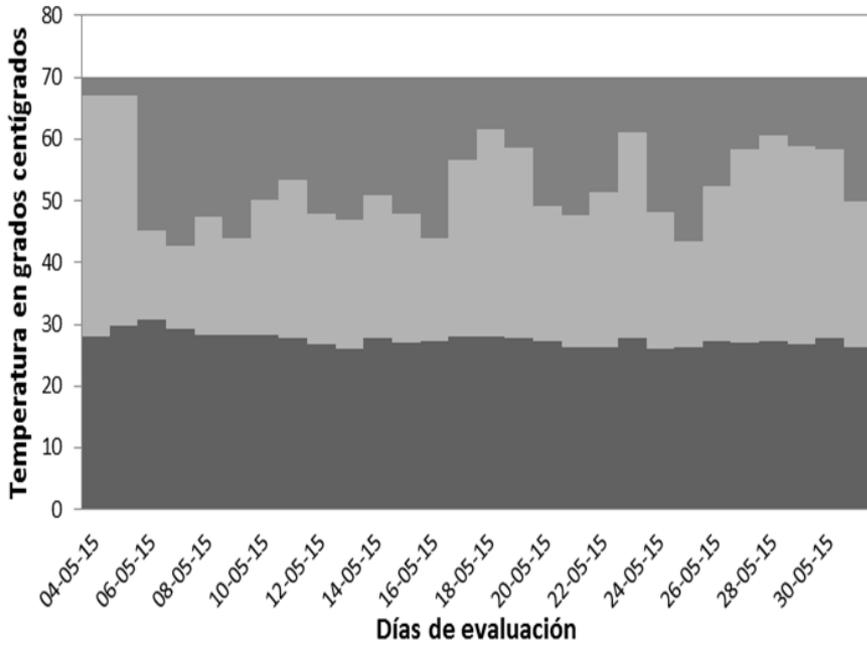


Temperaturas diarias registradas en el sistema de paneles térmicos instalados en la lechería del ITCR sede San Carlos durante los meses de mayo a julio del 2015.

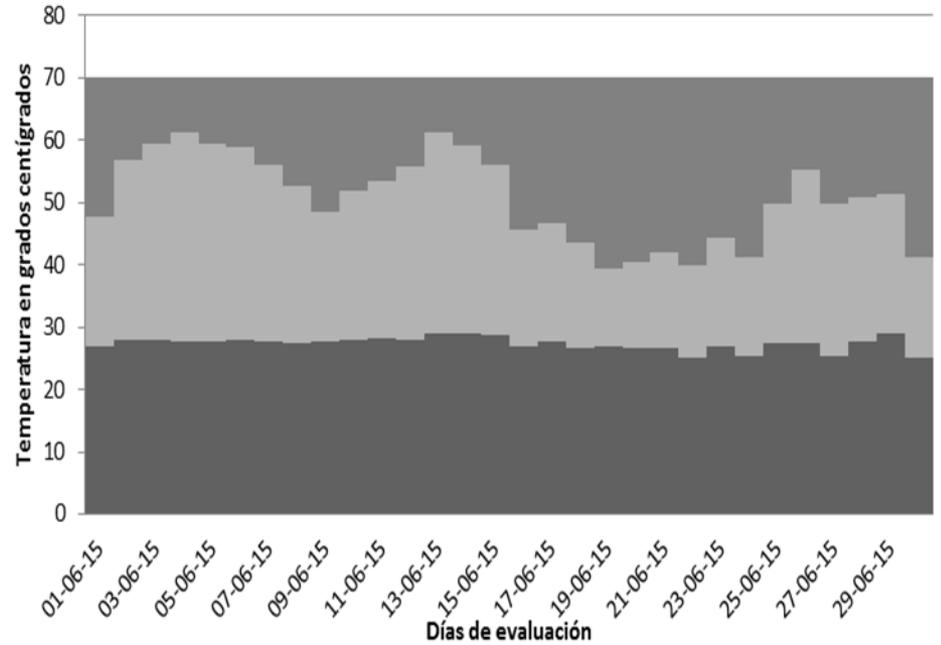
Temperatura del agua en paneles térmicos



