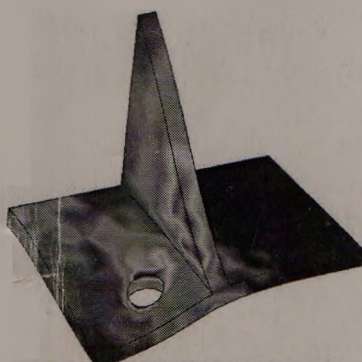


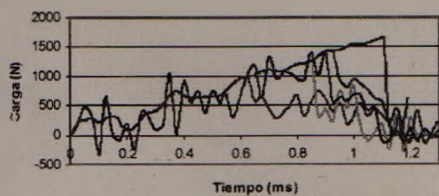
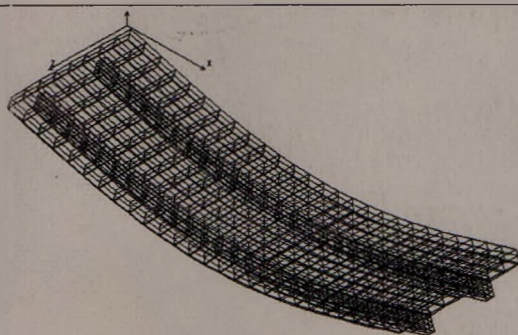


Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ingeniería
U.N.N.E. – Resistencia - Chaco
10 al 12 de Noviembre de 2004

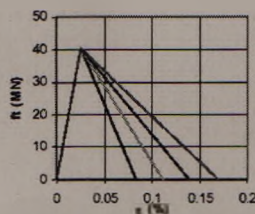


Contour Plot of NODAL V. MISES
(Deformation (M0): DISPLACEMENT of LOAD ANALYSIS, step 1.

2^{DA} JORNADA DE COMUNICACIÓN CIENTÍFICA PARA INGENIERÍA 2004



— Gf = 2160 N/m — Gf = 3240 N/m — Gf = 5400 N/m
— Gf = 4250 N/m (DF) — Ens. Laboratorio



— Gf = 2160 — Gf = 3240
— Gf = 5400 — Gf = 4250

Aplicaciones Térmicas de La Energía Solar: Primeras Pruebas Con Una Cocina Solar Tipo caja

Autores: Salinas, Darío, Martina, Pablo, Gallipoliti, Virginia
Juan, Corace, Raquel, Aeberhard

Dpto. Termodinámica – Facultad de Ingeniería - UNNE. salinasdario@yahoo.com.ar

Antecedentes

Un horno o cocina solar son aparatos que capturan los rayos del sol y utilizan esta energía para cocinar los alimentos o calentar agua. Estos procesos son posibles gracias al fenómeno de Efecto Invernadero que se logra dentro de ellos. Sin entrar en mas detalles solo mencionamos que el vidrio, así como otros sólidos transparentes a la luz visible, no lo son a longitudes de onda cortas como el caso de la Radiación ultravioleta o largas como la radiación infrarroja. De esta manera el vidrio actúa como una *Trampa de calor* y a este efecto, fundamental para la captación de la energía solar, se denomina Efecto Invernadero.

Unas de las primeras experiencias en este tipo de aprovechamiento solar fue el llamado Horno de Telkes (1980) fabricado en Nueva York por la Dra. Maria Telkes (investigadora de la Universidad local) que colocó en su terraza una caja de aluminio pulido sobre una tabla de madera preparando una sabrosa comida.

En la Argentina se vienen realizando experiencias con cocinas tipo horno desde hace aproximadamente 10 años. En los años 1998 y 1999 (Passamai, 1998^a; 1998^b; 1999) se presentaron resultados obtenidos tanto en el laboratorio como de campo para modelos de cocción de cocina solar, tipo caja, que consta de una caja de chapa de hierro pintada de negro, de 0,5 mm de espesor. Por otro lado la Red Iberoamericana de Cocción solar de Alimentos (RICSA, 2000) para estandarizar las mediciones, ha establecido el uso del agua como elemento a calentar en lugar de distintos preparados de alimentos (Mealla et al., 1999; Funk, 1998), aunque obviamente que el efecto calefactor de las cocinas también puede ser evaluado, primariamente, a través de su respuesta en vacío (Passamai, 1998^a)

Objetivos En este trabajo se presentan los resultados de las mediciones en un horno solar construido en el Dpto. Termodinámica de la Facultad de Ingeniería de la UNNE. Tanto cuando no contiene recipientes o alimentos como cuando si.

Materiales y Métodos

La construcción de esta cocina solar se realizo con materiales económicos y de fácil acceso en el medio. Una caja construida de madera (terciado) de dimensiones 19,5 cm de profundidad, por 16,5 cm de alto y 26, 5 cm de largo aproximadamente. El acceso al interior se realiza por una puerta trasera que es uno de los laterales de la caja. Las superficies de exposición al sol las constituyen la tapa y un lateral frontal a los que se le han agregado dos tapas que se abisagran a sus bordes. Estas “tapas” fueron forradas en

sus partes internas con papel aluminio para lograr un mejor aprovechamiento de la radiación incidente al horno. En experiencias posteriores este papel de aluminio fue reemplazado por dos espejos, con lo que se consiguieron mayores temperaturas dentro del horno, aumentado así su rendimiento general.

