



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar  
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

**Title: Sistemas de bombeo solar en pachuca hidalgo**  
**Energías renovables**

**Authors: FLORES-RAMIREZ, Oscar, HUESCA-LAZCANO, Erick Eduardo, ROMERO-RODRIGUEZ, Gabriel y JIMENEZ-SOTO Ezequiel.**

Editorial label ECORFAN: 607-8695  
BCIERMMI Control Number: 2019-316  
BCIERMMI Classification (2019): 241019-316

**Pages: 13**  
**RNA: 03-2010-032610115700-14**

**ECORFAN-México, S.C.**  
143 – 50 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: contacto@ecorfan.org  
Facebook: ECORFAN-México S. C.  
Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

# ÍNDICE

- 1. Introducción**
- 2. Objetivos**
- 3. Sección teórico-experimental**
- 4. Resultados**
- 5. Conclusiones**

# Introducción

El empleo de bombas sumergibles para aplicaciones con energía fotovoltaica, que funcionan a corriente continua/directa generada directamente de los módulos fotovoltaicos, posibilita una instalación independiente de la red eléctrica con muy escasas necesidades de mantenimiento, en este proyecto se realizó el dimensionamiento, instalación y puesta en marcha de un sistema de bombeo autónomo con bomba sumergible alimentado por una instalación solar fotovoltaica en el municipio de Actopan Hidalgo en el estado de Pachuca.

Para implementar el proyecto se realizó primeramente un estudio climático de la zona para fundamentar la eficiencia del sistema de bombeo solar, en este proyecto se utilizaron 18 paneles de 150 W, un controlador SubDrive Solar, una bomba Franklin Electric de 3 HP.

## **Objetivo general**

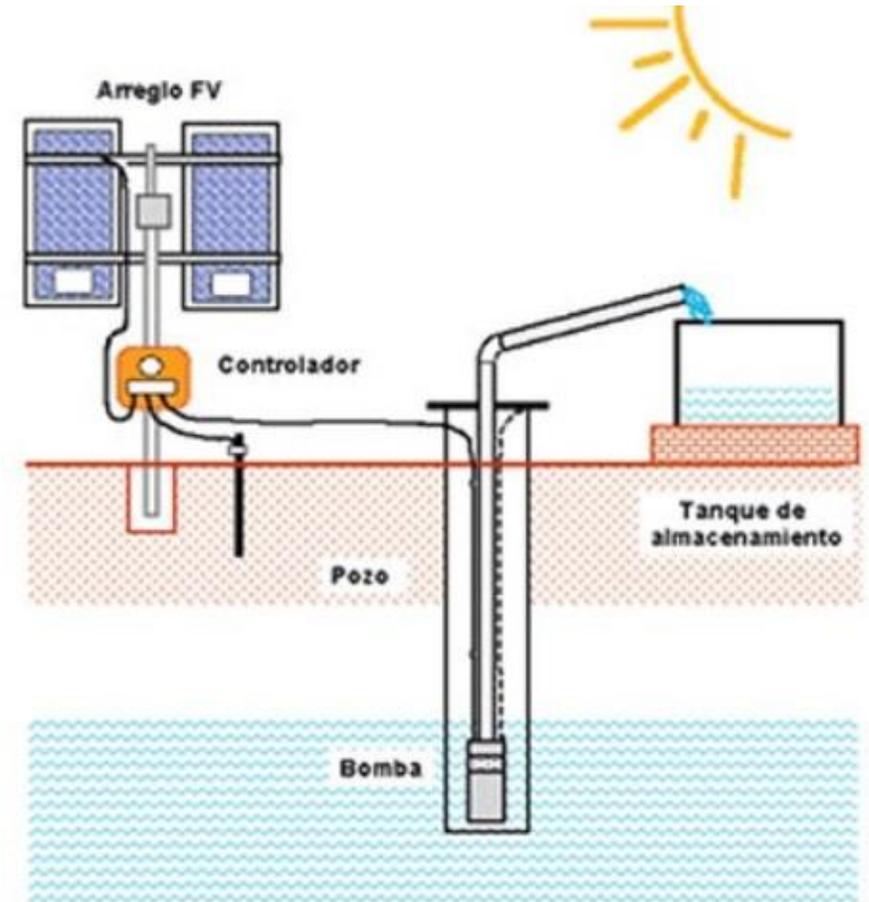
- Dimensionar y poner en marcha un sistema de bombeo solar fotovoltaico para el municipio de Actopan, Pachuca Hidalgo.

