

COCINA SOLAR DE BAJO COSTO UAMI

Jesús Javier Luna Jaime a, Yuridiana Rocio Galindo Luna b*, Jorge Ramos Sierra a, Ulises Reséndiz Úrsula a, Erick Brayan Rivera Padilla a

a Licenciatura en Ingeniería en Energía, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, C.P. 09340, México, D.F., México.

b Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, C.P. 09340, México, D.F., México, *e-mail: ygalindol@izt.uam.mx

RESUMEN

En México aproximadamente el 20 % de la población quema leña para la cocción de sus alimentos en zonas rurales. Las cocinas solares son dispositivos que permiten cocinar alimentos usando la radiación solar concentrada o acumulada como fuente de energía. El prototipo contempla tres paraboloides (ancho 0.6 m, alto 0.66 m, profundidad 0.058 m y distancia focal 0.35 m), dos con espejos como superficie reflectiva, y la otra con película tipo espejo. Cuenta con un seguimiento pasivo en dos ejes (inclinación y rotatorio). La superficie de la parrilla fue de 0.34 x 0.36 m hecha de acero al carbón. La evaluación experimental fue realizada durante el mes de mayo, considerando el estándar ASAE S580.1 de la American Society of Agricultural and Biological Engineers. La máxima temperatura alcanzada fue de 147 °C, esto permitió la cocción de huevo duro. El diseño de este prototipo es sencillo, basado en materiales reciclados y de bajo costo. Con el objetivo de que sea fácilmente replicado por cualquier persona.

INTRODUCCIÓN

El recurso solar es muy importante en la actualidad, en diversas partes del mundo se aprovecha para la generación de electricidad, ya sea en sistemas de concentración mediante centrales solares de potencia o aprovechando la radiación mediante paneles fotovoltaicos. Otra manera de utilizar el recurso es para el calentamiento de agua para diversos procesos y para la cocción de alimentos, estos mecanismos utilizan la radiación directa para poder funcionar. La Figura 1, muestra la radiación solar diaria promedio anual de México. En esta se observa el gran potencial que tiene nuestro país para el aprovechamiento de este recurso solar.

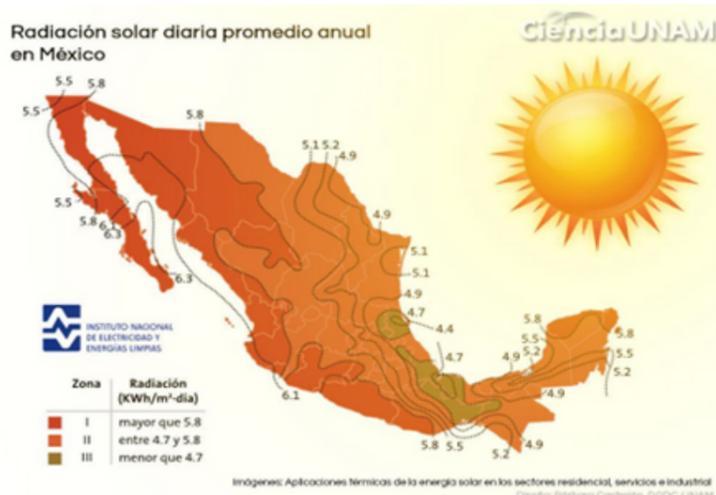


Figura 1. Radiación solar promedio en México. Fuente: Del boiler de leña al calentador solar, una opción sustentable - Ciencia UNAM.

Las cocinas y hornos solares son dispositivos muy simples que funcionan con energía solar, a través de radiación directa mediante acumulación o concentración de la misma. Son ideales para cocinar o pasteurizar agua, se deben utilizar de preferencia recipientes sin piezas de plástico, materiales metálicos con buena conducción de calor y de color negro; ya que esos absorben mejor la luz del sol. Para estos dispositivos una temperatura de 118 °C es suficiente debido a que los alimentos se cuecen a 82 °C y el agua hierve a 100 °C a una atmósfera de presión (Antonio, 2006). Se pueden clasificar en tres tipos: la caja u horno, sigue el principio de la "caja caliente" de Saussure la cual consiste en una caja pintada de negro con un orificio por donde entran los rayos del sol, en estos dispositivos el alimento se coloca en el interior. Cocinas de tipo vapor, en estas como su nombre lo indica, el alimento se cocina mediante vapor generado en un dispositivo solar. Por último, cocinas con concentración, para estos dispositivos se utilizan sistemas de espejos o de enfoque para concentrar la radiación sobre un receptor Alfredo, E. & Roberto, R. (2003).

METODOLOGÍA

Descripción del sistema

La cocina solar propuesta, utilizó antenas como captadores de tipo parabólico, los cuales al cubrirlos de un material reflejante logran concentrar la radiación en el receptor, en nuestro caso la olla donde se encuentran los alimentos. Los paraboloides utilizados para los captadores solares son antenas de tipo Offset cuya característica principal es que el punto focal se sitúa fuera de la superficie de la antena (Huidobro, 2013), con esto evitamos sombrear el concentrador.

