



Conference: Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables -
Mantenimiento Industrial - Mecatrónica e Informática

Booklets



RENIECYT
Registro Nacional de Instituciones
y Empresas Científicas y Tecnológicas

2015-20795

CONACYT

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

Title: Caracterización de un calentador solar de bajo costo y con materiales de fácil acceso

Authors: Ramiro RESÉNDIZ BADILLO, Ángel MARROQUÍN DE JESÚS, Jaime HERNÁNDEZ RIVERA, Sandra SOTO ÁLVAREZ

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2017-02
BCIERMIMI Classification (2017): 270917-0201

Pages: 59
Mail:

RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

244 – 2 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

Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			

Objetivo del proyecto

Divulgar y transferir tecnologías apropiadas a nuestra realidad social, mediante la incorporación de conocimientos, a partir de la utilización de tecnología sencilla, tendiendo como principal cliente el ser humano.

Objetivos específicos



Aportar los conocimientos necesarios para la construcción y uso del calentador solar de agua.



Hacer que el proyecto este orientado a familias en emergencia social que no cuentan con agua caliente en sus hogares.



Evitar que se quemé leña o carbón en el interior de los hogares de las personas en emergencia social.



Colaborar a la generación de capacidades de autogestión y organización, así como construir un ayuda en el presupuesto familiar.



Metodología

Para poder diseñar el prototipo se utilizó las etapas del **método ingenieril propuesto por DIXON, Cork (1970)**.



FASE 1. Identificación del problema

En el mercado se tiene en existencia un número considerable de calentadores solares, algunos calentadores solares tienen *precios muy altos* e inclusive en algunos lugares *son escasos*.

El calentador solar que se desarrolló en la Universidad Tecnológica De San Juan Del Río posee las siguientes características:

- 1. Posibilidad de construcción casera.**
- 2. Utilización de materiales de bajo costo que se pueden conseguir fácilmente.**
- 3. Posibilidad de desarrollar variantes constructivas de los componentes del sistema.**
- 4. Diferentes maneras de instalación en la vivienda.**



FASE 2. Recolección de la información necesaria

Recursos y metodologías a utilizar

- ✓ Encuestas.
- ✓ Recurso literario en formulación de proyectos.
- ✓ Recurso literario en prototipos en calentadores solares y/o deshidratadores solares.
- ✓ Tesis de proyectos.
- ✓ Uso de multimedia, videos y audios.

FASE 3. Búsqueda de soluciones creativas

En base a los *estudios realizados y a una investigación*, se analizó **distintas soluciones** la cuales podrían hacer cumplir con los objetivos planteados en este proyecto y además poder solucionar las problemáticas de falta de agua caliente en las distintas familias de la sociedad, tales soluciones son las siguiente:

Reducción del gasto por uso de energía eléctrica.



Reducción del gasto por el uso de combustibles derivados de petróleo.



Eliminando el uso de métodos tradicionales de calentamiento de agua que solo afectan a la salud de los usuarios y el medio ambiente.



Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables, Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

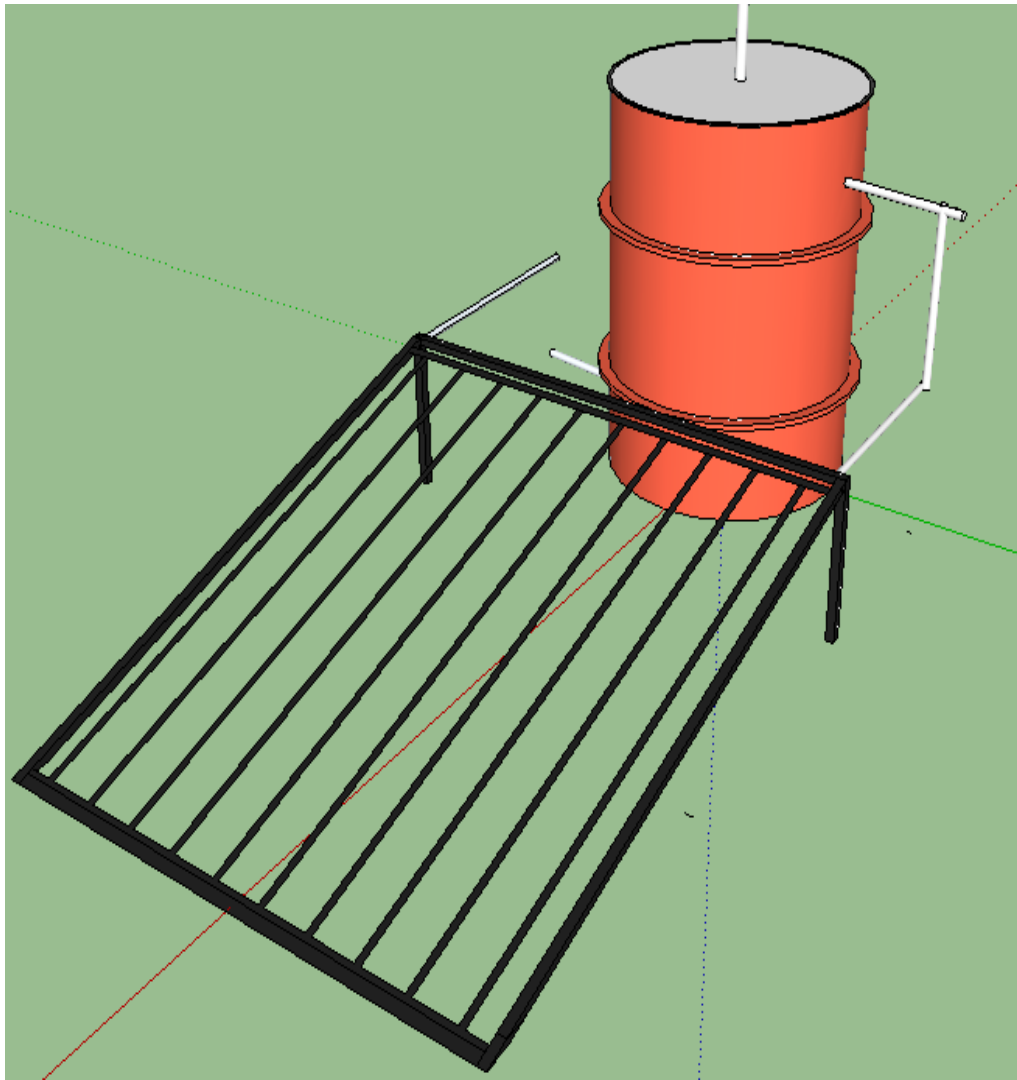
2017

FASE 4. Paso de la idea a los diseños preliminares (incluye el modelado)

Se dimensionó el prototipo en un software CAD, en este caso se utilizó AutoCAD y Trimble SketchUp de modelado de piezas esto con el fin de poder tener una mayor facilidad en la realización del prototipo.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- **Posibilidad de construcción casera.**
- **Utilización de materiales de bajo costo que se pueden conseguir fácilmente.**
- **Posibilidad de desarrollar variantes constructivas de los componentes del sistema.**
- **Diferentes maneras de instalación en la vivienda.**