Por otro lado las superficies internas de esta cocina fueron revestidas en su base con una chapa pintada de negro mate (Esmalte sintético Alkidico) al igual que los laterales.

El aislante térmico utilizado fue telgopor (2 cm) ubicado entre la madera y las superficies negro mate, para evitar las pérdidas de calor que se generan dentro del horno. Al final del informe, se observa en la figura N° 1 la cocina solar conteniendo tapas reflectoras forradas con papel de aluminio y en la figura N° 2, conteniendo espejos como reflectores.

Las variables que se midieron fueron:

- Temperatura ambiente,
- Radiación solar incidente,
- Tiempo (hora, minutos),
- Temperatura del agua (cuando hubo un recipiente conteniéndolo),
- Temperatura de la base negra del horno (con termocupla) y
- Temperatura interna del horno (con termómetro de mercurio)

Sistema de toma de datos: Los datos de Radiación solar son grabados permanentemente por una computadora personal que los va almacenando en un disco rígido cada 10 minutos. Estos datos se estudian y procesan posteriormente. El software que permite esta captura de datos es el POD41 y fue creado por la firma MESTECH. Este tipo de instalación permite obtener datos durante las 24 hs. Del día, e inclusive cuando hay corte de luz el sistema continua funcionando ya que cuenta con una fuente ininterrumpida de alimentación (UPS)

Mediciones realizadas

Se realizaron 4 series de mediciones en el mes de Octubre del corriente año. Dos de ellas, las primeras, con reflectores de papel aluminio. Las otras dos, con espejos en los reflectores. En todas ellas, se midieron, Temperatura ambiente, Radiación Solar y Tiempo. Se colocó un recipiente con agua (150 cm³) y se midieron las temperaturas alcanzadas por esta (solamente en las dos primeras series de medidas). En las dos ultimas series, con los espejos incorporados, se midieron Temperatura de la bandeja interna y Temperatura interior del horno, pero no se midieron Temperaturas del agua. Simplemente se observó si entraba en ebullición.

Tem. Ambiente (°C)	Temp. Agua (°C)	Radiación (Watt/m ²)	Tiempo (Hora)	Observaciones
30	26,5	660	10:05	
34	58	689	10:15	
35	66	726	10:30	
35,5	75	760	10:45	
36	83	796	11:05	
37,5	90	835	11:30	Reflectores
38,5	92	850	11:45	caídos por
38,5	94	850	11:50	el viento
39	94	855	12:10	
39,3	97	850	12:30	
39,8	98	853	12:40	
39	100	850	12:55	
39	101	854	13:05	

Tabla N° 1: Mediciones del día 17 /10 /04. Reflectores de papel aluminio y un recipiente de agua en su interior.

Tem. Ambiente (°C)	Temp. Agua (°C)	Radiación (Watt/m ²)	Tiempo (Hora)	Observaciones
28	27	881	11:25	Agua
28	76	940	11:50	Ingresa con
28	83	950	12	27 °C
29	84	921	12:10	
30	87	960	12:20	
30	89	965	12:35	
30	94	945	12:45	
30	97	980	13:00	

Tabla N° 2: día 27 /10 /04 Reflectores de papel aluminio y medición de Temp. del agua.

Tem. Ambiente (°C)	Temp. Horno (°C)	Temp. Piso horno (°C)	Radiación (Watt m ²)	Tiempo (Hora)	Observación
26	66	77	1100	12:30	
26	74.5	85	1110	12:40	
27	82	95	1100	12:50	
28	88.25	99	1100	13:00	
27.5	91.75	106	1085	13:10	
28.25	93.25	109	1065	13:20	
28	94.8	109	1060	13:30	
29.4	94.8	108.5	1047	13:40	Se giro el
28.6	97.7	111	1030	13:50	horno
28.6	100	111.5	1000	14:00	
29	101.5	110	980	14:10	
29.4	102.4	113	950	14:20	
29	103.5	111	940	14:30	Ebullición
29	104.5	114	930	14:40	Del
28.5	104.5	114	930	14:50	agua

Tabla N° 3: día 18 /10 /04 Con reflectores de espejos. Medición de Temp. en Base del horno y habitáculo Se observo la ebullición del agua.

Tem. Ambiente (°C)	Temp. Horno (°C)	Temp. Piso horno (°C)	Radiación (Watt m ²)	Tiempo (Hora)	Observacion
24	51	69	880	10:30	
24	70	83	900	10:40	
25	82.25	92	950	10:60	
26	86.4	93	970	11:10	orientación
26.5	90	98	1000	11:25	
26	93.75	98	1010	11:40	Orientación de
26	98.25	109	1010	11:55	La cocina
27	98.5	114	1030	12:10	
26	100	109	1050	12:25	
26	100.75	113	1060	12:45	Ebullición del
27	100.75	115	1050	13	Agua del recip.
28	101	108	1040	13:10	
27	102	113	1030	13:20	

Tabla N° 4: día 19/ 10/ 04 Con reflectores de espejos. Medición de Temp. en la Base del horno y habitáculo Se observo la ebullición del agua con un huevo dentro.