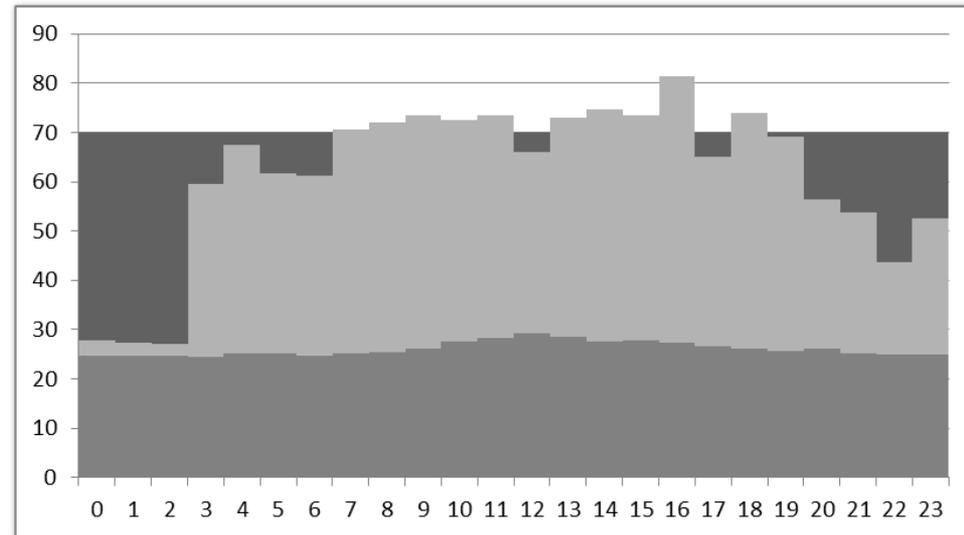
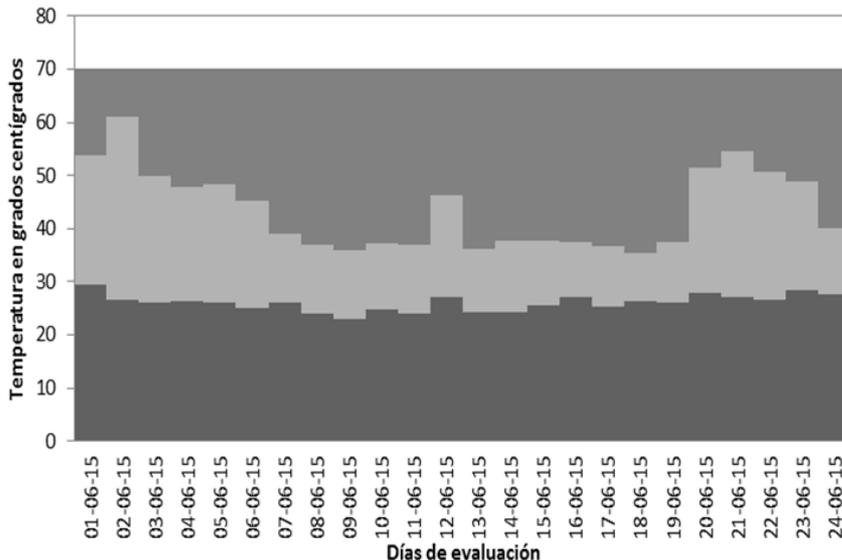
■ Temp demandada ■ Temp media lograda ■ Temp media de entrada