DISEÑO

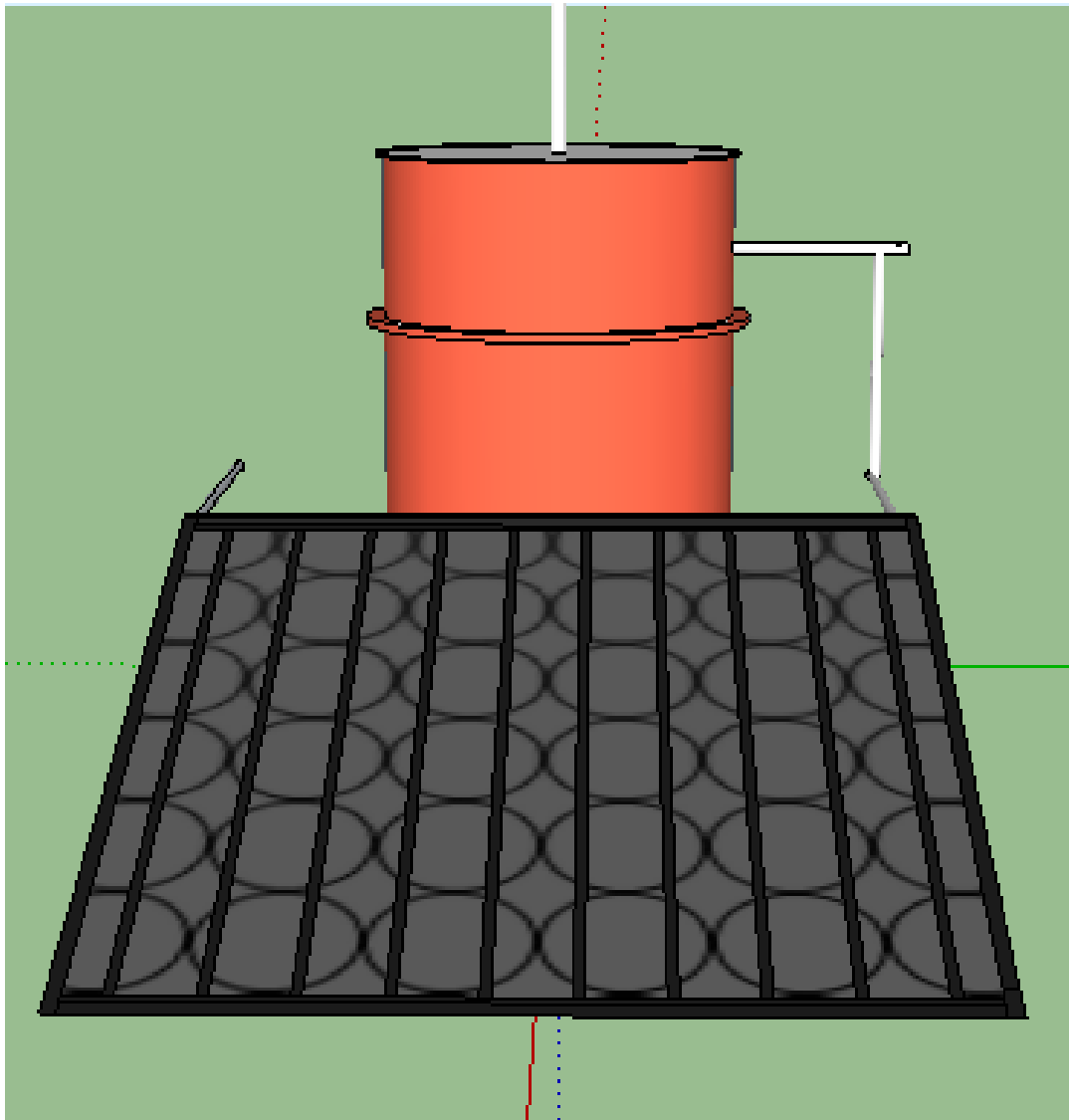
Isométrico

3D



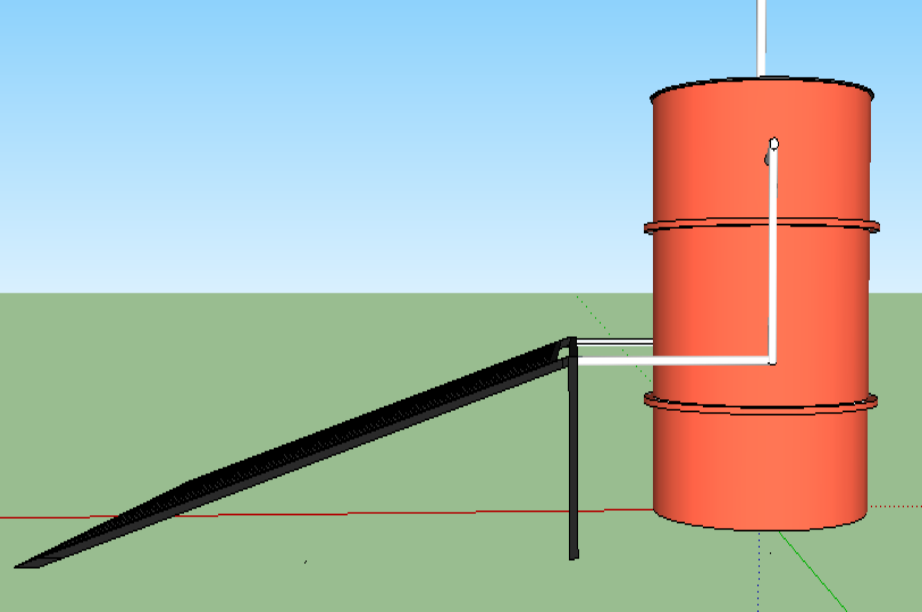
Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