La distancia focal fue calculada mediante la ecuación 1 (Library, 2022):

$$Distancia\ Focal = \frac{ancho^3}{16 * Profundo * Alto} \quad (1)$$

Se consideraron tres antenas debido a que al aumentar el área de captación se podrá concentrar mayor cantidad de radiación. Soportadas por estructuras fabricadas de alambro, solera y perfil tubular rectangular, la estructura posee seguimiento pasivo en dos ejes (inclinación y rotatorio). Para la concentración de los puntos focales se elaboró una parrilla con altura variable, fabricada con tubo, varilla y reja de refrigerador.

Proceso de fabricación

Para la construcción de la cocina solar, se utilizaron materiales que se pudieran reutilizar para disminuir el costo de estos. Las antenas reutilizadas son de marca comercial como se aprecia en la Figura 2, estas tienen dimensiones de 0.6 m de ancho, 0.66 m de alto y 0.058 m de profundidad.

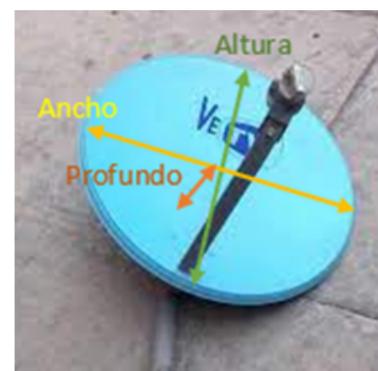
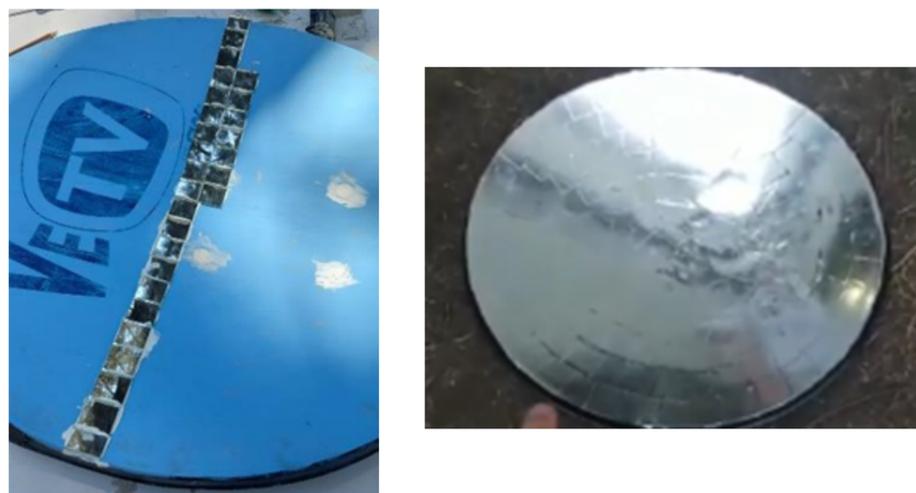


Figura 2. Antena reutilizada

Dos antenas se cubrieron con espejos cuadros de 3x3 cm obtenidos de un espejo roto que se mandó a cortar como se aprecia en la Figura 3(a). La tercera se cubrió con cuadrados de 4 cm de papel espejo, como se aprecia en la Figura 3(b).



(a)

(b)

Figura 3. (a) Antena cubierta con espejos de 3x3 cm. (b) Antena cubierta de papel espejo de 4 cm.

Las estructuras de soporte de las antenas se fabricaron con alambrcn de 1/4", solera con grosor de 1/8" y perfil tubular rectangular de 1" x 1/2" obtenidos del fierro viejo. La estructura se compone de dos partes, la parte superior se aprecia en la figura 4(a), se fabricó con alambrcn de 0.37 m alto y 0.62 m de ancho, en la parte inferior central se colocó un pedazo de solera perforada, y parte superior cuenta con un pedazo de solera perforada para fijar la antena con tornillos y mariposas permitiéndonos tener un movimiento de inclinación. En la Figura 4(b), se aprecia la parte inferior construida con perfil tubular rectangular de 0.34 m, soldado a la estructura de alambrcn de 0.30 m de largo y unas patas de 0.16 m de alto. Para unirse con la parte superior se perforó el perfil tubular rectangular y se ocupó un tornillo con una mariposa para permitirnos tener un movimiento de rotación.



(a)

(b)

Figura 4, (a) Parte superior del soporte del colector. (b) Parte inferior del soporte del colector.

Para poder concentrar los tres puntos focales de las antenas se elaboró una parrilla como se aprecia en la Figura 5, cuenta con una superficie de 0.34 x 0.36 m sostenida con una abrazadera de tubo con tornillo y tuerca a un soporte de tubo de 0.36 m de largo y patas de varilla con 0.37 m de ancho. Esta construcción nos permite tener una altura variable.