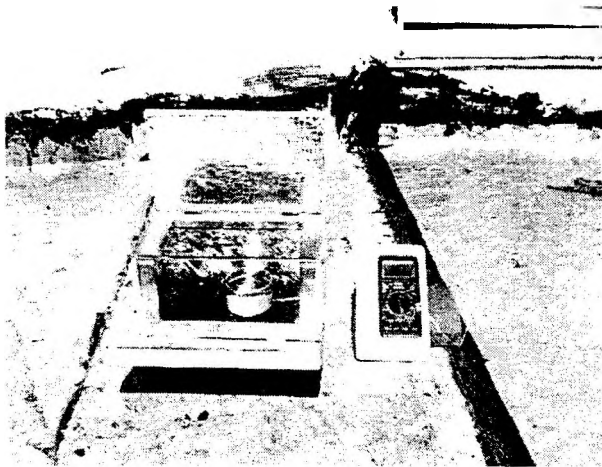


figura 1
(cocina solar con reflector de papel de aluminio)

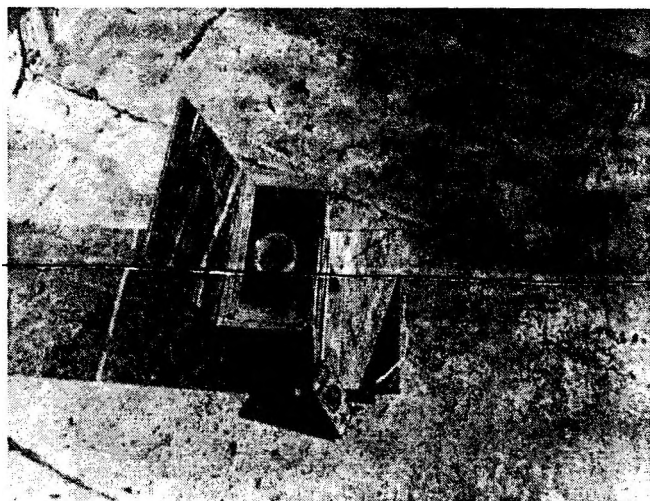


figura 2
(cocina solar con espejos como reflectores)

Discusión de Resultados

Se observan una serie de mediciones de Temperaturas en el Horno solar, así como también el calentamiento de agua y la cocción de un huevo. Si bien aquí no figuran, se han realizado posteriores experiencias de calentamiento de agua y de alimentos (sándwich) con el horno sin los espejos (con papel aluminio) comprobándose que mejores resultados se obtuvieron luego de la incorporación de los mismos. Se verificaron aumento de la Temperatura interior del habitáculo y de la superficie base del horno, inclusive luego de horarios en que la Radiación solar decaía. Este resultado provocado por el calor acumulado dentro del horno, por el efecto invernadero producido.

Algunos inconvenientes ocasionados fueron la caída de los reflectores por causa del viento, el vapor de agua empañó las superficies internas, lo que demandó la limpieza, con la consiguiente interrupción de las mediciones, et.

Se comprueba la ebullición del agua a los 100.75 °C de temperatura del interior del horno, 113 °C de Temperatura de la base con un valor de Radiación solar alrededor de los 100 W/m². Esto también dependerá de la cantidad de tiempo que el horno estuvo expuesto al sol.

En la cocción de los alimentos se verificaron el calentamiento del sándwich y el huevo logro un punto “pasado por agua”

Conclusiones

- Las Temperaturas máximas alcanzadas por el horno, en condiciones de Radiación solar y Temp. ambiente coinciden con pruebas de cocinas nacionales, por lo que consideramos resultados óptimos logrados.
- Se mejora la eficiencia del horno colocando reflectores con espejos
- El horno construido es de fácil portabilidad y limpieza, debe resguardarse de vientos fuertes que puedan dañar su cubierta transparente.
- Para calentar agua es necesario colocar una tapa al recipiente para evitar que el vapor empañe las superficies internas.
- El horno solar construido demostró un muy buen comportamiento térmico, lo que promueve su utilización para otros usos culinarios.

Bibliografía

- Ted Lucas "Como usar la Energía solar" Editorial Victor Leru S.A. Bs. As. 1981
- Quadri, Néstor P. "Energía solar" Editorial Alsina Bs. As. 1991
- F. Tilcara, L. Mealla Sánchez, V. Passamai (1998) Resultados de primeros ensayos en un equipo de tres cocinas solares semejantes. Revista ASADES Vol 2, N°1 pp.02. 17-02.20
- Passamai, V. (1998^a) Experiencias de Laboratorio y de campo con un horno solar. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol 2 N° 1 (02.33-02.32)
- RICSA. (2000) <http://ciunsa.edu.ar/ricsa/conteni.hum>