2017



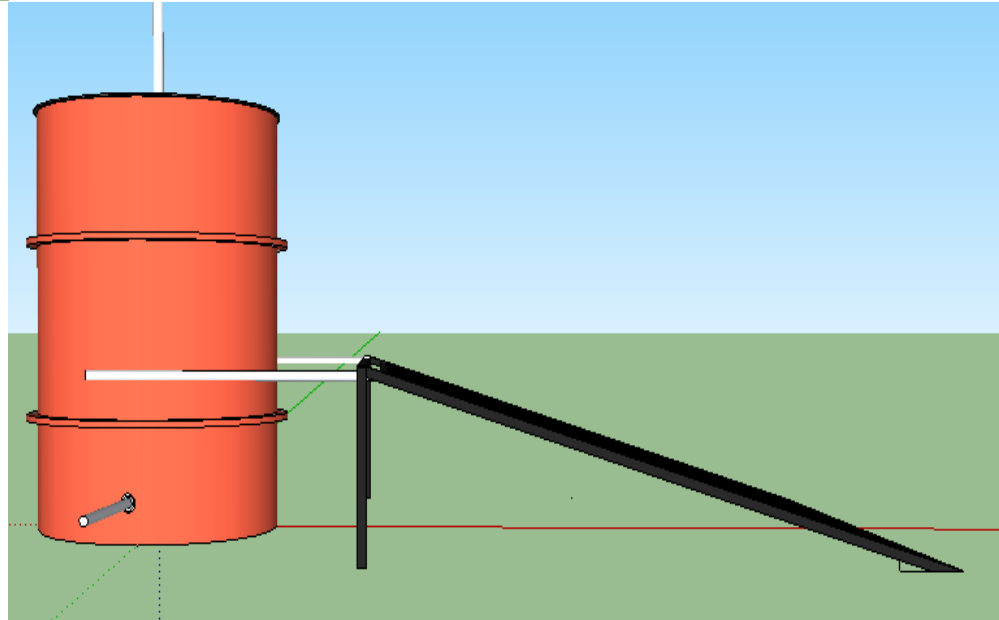
DISEÑO 3

Frontal



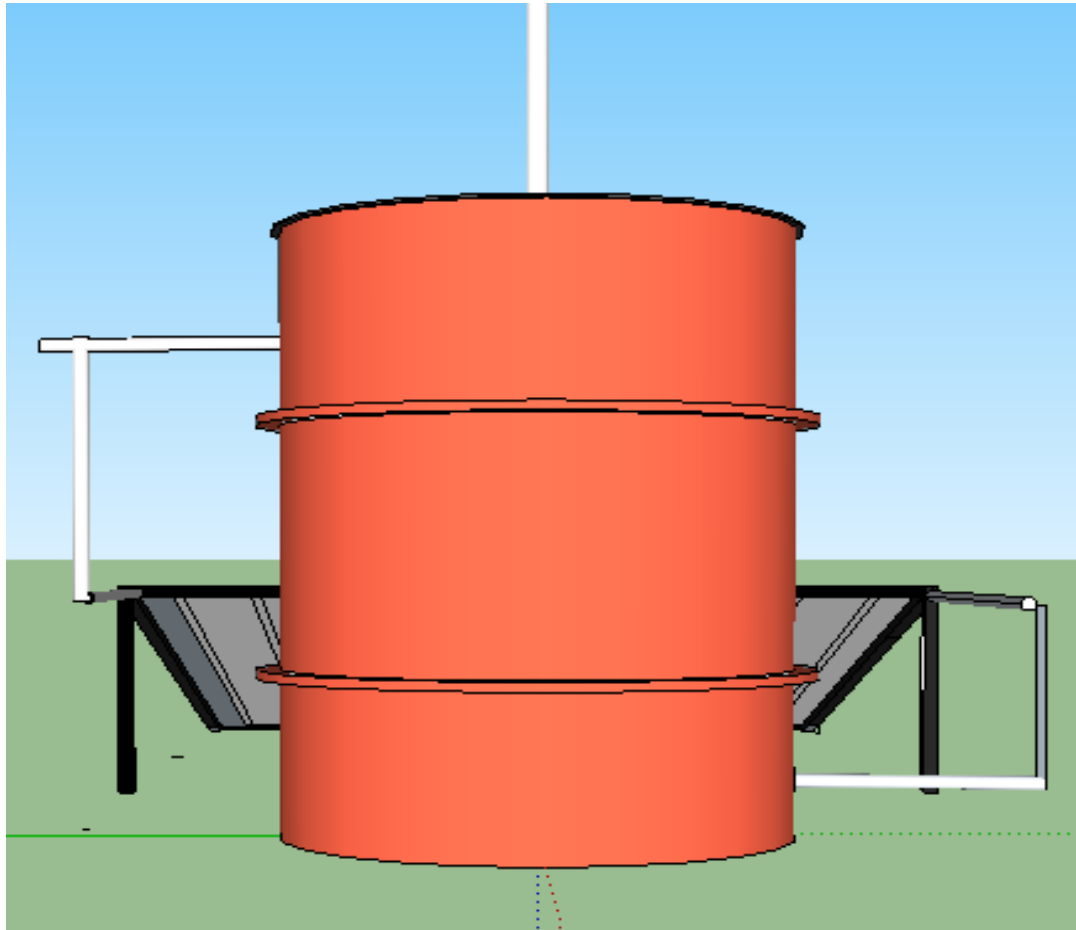
DISEÑO
3D Derecha

DISEÑO
3D Izquierda



Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

2017

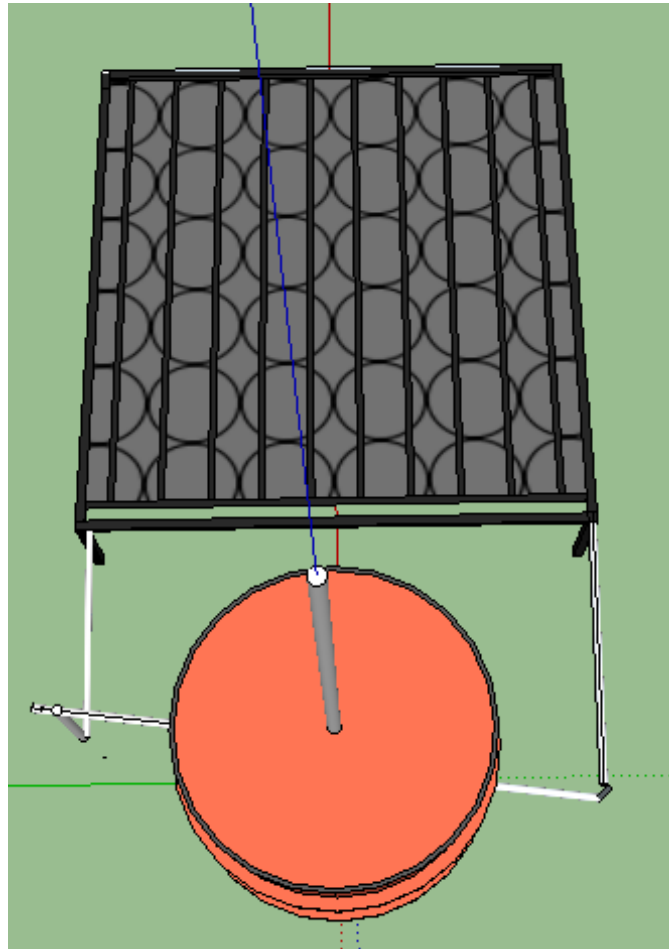


DISEÑO Posterior 3D



Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

2017

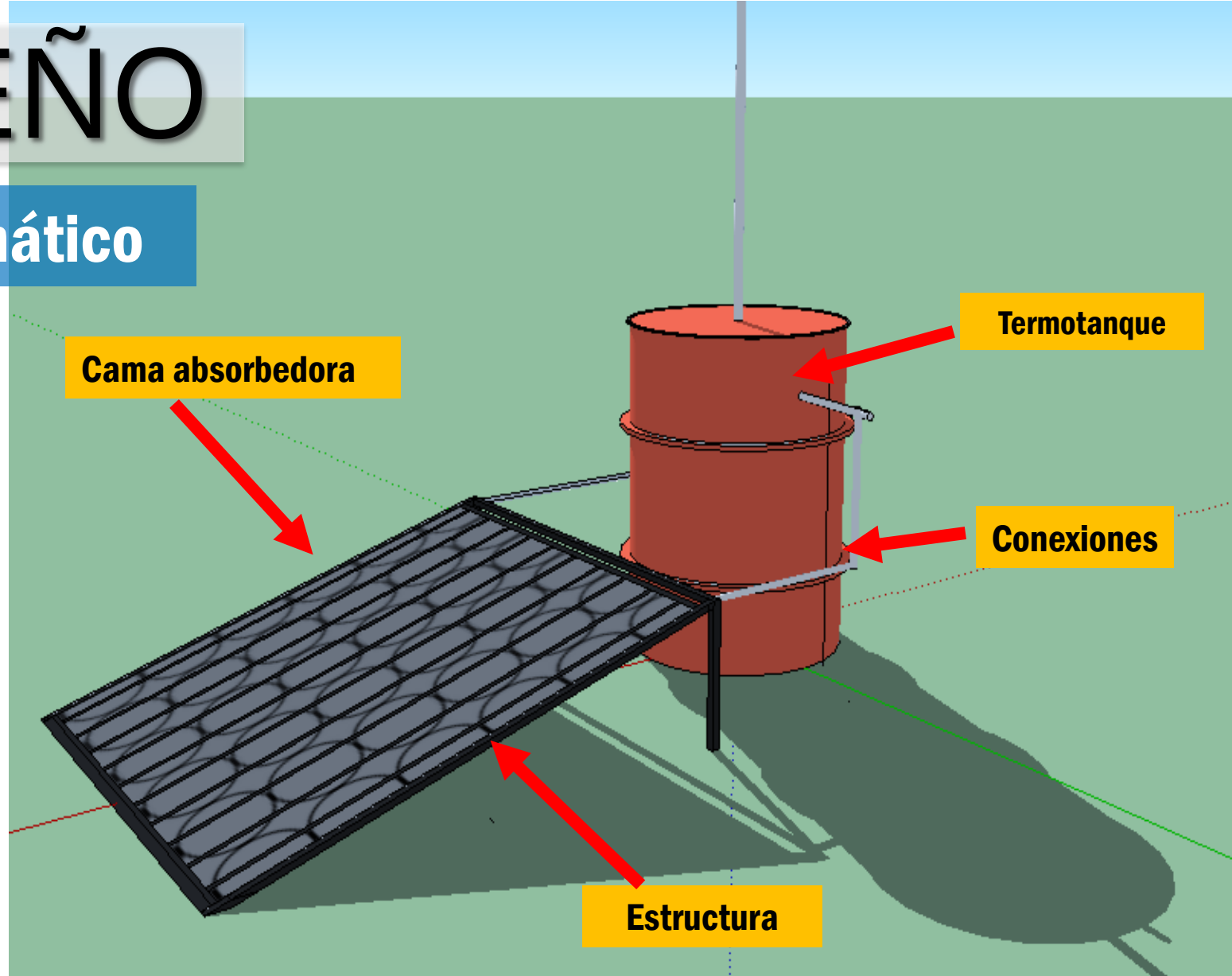


DISEÑO 3D

Planta

DISEÑO

3D Policromático



Modelado del prototipo



Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

2017

Parilla de caños de C-PVC



Caracterización y modelado de la cama absorbedora

1

Medir y cortar las
siguientes piezas:

- 10 piezas de caño de $\frac{1}{2}$ " de diámetro y 180 cm de largo.
- 20 piezas de caño de $\frac{1}{2}$ " de diámetro y 12 cm. de largo.



Parilla de caños de C-

PVC



Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

2017



Parilla de caños de C-

PVC

1

Lavar cada tubo con hipoclorito de sodio y jabón antibacterial.

2

Se comprará codos. Tees para armar el parrillado C-PVC.

3

Se pegarán cada ramal con un aditivo especial para C-PVC.

4

Tratar de estar midiendo cada separación de los ramales de C-PVC.



5



Se pegan todo los
ramales con sus
respectivas tees y
codos (como se
muestra).



Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

2017

6



Unir de igual manera las 10 piezas formando la parrilla del calentador.

7



Se pintará
la parilla
de color
negro
mate.

Parilla de caños de C-PVC



8

Recolectar botellas de 600 ml (de preferencia transparentes).



9

Lavar cada botella con hipoclorito de sodio y jabón antibacterial.

10

Secar las botellas con un trapo seco y limpio.



11

Preparar la pintura color mate para pintar las botellas.

12

Pintar 70 botellas de 600 ml, (solamente se pintará a la mitad de las mismas).





13

Con mucho cuidado, se perforaron las botellas con un soplete y un niple de 1/2” .

14

Cuando se haya perforado las 70 botellas, se colocarán en la parrilla de tubos de C-PVC. Tratar de que quede como se muestra en la imagen superior.



15

Cuando se hayan puesto las botellas en la parrilla, se pasará a instalar las conexiones faltantes de la cama.



