



Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente
Vol. 7, N° 1, 2003. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184

COCINA SOLAR DE CONSTRUCCION SENCILLA

Luis R. Saravia¹, Ricardo Caso² y Carlos Fernández

INENCO, Instituto UNSa-CONICET
Buenos Aires 177, 4400, Salta, Argentina
e-mail:saravia@unsa.edu.ar, Tel. 54-0387-4255424

RESUMEN: Recientemente, un grupo australiano ha introducido a través de Internet un nuevo diseño de cocina solar familiar de tipo caja con una buena combinación de bajo costo y robusta construcción. La misma utiliza la mitad de un tanque de 200 litros para fabricar la caja, con lo cual se abarata sustancialmente, aunque se sigue disponiendo de un equipo robusto. Se le dará el nombre de “cocina tanque”. En este trabajo se presenta una primer evaluación de esta cocina. Se ha construido un prototipo, se ha ensayado y se ha llevado a cabo una simulación numérica de su funcionamiento. Se presenta la medida de la curva de potencia de la cocina y se discute la simulación obtenida.

Palabras clave: cocina solar, cocina caja, curva de potencia, simulación, cocina tanque



Figura 1.- Conjunto de 5 cocinas de tipo tanque construidas en un taller realizado en la República Dominicana

1.- Investigador del CONICET

2.- Personal de la carrera de apoyo del CONICET



Figura 2.- Muestra los detalles constructivos y de uso de la cocina solar tipo tanque.

INTRODUCCIÓN

Existen múltiples versiones de cocinas solares de tipo caja para uso familiar, con una alta variedad de costos y eficiencia en su funcionamiento. Recientemente, un grupo australiano (D.Hobbs, 2003) ha puesto a disposición a través de Internet un nuevo diseño caracterizado al que se ha dado el nombre de **cocina tanque** (“Solar drum oven” en inglés). Tiene una buena combinación de bajo costo y robusta construcción que la hace interesante para su uso en nuestras zonas rurales, por lo que se decidió trabajar en el mismo para evaluar sus posibilidades en la región. A continuación se describe el modelo, se discuten algunas medidas experimentales de su funcionamiento y se presenta una simulación numérica .

DESCRIPCION

Las figuras 1 y 2 muestran una foto general y una de detalle del equipo. Está construido utilizando un tambor de 200 litros cortado por la mitad a lo largo de su eje. El medio cilindro resultante es utilizado como caja para la cocina. A la misma se le coloca una tapa construida con un marco de madera y un doble vidrio, así como un reflector construido con una chapa de aluminio de buena reflectividad. De no disponerse de este tipo de aluminio puede utilizarse una chapa recubierta con papel aluminio de poco espesor, lo que se ha hecho en algunos prototipos sin afectar en mucho los resultados obtenidos. El reflector gira para acomodarse al ángulo del sol y de ser necesario puede plegarse hasta tapar el vidrio. El semicilindro se apoya sobre dos tirantes de madera colocados sobre alguna base que puede tener ruedas pequeñas para facilitar el movimiento de la cocina. Los dos tirantes, paralelos al eje del cilindro cortado, permiten que el tanque gire alrededor de su eje cambiando la orientación del vidrio para acomodarlo al ángulo solar que varía a lo largo del año.

La pared interior se construye con una chapa metálica ondulada, de las usadas en los techos de las casas. En los extremos se cierra el interior con dos semicircunferencias de chapa plana. La chapa ondulada da una muy buena rigidez al interior siendo necesario únicamente colocar dos tacos de madera para mantener la distancia entre el tanque y la chapa. El espacio entre los dos elementos se rellena con lana de vidrio para obtener una buena aislación. Un beneficio adicional de esta solución es que las ondulaciones se aprovechan para apoyar en forma firme una chapa algo gruesa sobre la cual se coloca la olla para favorecer su calentamiento. Cuando la inclinación de los vidrios se cambia, la chapa se puede correr de una ondulación a otra para mantener la horizontalidad. Todas las chapas internas se han pintado de color negro, por lo que las pérdidas por reflexión hacia el exterior son bajas.

Las dimensiones de la tapa de vidrio es de 0,48 m de profundidad por 0,75 m de ancho, El tanque tiene 0,58 m de diámetro y su longitud es de 0,85 m. La profundidad útil de la cocina tanque es de 0,17 m. El reflector tiene como ancho el del tanque y como altura el diámetro del mismo.

El costo de construcción del prototipo es de unos US\$ 70, incluyendo la mano de obra que constituye un 35% del total, si se coloca papel de aluminio como reflector. El uso de un aluminio de alta reflectividad aumenta el costo en unos US\$ 7.