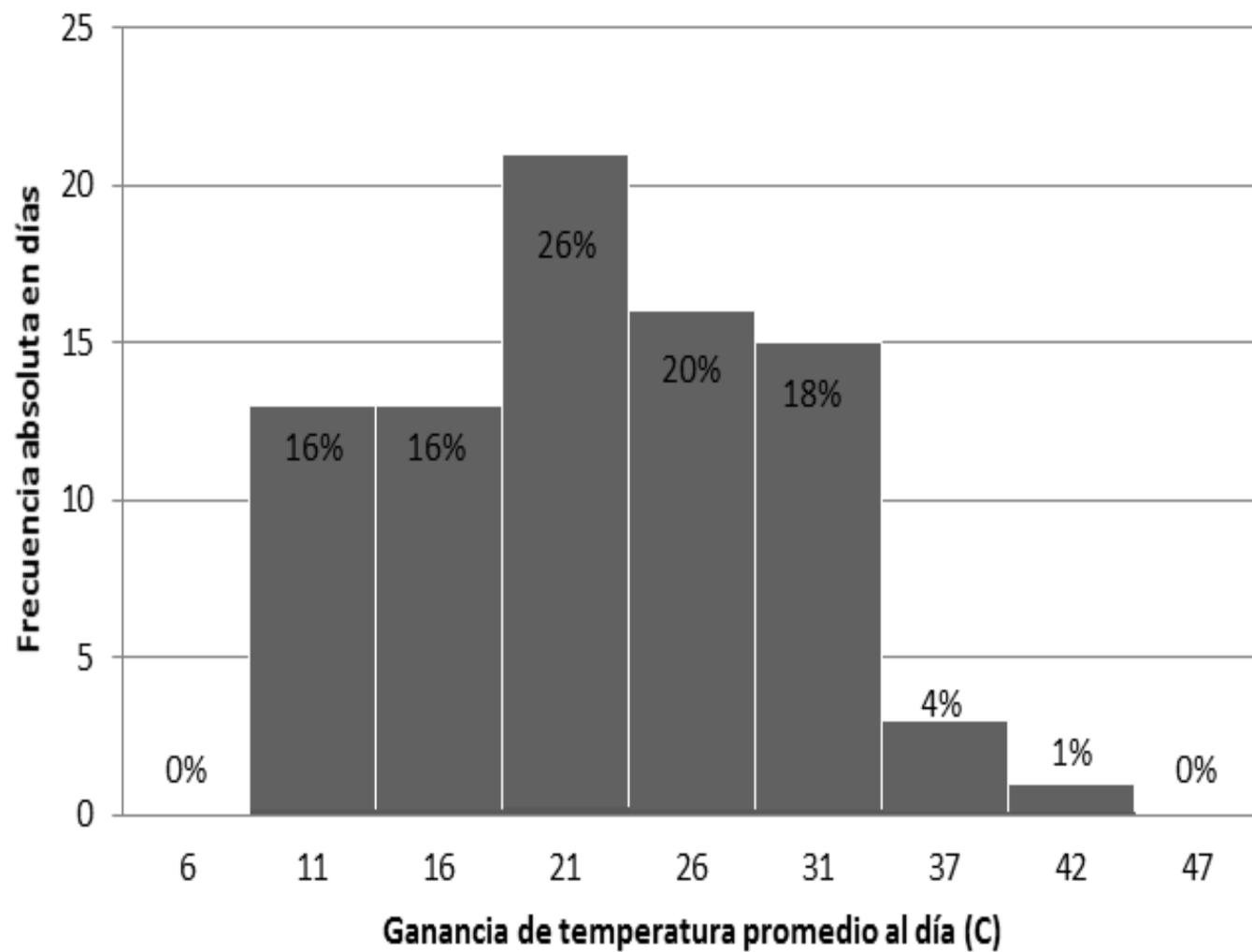


■ Temp demandada ■ Temp media lograda ■ Temp media de entrada

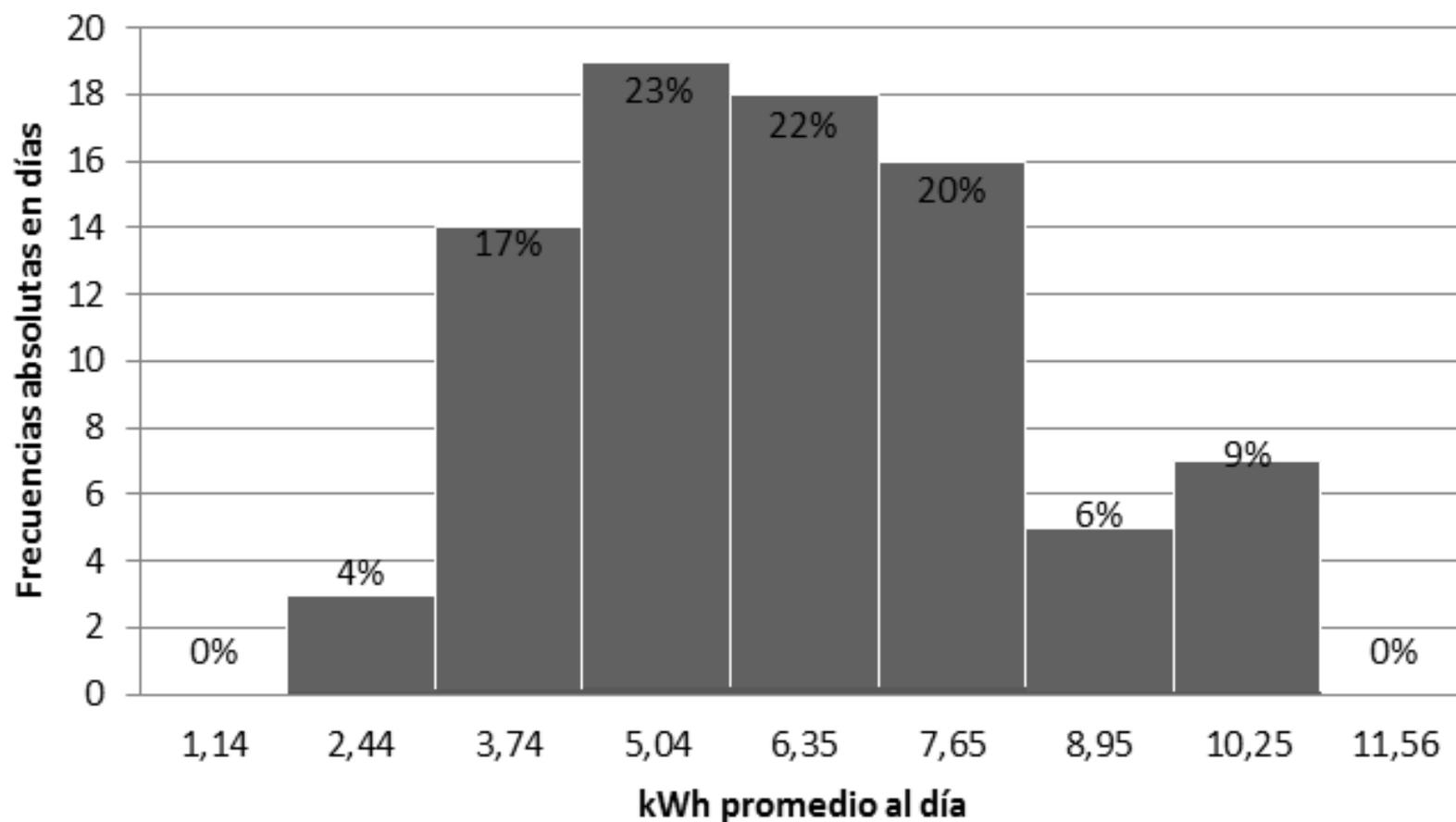


■ Temp demandada ■ Temp media lograda ■ Temp media de entrada