16

Asegurar que todas las botellas de la cama estén en buenas condiciones y que además estén fijas.





**De esta manera se
deberá verse
la cama
absorbedora**



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

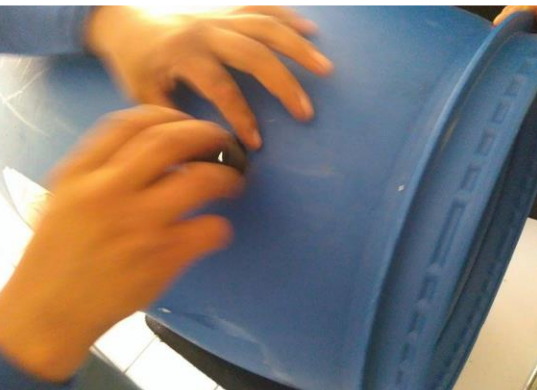
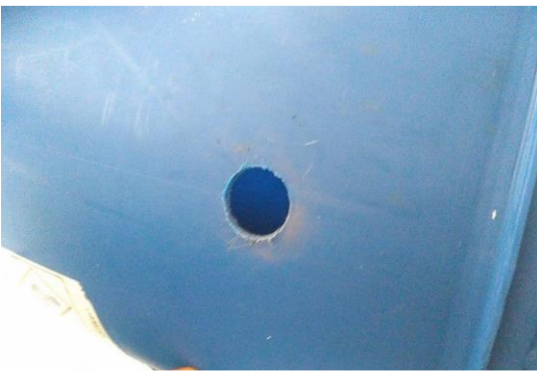
2017



Caracterización y modelado del termotanque



Tanque interior



1

Lavar el tanque con hipoclorito de sodio y jabón antibacterial.

2

Realizar tres perforaciones de $\frac{3}{4}$ " en el tanque; una en la parte inferior otra en la parte superior y la ultima en el centro de la tapa.

3

En cada orificio se deberá poner una brida con sus respectivos empaques para que no haya fugas del fluido almacenado.

4

Verificar que no existan fugas, poniendo agua en el tanque.



**Orificio del
jarro de aire**

**Verificar que
no existan
fugas,
poniendo agua
en el tanque**

**Orificio de agua
caliente**



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



Tanque exterior

1

Lavar el tanque con hipoclorito de sodio y jabón antibacterial.

2

Realizar tres perforaciones de $\frac{3}{4}$ " en el tanque; una en la parte inferior otra en la parte superior y la ultima en el centro de la tapa.

3

Con una lima para metal, se quitará las rebabas que se hayan formado por el proceso de perforación.



Es muy importante que coincidan los agujeros del tanque interior y exterior.

Tanque



Orificio de la entrada de agua fría



Orificio de la entrada de agua caliente





Unión entre Tanque interior y exterior

Con mucho cuidado se
deberá meter el tanque
pequeño al tanque
grande.

Tratar que las perforaciones
de los dos tanques coincidan
(se considera un margen de
error de $< 5\%$).

Se colocarán niples
de C-PVC en cada
brida.

Poner en cada niple una
reducción de $\frac{3}{4}''$ a $\frac{1}{2}''$.
de C-PVC,



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



Proceso de aislamiento del termotanque

Cerrar la tapa del tanque exterior fijándola con tornillos autorroscantes.

Cuanto mayor espesor de aislación térmica tenga el tanque, más tiempo se mantendrá el agua caliente.