## **Objetivos específicos**

- Realizar un estudio climático de la zona
- Se dimensionará el sistema fotovoltaico.
- Se calculará la bomba para abastecimiento de la comunidad de Pachuca Hidalgo.
- Se instalará el sistema de bombeo fotovoltaico.

## Sección teórico-experimental

Una instalación solar fotovoltaica para bombeo directo de agua está destinada a satisfacer las necesidades de consumo propio de electricidad para el accionamiento de la bomba, y este está compuesto por un arreglo de módulos FV, un controlador, un motor y una bomba. Se emplean motores de corriente alterna (CA) y de corriente continua (CC). Las bombas pueden ser centrífugas o volumétricas.



## Bombas centrífugas

Tienen un impulsor que por medio de la fuerza centrífuga de su alta velocidad arrastran agua por su eje y la expulsan radialmente. Estas bombas pueden ser sumergibles o de superficie. Están optimizadas para un rango estrecho de cargas dinámicas totales y la salida de agua se incrementa con su velocidad rotacional.

Hay una gran variedad de bombas centrifugas sumergibles. Algunas de estas bombas tienen el motor acoplado directamente a los impulsores y se sumergen completamente. Otras, tienen el motor en la superficie mientras que los impulsores se encuentran completamente sumergidos y unidos por una flecha.

## **Tipos de motores**

La selección de un motor depende de la eficiencia, disponibilidad, confiabilidad, acoplamiento a bombas y costos. Comúnmente se usan dos tipos de motores en aplicaciones FV: De CC (de imán permanente y de bobina) y de corriente alterna CA.

Debido a que los arreglos FV proporcionan potencia en CC, los motores de CC pueden conectarse directamente, mientras que los motores de CA deben incorporar un inversor.

## Resultados

El sistema instalado en Pachuca Hidalgo se diseñó con los siguientes datos:

Nivel estático del agua	34 m
Abatimiento	5 m
Altura de la descarga	10 m
Distancia al depósito:	8 m
Requerimiento diario:	15000 l/día

**Tabla 1.** Datos para el sistema de bombeo solar

APLICACIÓN

COND. BÁSICAS DE SERVICIO

Altura manométrica

Consigna

Caudal

Tipo de rosca

Catálogo regional

\*Temp. Máx. admisible de 30°C/86°F. Consulte a Franklin para valores más altos

**Figura 1.** Captura de datos del sistema de bombeo solar en el software de Franklin Electric

## Resultados

**UBICACIÓN**



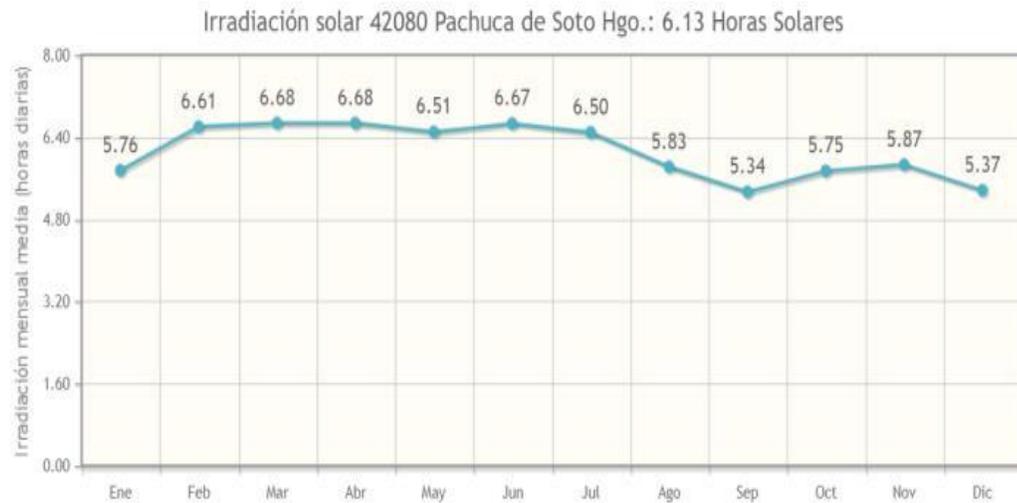
Latitud (grados)

Longitud (grados)

Población 42080 Pachuca de Soto Hgo.

País

**Figura 2.** Captura de datos del sistema de bombeo solar en el software de Franklin Electric.



**Gráfica 1.** Promedio mensual y anual de la irradiación solar de Pachuca Hidalgo.

## CARACTERÍSTICAS PANEL SOLAR

Condiciones de Servicio

Watts (Wmpp)

Volts (Vmpp)

Volts (Voc)

Seguidor solar

Mes Máximo

## CABLE\*

Longitud

Material

Temperatura aislamiento

\*El dimensionamiento y longitudes de cable deben cumplir con la normativa local, nacional o normas eléctricas vigentes aplicables.