ENSAYO DE LA COCINA

La cocina fue ensayada durante el mes de julio de 2003 en la ciudad de Salta. A continuación se detallan los resultados obtenidos entre la 11 y las 18:50 horas de un día soleado. Se colocó una olla negra con un total de 2.200 kg de agua. Esta cifra es menor que la recomendada en la metodología de ensayo de cocinas caja propuesta por la red RICSA del CYTED, adoptándose por no disponerse de una olla con la capacidad solicitada. Debe indicarse que en la cocina la

Tabla 1: resultados de la medida de una cocina solar tipo caja

Horas	Minutos	Temp. agua C	Temp. Ambiente C	Rad. Horizontal W/m ²	Rad. Normal al haz W/m ²	Potencia absorbida W
11	25	17.5	16.5	650	950	96.2
11	40	26.9	17.5	640	950	106.4
11	55	37.3	19.0	690	973	88.3
12	15	48.8	20.2	710	990	82.9
12	30	56.9	21.0	730	1011	57.4
12	57	67.0	21.5	748	930	69.1
13	13	74.2	22.0	720	935	54.4
13	24	78.1	22.8	700	940	50.3
13	42	84.0	23.4	680	950	73.3
14	00	92.6	24.1	540	950	65.2
14	12	97.7	24.6	560	910	
14	40	100	24.6	560	870	
15	05	99	24.0	590	830	
16	42	70.3				
17	04	65.5				
18	50	46.7				

distancia entre el vidrio de la tapa y el fondo redondeado no permite colocar ollas profundas. La cocina fue movida una vez por hora para seguir el sol. A las 15:05 horas, una vez que el agua comenzó a hervir, la tapa reflectora se cerró para medir la caída de temperatura. El agua comenzó a hervir 2:35 horas después de comenzar el ensayo.

La Tabla 1 da los valores medidos para la temperatura del agua y la temperatura ambiente. También se da la radiación medida sobre superficie horizontal y la radiación medida en un plano normal al haz. La siguiente columna da la potencia entregada al agua en cada punto de medida, calculada como la diferencia de temperatura entre medidas sucesivas dividida por el tiempo entre las mismas y multiplicado por el calor específico del agua y la masa de agua colocada. La curva de potencia tiene la forma típica (Estévez, 2001), con el máximo en el orden de los 100 W al comienzo y una caída lenta llegando a unos 60 W al final.

La curva de temperatura en el agua como función del tiempo se muestra en la figura 4, donde se la compara con el resultado de la simulación térmica que se detalla en la próxima sesión.

La cocina ha sido utilizada en la preparación de diversas comidas por varias personas, comportándose en forma satisfactoria.

SIMULACIÓN NUMÉRICA DEL FUNCIONAMIENTO

Se ha realizado una simulación numérica del funcionamiento de la cocina utilizando el programa SIMUSOL, desarrollado en el INENCO (Alía de Saravia y otros., 2002). Esta simulación, una vez puesta a punto, permite extrapolar los resultados obtenidos con otras condiciones de diseño, ya sea de capacidad de la cocina o de funcionamiento.

La figura 3 muestra el circuito térmico utilizado por el SIMUSOL para llevar a cabo la simulación. Se decidió plantear un circuito sencillo, que contemple los aspectos térmicos más importantes.

Se han considerado nodos de temperatura en el agua de la olla (nodo 2), en el aire (nodo 1), en la superficie interna de la cocina considerada como única (nodo 3) y en el medio ambiente (nodo 10). Al vidrio se lo trata como una unidad y se lo llama nodo 4.

Se han tomado en cuenta las masas térmicas de agua, de la chapa de la pared interna y del vidrio.

Las resistencias térmicas introducidas se aprecian en la figura 3. Cabe indicar que la superficie interna de la cocinas se consideró como poseyendo una única temperatura. Debe recalcarce que la resistencia térmica del vidrio cambia sustancialmente cuando se cierra la tapa al comenzar a hervir el agua. Esto se ha tenido en cuenta usando la tabla2, que define ese cambio y se introduce en el valor de la resistencia del vidrio

Los cuadros debajo del diagrama listan los distintos parámetros utilizados en la simulación. En particular, la tabla1 muestra los valores de radiación sobre la superficie normal al haz, tal cual fueron medidos en la experiencia.