**De esta manera
se deberá verse la
estructura de
la cama**

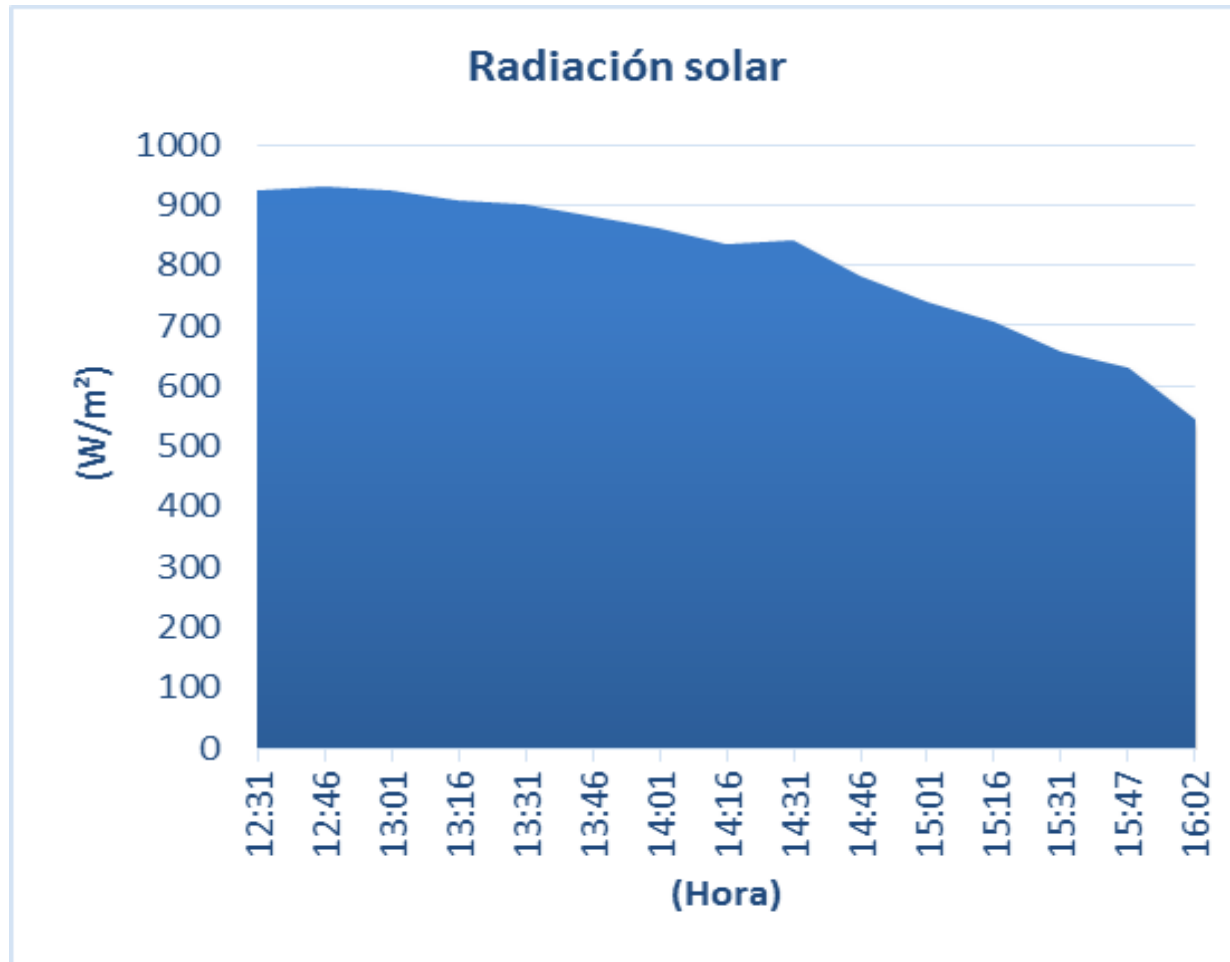
FASE 5. Evaluación y selección de la solución

Una vez terminado el prototipo se pasó a instalarlo directamente para estudiar su comportamiento, se verificaron algunos aspectos que se requieren para determinar la eficiencia del mismo. **Las pruebas se realizaron el día 24 de abril del 2017 en las instalaciones de La Universidad Tecnológica De San Juan Del Río.** Como primer objetivo del estudio, fue analizar las condiciones climáticas de la Universidad, para ello se utilizó la *estación meteorológica de la institución de marca y modelo "DAVIS VANTAGE PRO2 6152"*.

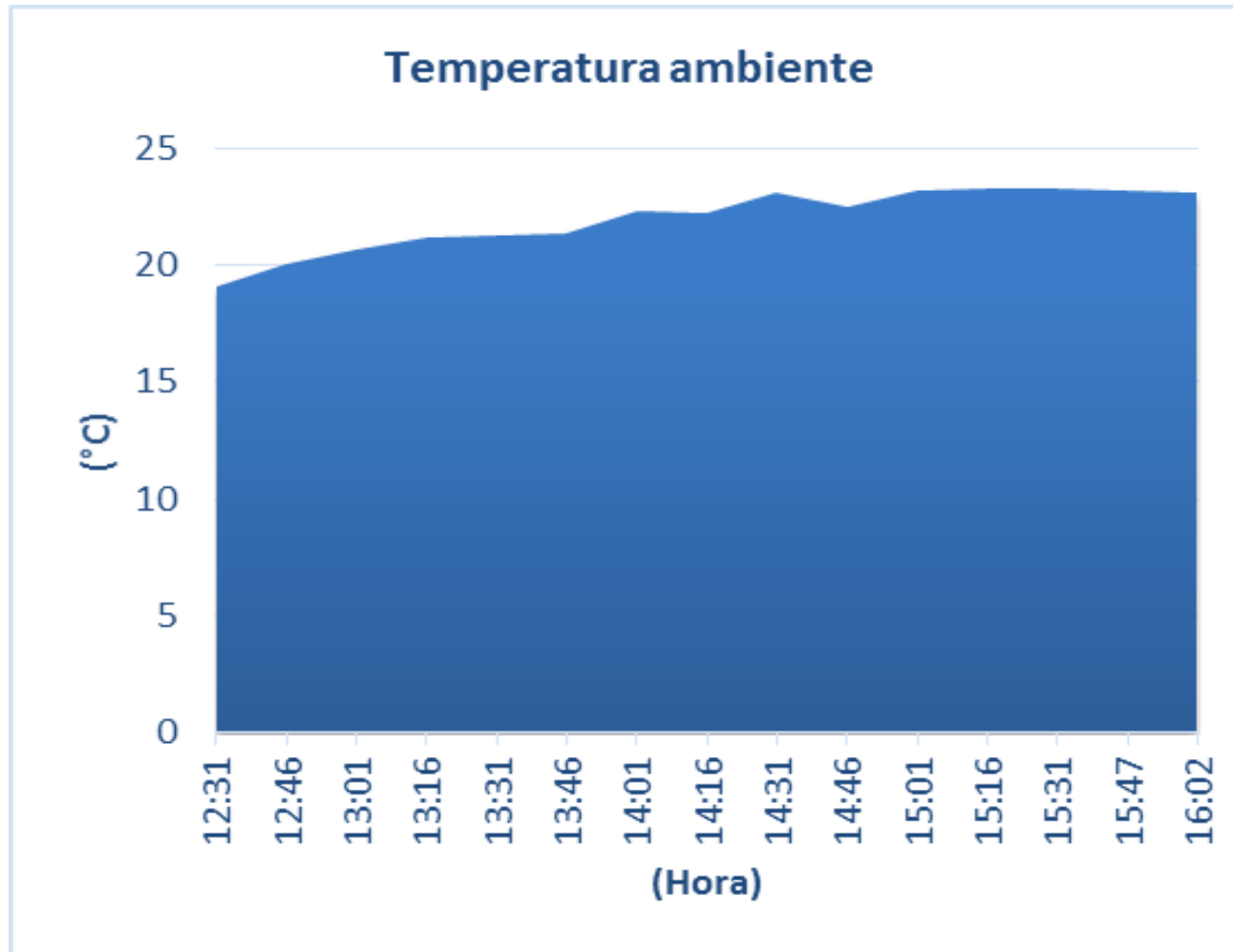


En la siguiente se muestra la estación meteorológica “DAVIS VANTAGE PRO2 6152” utilizada en el análisis.