**Figura 3.** Captura de datos del sistema de bombeo solar en el software de Franklin Electric.

## Resultados

Aplicación: Sumergible

Modelo/Descripción	Referencia	Potencia Entrada	Caudal Máximo (m3/h)	Media Diaria de Bombeo (m3)	Volumen/Wat (m3)	Vmpp Min Requerida (V)	Potencia Min Requerida (W)	Paneles en Serie (por grupo)	Núm de Grupos	Núm tot de Paneles	Voltaje Motor (V)
15SDSP-0.75HP	90041510	DC/AC	2.87	17.59	0.01	144	1,152	10	1	10	100
15FDSP-0.75HP	90041514	DC	2.93	17.96	0.01	144	1,128	10	1	10	100
25SDSP-1.5HP	90042520	DC/AC	3.59	22.01	0.01	217	961	13	1	13	200
25FDSP-1.5HP	90042524	DC	3.59	22.01	0.01	217	942	13	1	13	200
15SDSP-1.5HP	90041520	DC/AC	2.96	18.14	0.01	220	1,147	13	1	13	200

**Figura 4.** Resultados obtenidos del software de Franklin Electric

## Resultados

### REQUERIMIENTOS SALIDA

Presión total	50.00 m
Caudal	2.72 m <sup>3</sup> /h
Tipo de rosca	NPT

\*Temp. Máx. admisible de 30°C/86°F. Consulte a Franklin para valores más altos

### UBICACIÓN

Población	42080 Pachuca de Soto Hgo.
País	México
Latitud/Longitud	20.09 / -98.76

### REQUERIMIENTOS MÍNIMOS

V <sub>mpp</sub>	217 V
W <sub>mpp</sub>	961 W

### CONFIG.

Modelo	25SDSP-1.5HP
Código modelo	90042520
Caudal máximo	3.59 m <sup>3</sup> /h

### CARACTERÍSTICAS DEL PANEL

Condiciones de Servicio	STC
Uso de seguidor solar	No
Watts (W <sub>mpp</sub> )	150 W
Volts (V <sub>mpp</sub> )	19.0 V
Volts (V <sub>oc</sub> )	23.0 V
Ángulo de inclinación recomendado (grados)	20.09

### CABLEADO\*

Sección cable - US (métrico)	14 (2.5mm <sup>2</sup> )
------------------------------	--------------------------

**Figura 5.** Modelo de bomba solar utilizado

**Figura 6.** Características del panel solar, ángulo de inclinación y calibre del cable.

## Resultados

### CONFIG. INST. SOLAR

Paneles en serie	13
Número de grupos	1
Núm. total paneles	13
Potencia inst. (Wmpp)	1,560 W
Tensión inst. (Vmpp)	230 V
Tensión inst. (Voc)	284 V

**Figura 7.** Configuración del sistema fotovoltaico

### ESPECIFICACIONES CONTROLADOR SOLAR SUBDRIVE

Modelo	5870301113
Tamaño	533 mm X 259 mm X 219 mm
Peso	18.60 kg
Energía Alimentacion	DC/AC

### SALIDA

Máx Tensión salida	200V AC, 3-fase
Máx. intensidad (RMS)	6.8 A, por fase
Frecuencia salida	20-60 Hz
Eficiencia a pot. máx.	96%