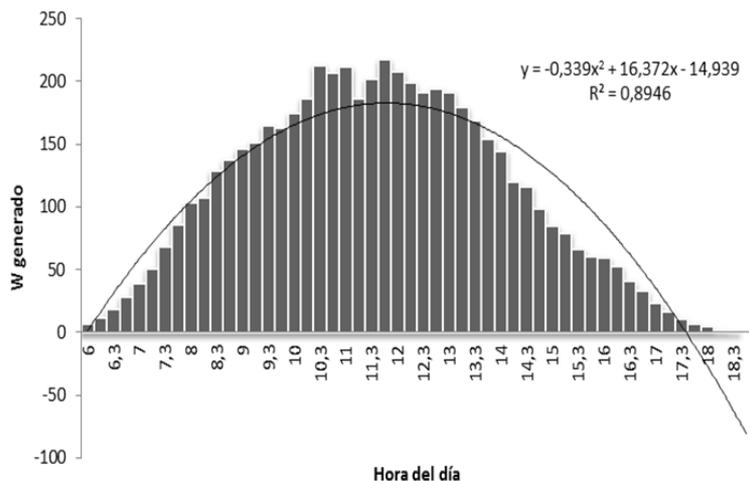


kWh/día promedio al día durante el periodo de Mayo a Julio

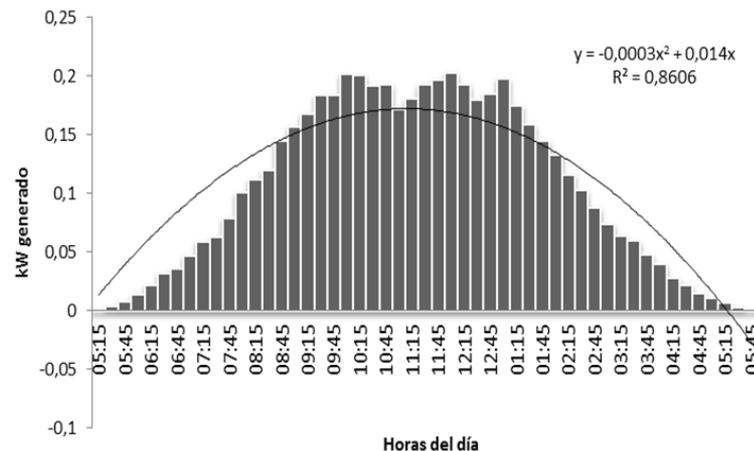


MEDIA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR HORAS AL DÍA DE MAYO-JULIO, SISTEMA FOTOVOLTAICO

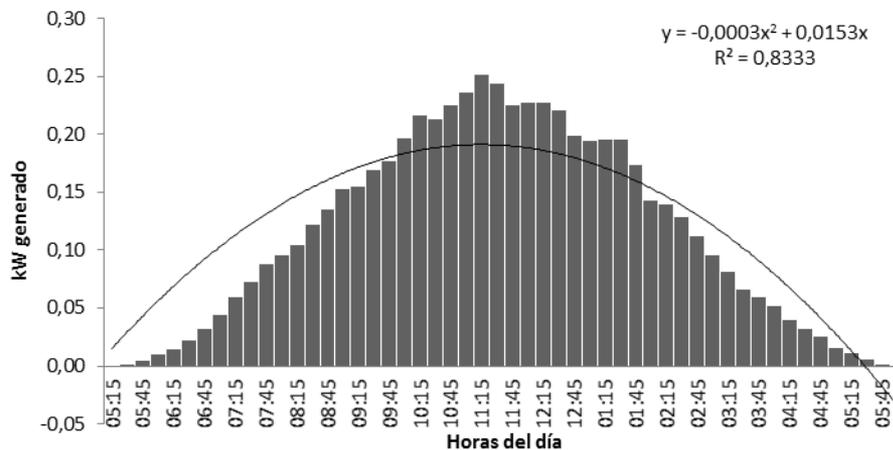
Comportamiento de la generación (kWh) durante el día para el mes de Mayo de 2015