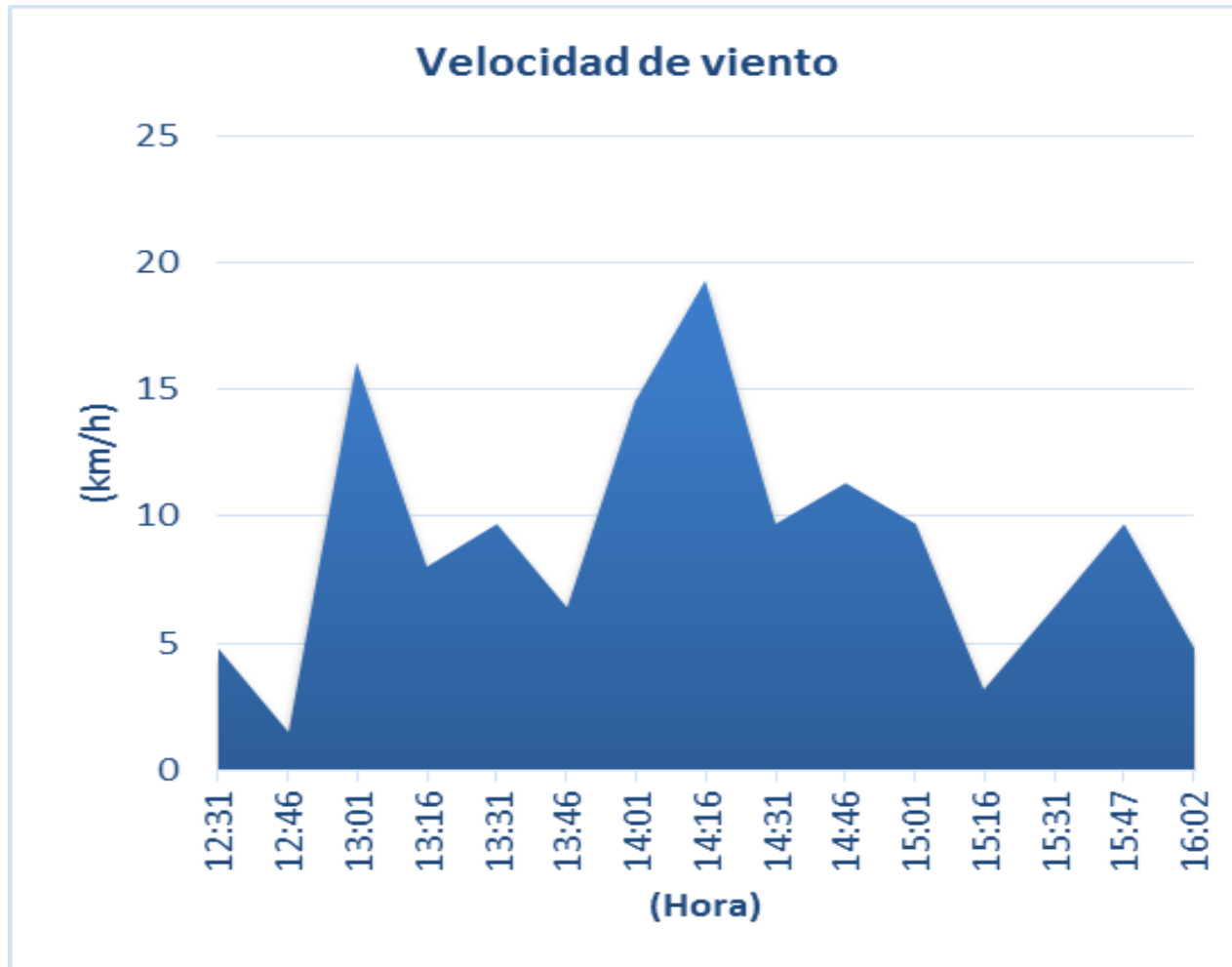
Evaluación de las condiciones meteorológicas



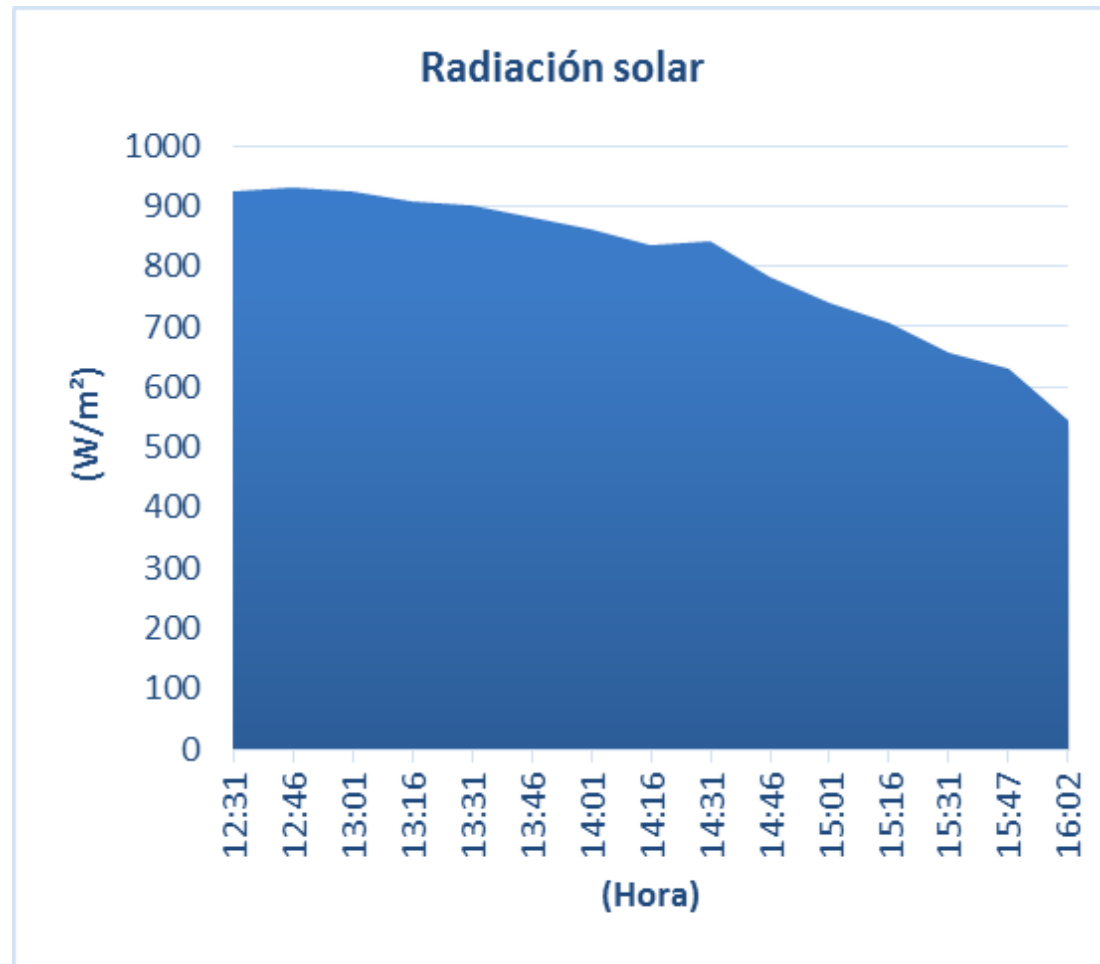
Evaluación de las condiciones meteorológicas