### INST. FOTOVOLTAICA

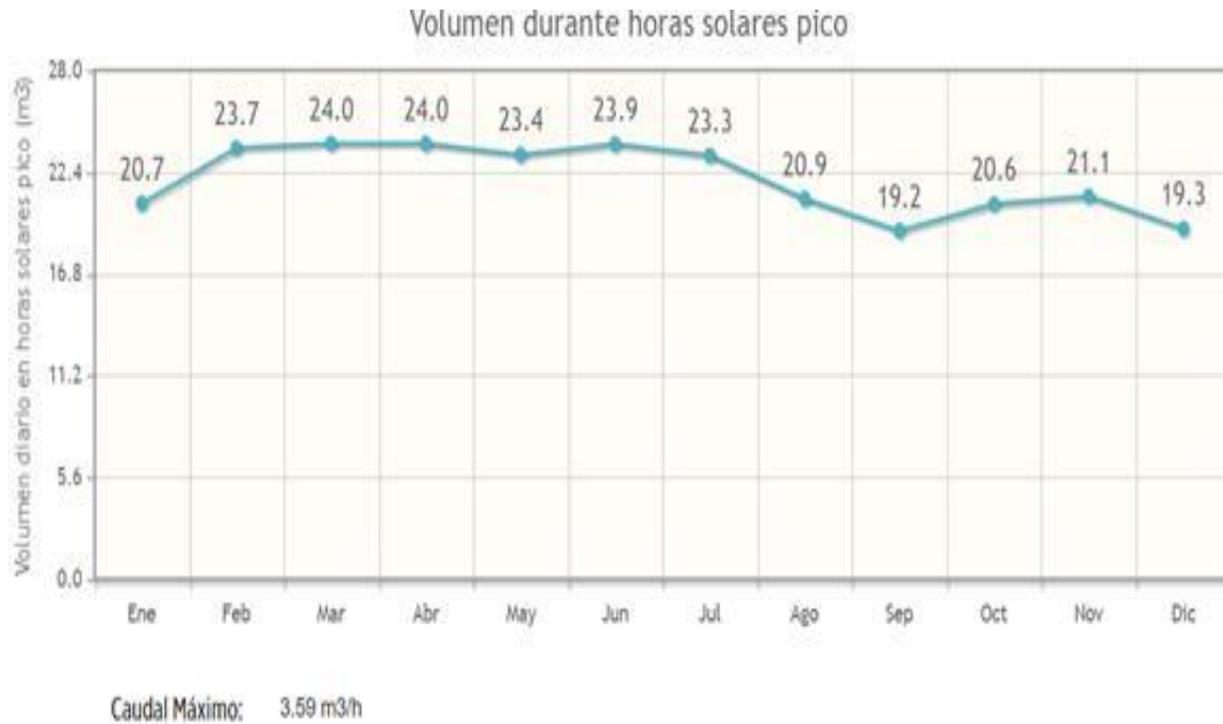
Tensión alim. mpp	190 – 410 V DC **
Máx. intensidad alim.	7.0 A DC, Continua
Potencia en mpp	Hasta 2000 watts

### CONDICIONES DE SERVICIO

Temperatura	-25°C a 50°C (con generador de CA, máx 40°C)
Humedad Relativa	0 a 100% (Condensación)

**Figura 8.** Datos del controlador

## Resultados



**Gráfica 2.** Promedio mensual del volumen generado por el sistema de bombeo solar.

*ENTER DATA IN THE GREY BOXES TO CALCULATE CORRECTLY			
*PLEASE ADJUST TOTAL SYSTEM COST TO BEGIN CALCUATIONS			
Initial Investment		Powered by the Grid	
Total System Cost	\$ 4,000.00	Motor Power Draw (Watts)	1500
		Hours Used/Day	7
Solar Rebates		<b>Watt-Hours Usage/Day</b>	<b>10.50 KWh/day</b>
Tax credit (%)	30%	Days Used/Month	30.5
Subsidies (\$)	\$ -	<b>Power Requirement/Month</b>	<b>320.25 KWh</b>
Add items (\$)	\$ -	Cents/kWh	20
Add items (\$)	\$ -	Annual Increases (%)	3%
<b>Net Investment Cost</b>	<b>\$ 2,800</b>	<b>Monthly Savings</b>	<b>\$ 65.97</b>

Return On Investment	
Return on Inv. (Months)	<b>42.44</b>
Return on Inv. (Years)	<b>3.54</b>

**Figura 9.** Retorno de inversión del sistema

# Conclusiones

Se calculo la carga dinámica, la carga estática y la carga dinámica total para poder obtener el modelo de la bomba y el modelo del controlador.

Se dimensiono el sistema fotovoltaico obteniéndose 13 paneles conectados en serie, llamada cadena con un voltaje de 247 V y una corriente de 7A, suficiente para que la bomba solar funcione adecuadamente, los paneles se montaron en estructuras con monopostes por economía.

Se calculo la bomba solar mediante el software de la empresa Franklin Electric, el modelo obtenido fue 25SDSP-1.5HP, capaz impulsar 3.59 m<sup>3</sup>/h, mayor a los requerimientos solicitados, pero se tomó la decisión con el cliente de colocar esta bomba por el crecimiento poblacional.

El modelo del controlador solar obtenido fue el 5870301113 con energía de alimentación DC/AC, con una tensión de salida de 200 V AC, 3-fases y corriente RMS de 6.8 A.

Se instalo el sistema de bombeo solar en Pachuca Hidalgo y monitoreo durante el mes de abril obteniendo un volumen de agua impulsada al contenedor de 23.1 m<sup>3</sup>/mes promedio, comparando con los datos obtenidos del software tenemos un margen de error de 4 %.



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)