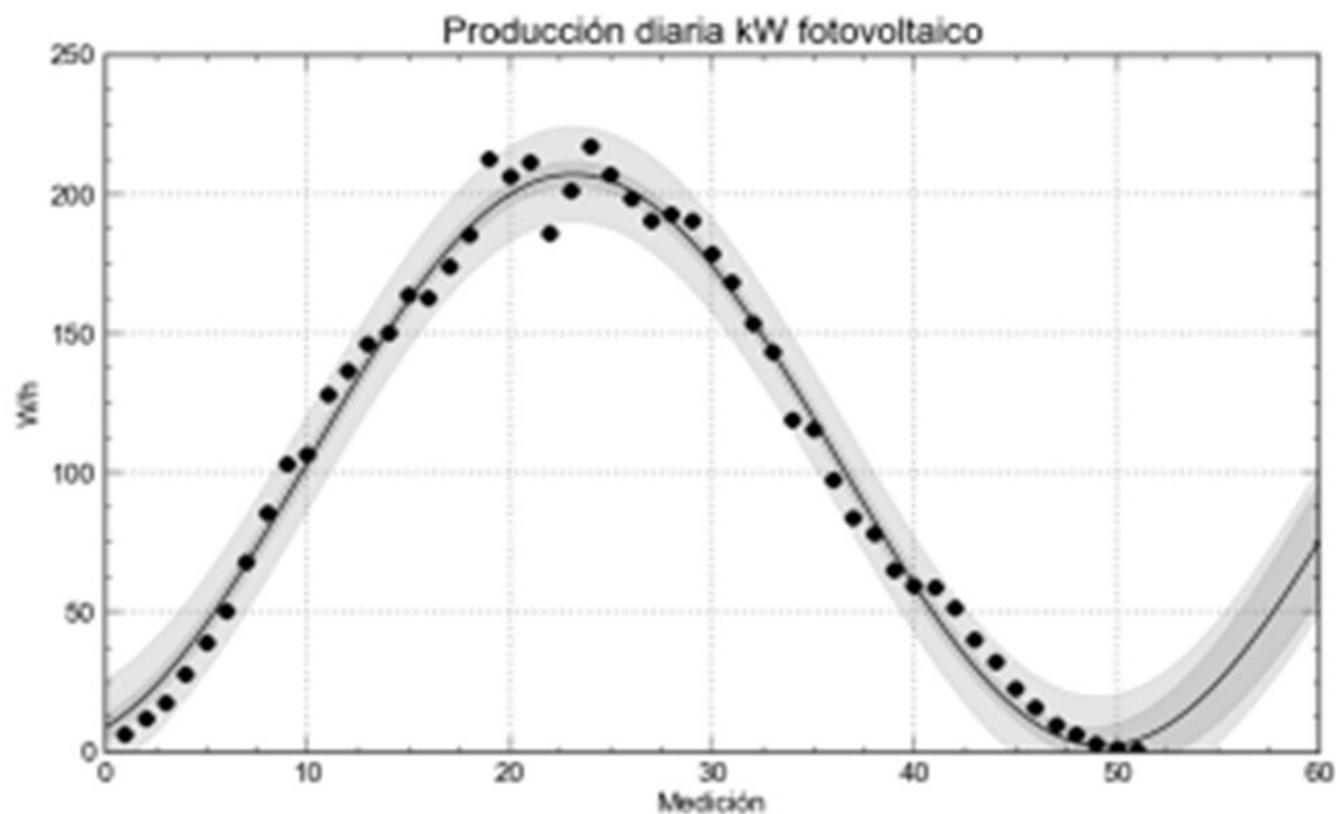


Comportamiento de la generación de energía (kwh) durante el día para el mes de Junio de 2015



Comportamiento de la generación de energía (kW) durante el día para el mes de Julio del 2015