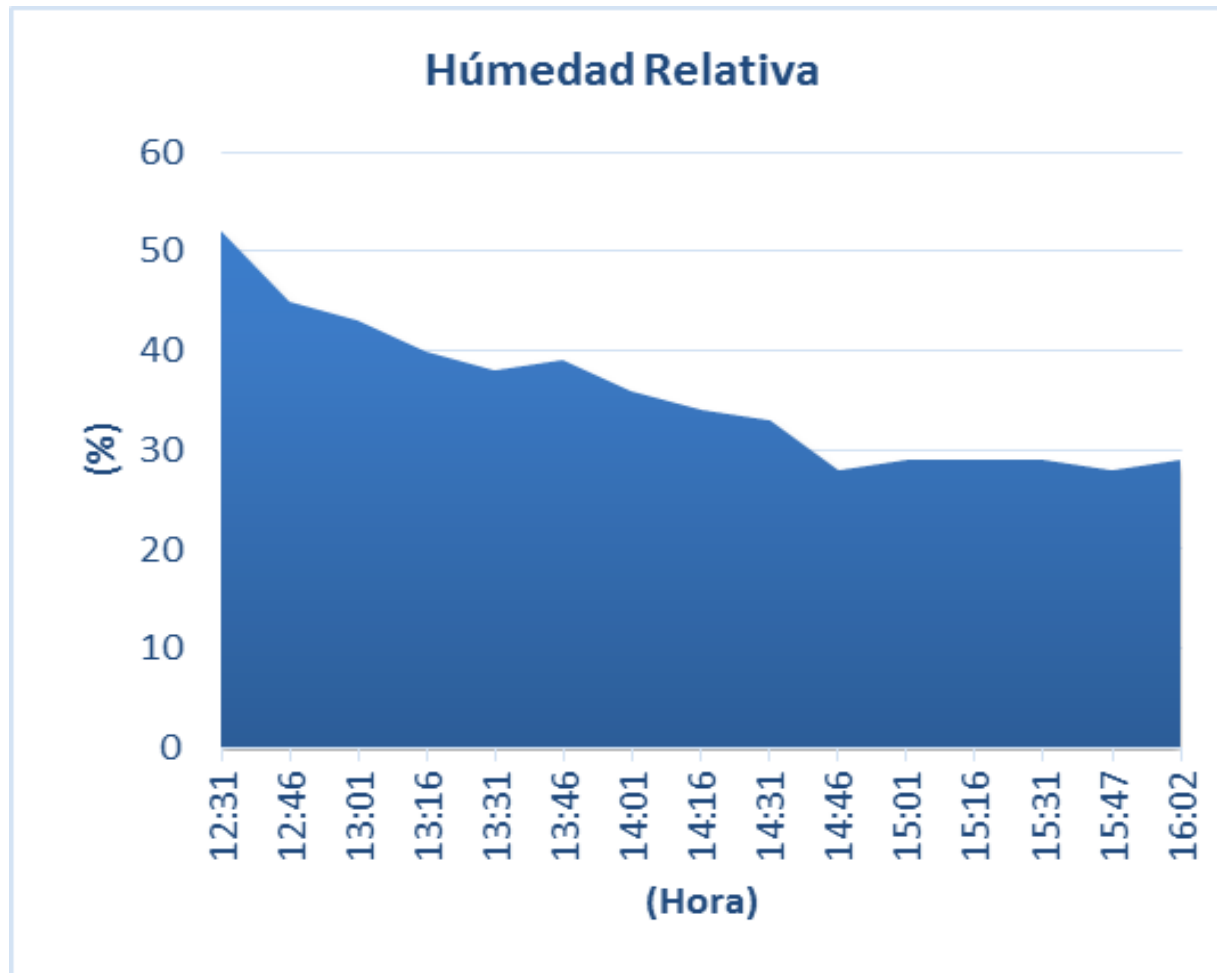
Evaluación de las condiciones meteorológicas



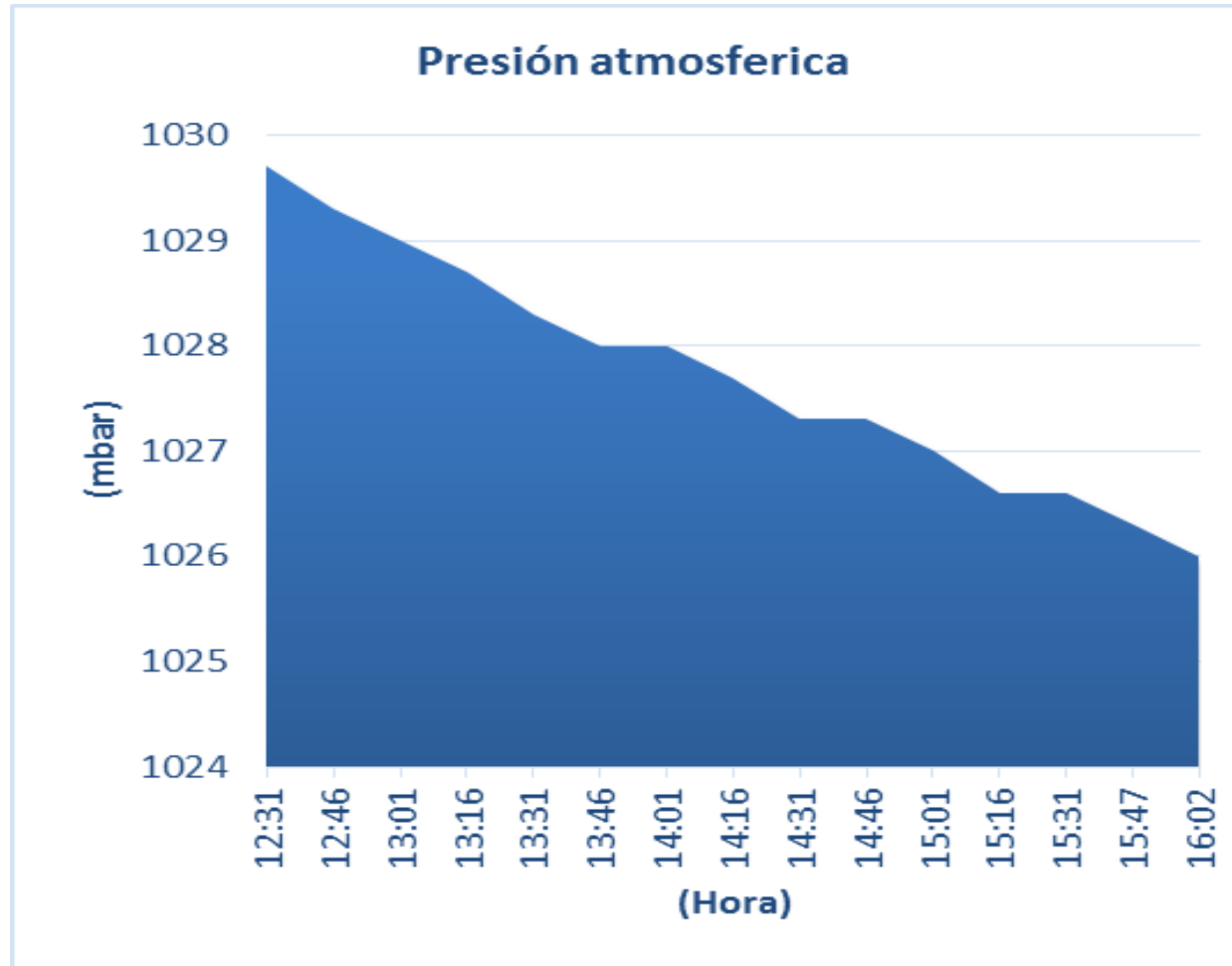
Evaluación de las condiciones meteorológicas



Evaluación de las condiciones meteorológicas



Evaluación de las condiciones meteorológicas



Resultados de la evaluación del rendimiento térmico del calentador solar

Antes de que se obtuviera el cálculo del rendimiento térmico del calentador solar se diseñó una hoja de cálculo en el software **Microsoft Excel** el cual permite calcular el rendimiento térmico de los distintos tipos de calentadores solares de caja y/o cama plana, en la figura siguiente se muestra una captura de pantalla de la hoja de cálculo en Excel en donde se obtiene el rendimiento térmico de calentadores solares de cama plana.