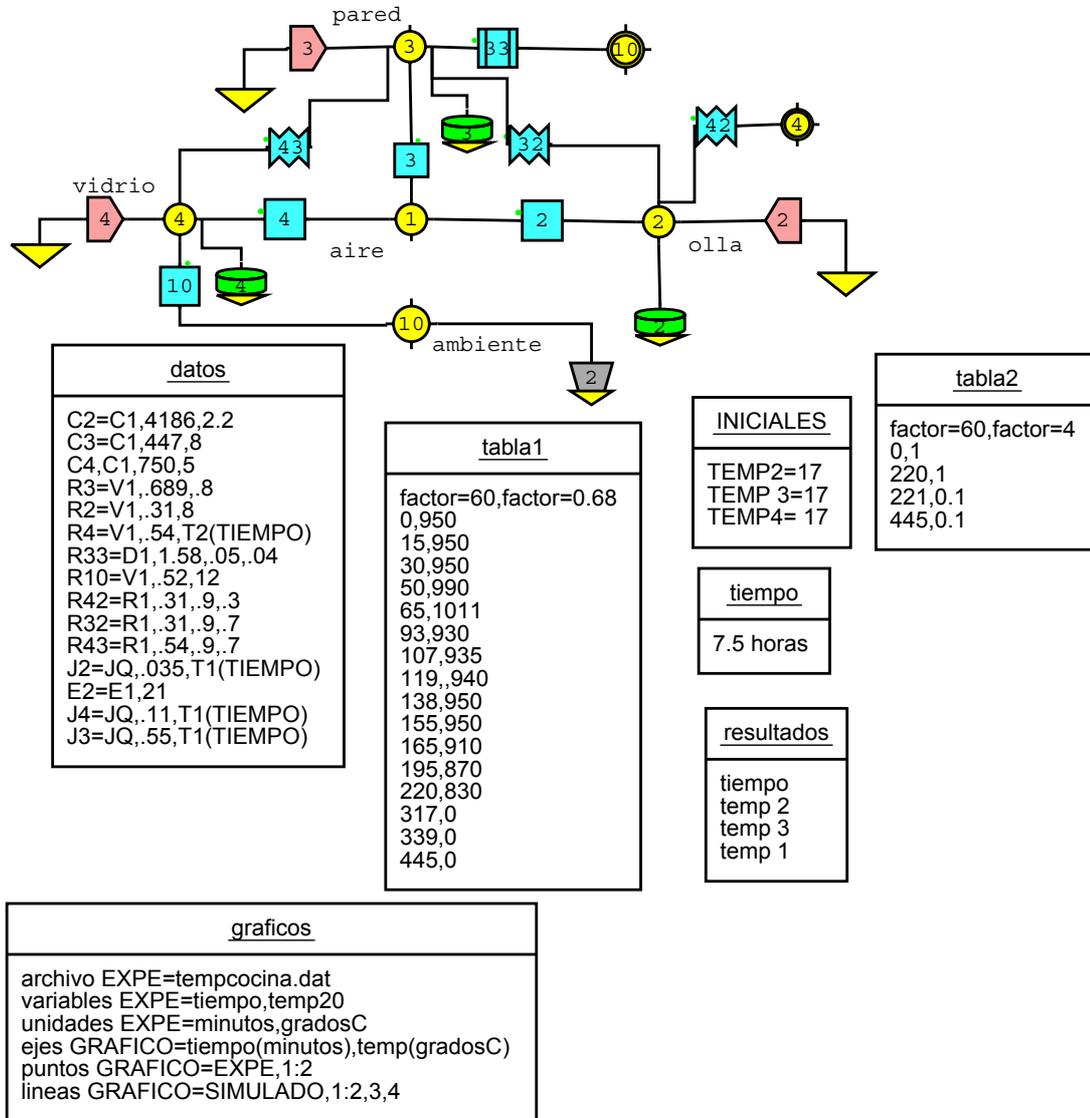


Fig. 3.- Muestra el circuito generado con el Simusol para representara la cocina solar.

La radiación recibida se evaluó sobre una superficie normal al haz teniendo en cuenta el área definida por la cocina. En ella se separó la que llegó al espejo, la que fue afectada por el coeficiente de reflexión correspondiente antes de alcanzar el vidrio. La radiación resultante atravesó el vidrio siendo en parte absorbida por el mismo. La radiación que entra se divide entre la que llega directamente a la olla y la que llega a la superficie interna. La radiación absorbida en el vidrio fue considerada en el balance térmico del mismo. Estas tres fuentes se indican con los dibujos de color rosa.

Los resultados de la simulación se muestran en la figura 4 junto con los valores experimentales correspondientes a la temperatura dela guía de la olla.. Estos últimos se muestran como cruces mientras que los valores simulados son las curvas continuas. "Temp 2" corresponde a la temperatura en la olla, que debe ser comparada con los puntos indicados con cruces. "Temp 1" representa la temperatura del aire y "Temp 3" es la temperatura de las paredes. Como se aprecia, la reproducción de la temperatura del agua es bastante aproximada, aunque no se haya realizado ningún ajuste. El salto que ocurre a los 220 minutos se debe a que allí ocurre el cambio brusco en la pérdida de calor por el vidrio debido a que se baja la tapa de cierre.