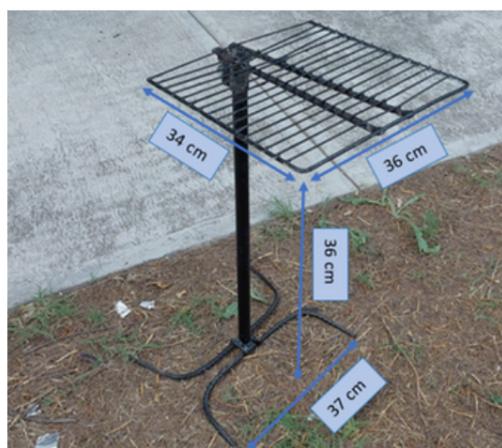


Figura 5. Parrilla con altura variable.

MÉTODO DE EVALUACIÓN

Para determinar la potencia de la estufa solar consideramos el estándar ASAE S580.1 de la American Society of Agricultural and Biological Engineers. Durante las pruebas experimentales se midió el cambio de temperatura del agua en intervalos de 10 minutos, la potencia se determina como se aprecia en la ecuación 2. La prueba finaliza al llegar a la temperatura de estancamiento o ebullición del agua (American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2013):

$$P_i = \frac{(T_2 - T_1)MC_P}{600} \quad (2)$$

Donde:

P_i = Potencia de la cocina (W) por intervalo

T_2 = Temperatura final del agua (°C)

T_1 = Temperatura inicial del agua (°C)

M = Masa del agua (Kg)

C_P = Capacidad calorífica del agua (4186 J/Kg°C)

RESULTADOS

La evaluación experimental fue realizada durante el mes de mayo, en la Ciudad de México, durante este periodo la radiación directa fue de 700 W/m². Se determinó la distancia focal mediante la ecuación 1, con un valor de 0.35 m y experimentalmente se encontró entre los 0.35 - 0.40 m. La Figura 6, muestra la medición de la distancia focal experimentalmente.

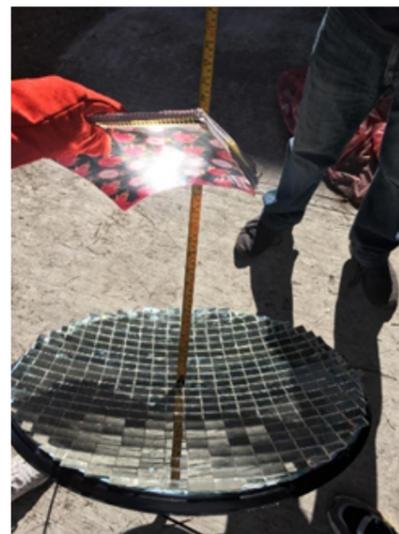


Figura 6. Medición de distancia focal.

En la primera prueba se calentó aceite en una olla de acero inoxidable, donde alcanzamos una temperatura de 147 °C. Como se aprecia en la Figura 7.



Figura 7. Calentamiento de aceite de cocina

La prueba de potencia se realizó con litro y medio de agua, comenzando a las 10:34 am con una temperatura inicial de 23.5 °C y finalizando a las 11:46 am con una temperatura de 90.8 °C. En esta prueba la potencia máxima obtenida fue de 192.5 W, la cual va disminuyendo cuando alcanzamos la temperatura de estancamiento, este comportamiento se presenta en la Figura 8.



Figura 8. Resultados prueba de potencia.

También se realizó la prueba de cocción con huevos hervidos, calentando el agua a una temperatura de 86.2 °C, Empezando su cocción a las 12:01 pm y terminando a las 12:23 pm. Como se aprecia en la figura 9.



Figura 9. Cocción de huevo duro

REFERENCIAS

- Huidobro, J. M. (2013). Antenas de telecomunicaciones . ACTA . Library. (2022). 1 Library. Obtenido de 1 Library : <https://1library.co/>
- American Society of Agricultural and Biological Engineers. (11 de 2013). Pruebas e informes de rendimiento de cocinas solares. USA.
- Alfredo, E. & Roberto, R. (2003). Libro de coccion solar (RICSA-CYTED). Salta, Argentina: Red Iberoamericana de Cocción Solar de Alimentos.
- Antonio, R. & Oscar, J.(2006,). Cocinando con el sol: Las estufas y hornos solares. Temixco, Morelos, México.

CONCLUSIONES

La fabricación y evaluación de la cocina solar nos mostró la aplicación de la energía solar y los datos más interesantes son los siguientes:

- La distancia focal fue determinada de forma experimental en un rango de 0.35 - 0.40 m, con la cual el dispositivo es capaz de alcanzar una temperatura máxima de 147 °C.
- Se determinó la potencia experimental con un valor máximo de 192.5 W, utilizando agua desde temperatura ambiente hasta los 90.8 °C, bajo condiciones ambientales de Ciudad de México.

Finalmente, recomendamos disminuir el tamaño de los espejos, con la finalidad de reducir los huecos entre ellos dentro de la antena, con el objetivo de incrementar la potencia de la misma.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al proyecto de docencia "Desarrollo de nanofluidos para aplicaciones a tecnología solar concentrada".