Condiciones de prueba	Radación solar incidente	950.00	W/m ²			
	Proporción de radiación difusa	0.00	%			
	Ángulo incidente de la radiación solar	0.00	°			
	Intensidad del colector	45.00	°			
	Temperatura ambiente	298.15	K			
	Velocidad del viento	1.00	m/s			
Dimensiones del colector	Dimensiones físicas		Longitud	1.20	m	
			Ancho	0.70	m	
			Espesor	0.06	m	
			Área total	0.84	m ²	
			Perímetro	3.80	m	
Coberturas	Número de coberturas		1			
	Material		vidrio			
	espesor solar	índice refractivo	1.528			
		Transparencia	0.88			
	espesor infrarrojo	Emitancia	0.88			
Transparencia		0				
Espesor de aire cobertura placa		2.5		cm		
Placa	Temperatura promedio de la placa de absorción		333.15		°K	
	Absortancia		0.9			
	Emitancia		0.9			
Aislamiento en el ático y borde	Aislamiento ático (ancho B)	Tipo	lana mineral tipo 1			
		Espesor	0.0254		m	
			conductividad	0.04		W/mK
	Aislamiento borde (ancho B)	Tipo	lana mineral tipo 1			
Espesor		0.0254		m		
		conductividad	0.04		W/mK	
Producto de la transmitancia del vidrio y la absorptancia de la placa		transm	absornc			
		0.7999	80	26		

Coefficiente total de transferencia de calor para la parte superior del colector

9,5 W/m² K

Coefficiente de pérdidas de calor para la parte superior

5,615964797 W/m² K

Coefficientes de pérdida de calor por conducción por el fondo

"Coefficientes de pérdida de calor por conducción por el fondo"

1,052631579 W/m² K

Coefficiente de pérdidas de calor para las paredes

0,542857143 W/m² K

Coefficiente de pérdida de calor debido a las coberturas

0,70370225

Coefficiente total de pérdidas de calor

7,211453519 W/m² K

Calor útil

341,05 W/m² K

Rendimiento térmico

43,89329779 %

Evaluación del comportamiento de la temperatura de salida en el calentador solar.

- Se evaluó la temperatura de salida del fluido, este estudio es de suma importancia ya que en base a esto se puede afirmar que el funcionamiento del calentador solar es eficiente y por ende el periodo de almacenamiento térmico del fluido es más largo.
- Para esta evaluación se tomó el valor de temperatura de salida del fluido en el calentador solar durante 24 horas.
- Los valores de temperatura fueron cuantificados por un multímetro con termopar; en la siguiente figura se muestra la hoja de datos del instrumento que se utilizó.



Resultados de la evaluación del comportamiento de la temperatura del ruido en el calentador sola.

Hora	Temperatura
	En °C
7hr00	69.5º
8hr00	69.5º
9hr00	69.5º
10hr00	69.5º
11hr00	69.5º
12hr00	69.5º
13hr00	69.4º
14hr00	69.5º
15hr00	69.3º
16hr00	69.2º
17hr00	69.1º
18hr00	69.2º
19hr00	69.0º
20hr00	68.5º
21hr00	68.3º
5hr00	63.9º
6hr00	63.5º
7hr00	63.2º

En la siguiente tabla se muestra los resultados finales de la evaluación del comportamiento de la temperatura del fluido en el calentador solar, nótese en la tabla que se el intervalo de tiempo de cada medición es de una hora dicha evaluación se efectuó el día 22 de abril de 2017.





Según la evaluación la temperatura más alta que se registró en la salida de agua caliente del calentador solar fue de 69.5° , este resultado según (Hermosillo-Villalobos, J.J, 2003), quiere decir que el sistema está cumpliendo con el principio de absorción de radiación solar y de transferencia de calor.

El promedio de temperatura del fluido a la salida del **termotanque es de $68,2833333^{\circ}\text{C}$** , y una con una pérdida de temperatura de alrededor de $6,3^{\circ}\text{C}$, esto se traduce a que la temperatura en el interior de termotanque se mantiene caliente después de varias horas.

FASE 6. Preparación de reportes, planos y especificaciones

- Se desarrolló un manual de operación, instalación y mantenimiento del calentador solar en la cual fundamenta los principios, objetivos, alcances, metas, análisis, resultados, tipos de instalaciones, anexos y conclusiones del proyecto esto con el fin de poderse implementar y empezar a solucionar las problemáticas mencionadas con anterioridad.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017

FASE 7. Implementación del diseño

Se realizaron mediciones aparte para conocer las dimensiones del calentador solar tales como:

- Largo
- Ancho
- Alto
- Área
- Peso total
- Peso con agua
- Capacidad del termotanque.



CALENTADOR SOLAR DE AGUA

Modelo: **VFFRCDCA1234**

ESPECIACIONES

Largo: **180 cm**

Ancho: **210 cm**

Alto: **60 cm**

Área: **3.78 m²**

Peso total: **67 kg**

Peso con agua: **199.5 kg**

Capacidad del tanque: **130 L**



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017

Conclusión

Después de haberse diseñado y desarrollado este calentador solar, se puede afirmar que aunque fuese totalmente económico y hecho manualmente, los resultados del análisis matemático para obtener el rendimiento térmico estuvieron al alrededor del 43,89329779 % este resultado es regularmente favorable y aceptable y nos da regencia para mejorar el calentador solar en el futuro, esto con el fin de que no tenga perdidas de calor; como por ejemplo, estudiar más a fondo el comportamiento del aislante térmico y si se pudiese hacer una interacción con otro de fácil acceso.



Con respecto al análisis de temperatura del fluido en la salida del calentador solar, los resultados fueron favorables ya que solamente se perdió 5 grados de temperatura durante la noche y se alcanzó una temperatura máxima de 69°C, temperatura que ya se considera muy alta en un calentador solar de cama plana.

Como meta a mediano plazo, el prototipo será instalado en el hogar de una familia en San Juan Del Río, que no tiene el recurso económico necesario para comprar un calentador de gas o en su caso de adquirir un calentador solar convencional.



Referencias

1. ALBENTOSA L.M., (1990). *Climatología y medio ambiente. Universidad de Barcelona.*
2. ALMANZA R. y Muñoz F. (1994) *Ingeniería de la Energía Solar. El Colegio Nacional, México.*
3. ALMAZAR, R., & MUÑOZ, F. (1994). *Ingeniería de la Energía Solar. México: El Colegio Nacional.*
4. ANES., (1993). *Apuntes del curso de actualización. Secado Solar.*
5. AYENSU A., (1997) *Dehydration of food crops using a solar dryer with convective heat flow. Solar Energy, 59, 121-126.*
6. BRENNENDORFER, B., KENNEDY, C., BATEMAN, C. O., Mrema, G., & WerekoBrobbay, C. (1995). *Solar Dryers. Their Role In post Harvest Processing. Londres, Reino Unido: Commonwealth Secretariat Publications.*
7. CARLBERG, C. (2010). *Administración de Datos con Excel. México: Prentice Hall.*
8. CFE, (2008). *“Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de proyectos de Inversión en el Sector Eléctrico”.*
9. DUFFIE AND BECKMAN, (1991) *Solar Engineering of Thermal Processes Wiley/Interscience, New York.*
10. GÓMEZ B., ARTEAGA R., (1987). *Elementos básicos para el manejo de instrumental meteorológico. Compañía Editorial Continental S.A., México.*
11. GUDIÑO, A. D., *Calibración de Piranómetro. Reporte de Proyecto No. 22, Unidad.*
12. HERMOSILLO, J. J., *Destilación Solar. Cuaderno Huella #16, ITESO.*
13. LUNDE P.J. (1980) *Solar Thermal Engineering: Space Heating and Hot Water Systems. Pp 70- 109. Wiley, New York.*
14. MANRIQUE, J. A., (1984). *Energía Solar. Fundamentos y Aplicaciones Fototérmicas. Ed. Halla.*
15. VERGARA, J. C., & QUESADA, I. (2007). *Estadística Básica con Aplicaciones en Microsoft Excel. Madrid: Editorial Emes - Universidad de Cartagena.*





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. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)