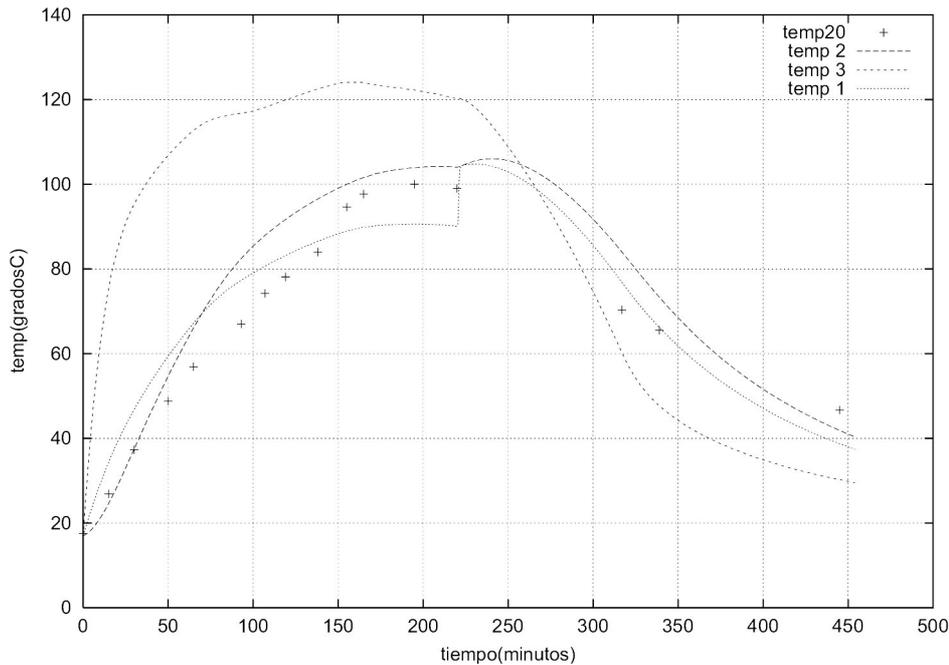


Fig. 4.- Muestra los valores experimentales (cruces) y los simulados (Temp. 2) del agua de la olla. Las tres curvas simuladas corresponden, a las siguientes temperaturas (a la altura de tiempo igual a 200 min y de arriba a abajo): paredes, agua y aire.

CONCLUSIONES

Se han construido varias cocinas de este tipo en los talleres de la UNSa y en ocasión de realizar una tarea de transferencia organizada por el CYTED y la ONG "Arquitectos sin Frontera" de Madrid en el pueblo Pedregales de la República Dominicana. El mismo se encuentra en la frontera entre dicho país y Haití. El taller dictado, que incluyó la construcción de 5 cocinas que se muestran en la figura 1, fue dictado por los señores R. Caso y C. Fernández. En ambos casos se ha podido apreciar que la cocina es de una construcción muy sencilla y de bajo costo. El costo de los materiales está en el orden de los US\$ 40 y es posible que los propios interesados la construyan ahorrando la mano de obra. El producto resultante se caracteriza por tener una muy buena robustez, indicando que podrá ser usado por un período prolongado.

Los ensayos térmicos realizados, principalmente su curva de potencia, muestran un comportamiento similar al de otras cocinas de tipo caja (Estéves, 2001), tanto en lo que tiene que ver con la forma general de la curva de potencia como en el valor de la potencia a una temperatura 50 C superior a la ambiente. Este es un valor habitualmente utilizado para caracterizar a las cocinas. La simulación numérica muestra un resultado bastante similar al medido, por lo que puede esperarse que con la misma se puedan realizar estudios de sensibilidad de los distintos parámetros.

REFERENCIAS

Hobbs, D. (2003), Solar drum oven, www.barefootengineering.com

Estéves A. (2001). Ensayo de potencia para medir el comportamiento térmico de hornos solares, su validez en función de la época del año. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 5, 02.49.

Alía de Saravia, D., Saravia, L. y Saravia, D. (2002), Avances introducido en la capacidad del simulador de sistemas solares térmicos (SIMUSOL), *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, pp.08.31.

ABSTRACT: Derrick Hobbs of Barefoot Engineering (Australia) has designed a rather unique solar cooker that he calls the "solar drum oven." The body of the cooker is half a 44-gallon drum, which sits in a wooden frame. The interior is corrugated iron bent in a semi-circular shape to fit inside the drum. A moveable black shelf, spanning the distance between opposing corrugations, holds cooking pots level and allows the cooker to be rotated on its horizontal axis for optimal sun exposure at different times of the day and year. The cooker's reflector, when not in use, closes down over the glass window to keep food warm and prevent damage to the glass. An experimental thermal evaluation of the cooker is presented as well as a numerical simulation. The cooker is cheap and very simple to build. The used materials are quite strong.

Keywords: solar cooker, box cooker, power curve, numerical simulation, solar drum oven.