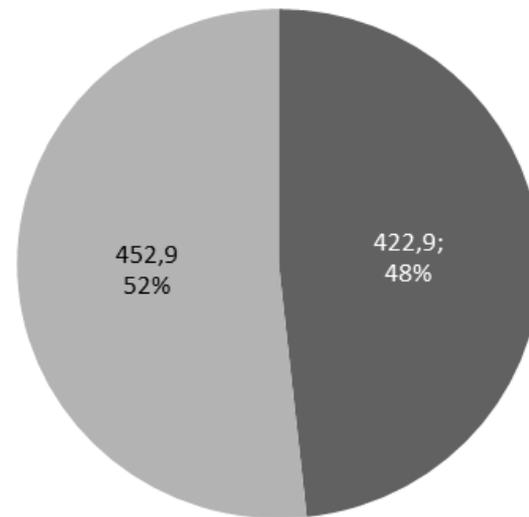
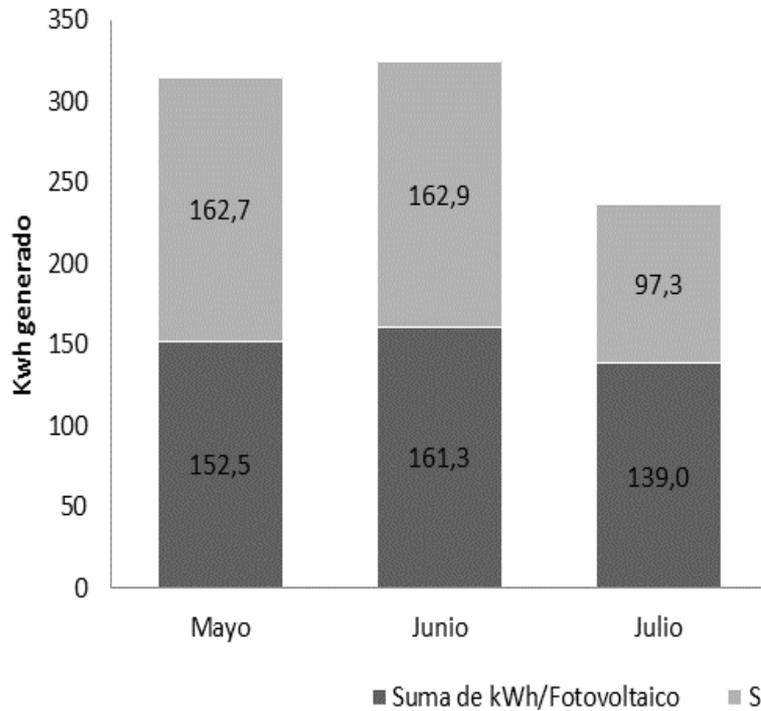
Regression

Equation $y = a + b \cdot \cos(c \cdot x + d)$

Correlation Coeff. (r) 0.994175

Coeff. of Determination (R) 0.988383

Total de energía generada por los sistemas Fotovoltaico y Térmico durante los meses de Mayo a Julio de 2015



Generación energética, potencial disminución de factura económica y disminución en las emisiones de GEI logrados por los sistemas de captación de energía solar ubicados en la lechería del ITCR sede San Carlos.

Sistema	Mes evaluado	Equivalente energético generado (kW/h)	Disminución potencial de la factura (₡)	Disminución potencial de emisiones de GEI (ton CO₂e)
Térmico	Mayo	162.7	19 198.60	0.019
	Junio	162.9	19 222.20	0.019
	Julio	97.3	11 481.40	0.012
Fotovoltaico	Mayo	152.5	17 995.00	0.018
	Junio	161.3	19 033.40	0.019
	Julio	139.0	16 402.00	0.016
Total del periodo		875.80	103 332.60	0.103

CONCLUSIONES

- ✓ Los colectores solares térmicos durante el periodo de evaluación lograron en promedio una ganancia diaria de temperatura de 22.41 ± 9.28 °C; en el caso de los fotovoltaicos se registró una producción diaria de 5.49 ± 2.02 kWh.
- ✓ En el trimestre evaluado (mayo a julio) los sistemas de captación y generación de energía solar produjeron el equivalente energético de 875.90 kWh lo que equivale a 0.103 ton CO₂e y un ahorro de ₡103 332.60 (\$207.00) según las tarifas vigentes en Coopelesca.
- ✓ El ahorro energético que se produce entre los dos sistemas en los meses evaluados, están entre el 20-30 por ciento de kWh consumidos.
- ✓ Los sistemas se convierten en una alternativa sostenible para los productores en las actividades productivas que realizan, que les permite disminuir el impacto en el ambiente.

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN
Y A USAR LA ENERGÍA SOLAR,
QUE SI SE PUEDE !!!!!!

O NO?