

# CURSO – TALLER

## “ PRINCIPIOS DE DISEÑO DE LAS COCINAS SOLARES ”



2003

**Autores: Andrés Fasano.  
Carlos Secco.**

## **Temario**

1	Presentación	3
2	Justificación del curso	3
3	Objetivos	3
4	¿Porqué calienta el sol?	4
5	Principios de transferencia de calor	4
5.1	Ganancia de calor	5
5.2	Pérdida de calor	5
5.2.1	Conducción	5
5.2.2	Convección	6
5.2.3	Radiación	7
5.3	Almacenamiento de calor	7
5.4	Ejemplo	8
6	¿Qué son las cocinas solares?	9
7	Breve historia de las cocinas solares	9
8	Algunos modelos de cocinas solares	10
9	Algunos usos de las cocinas solares:	12
9.1	Pasteurización de agua o leche	12
9.2	Secado de productos naturales y granos	13
9.3	Como termo	14
9.4	Esterilización en envasados de frutas	14
9.5	La cocina solar como elemento de jardinería	14
9.6	Cocinado por retención de calor	15
9.7	La seguridad de los alimentos y la cocina solar	16
9.8	Tiempos aproximados de cocción de distintos alimentos	18
9.9	Orientación de las cocinas solares	19
9.10	Seguridad en el uso de las cocinas solares	19
9.11	Materiales estructurales para construir cocinas solares	20
9.12	Reflectores. Área de acumulación solar	20
9.13	Aislamiento térmico	20
9.14	Resistencia a la humedad	21
9.15	Indicadores de la temperatura alcanzada	21
10	Impactos del uso de las cocinas solares:	22
10.1	Económicos	22
10.2	Salud	22
10.3	Medioambiente	23
11	Factores culturales por los que casi no se usan las cocinas solares	24
12	Preguntas frecuentes de la " cocción solar "	24
13	Modelos de cocinas solares:	29
13.1	De paneles reflectores plegables:	29
13.1.1	De concentradores sencillos	29
13.1.2	De doble posicionamiento	31
13.2	De paneles reflectores fijos	33
13.2.1	Embudo	33
13.2.2	Tipo parabólica	35
13.3	Horno solar cerrado	38
14	Anexos	40
14.1	Direcciones en Internet sobre cocinas solares	40
15	Referencias bibliográficas	41

## ***El propósito de este manual es resumir los principios básicos que han sido utilizados en el diseño de las cocinas solares.***

### **1. Presentación**

Este curso se encuentra enmarcado dentro del proyecto de extensión de la Universidad Nacional de Entre Ríos - U.N.E.R. denominado "Divulgación Científica en Apoyo al Desarrollo Social Sustentable".

Con el conocimiento de los principios básicos de la energía solar, transferencia de calor y el acceso a materiales simples, como el cartón, el papel de aluminio y el vidrio, se pueden construir varios modelos de cocina solares eficaces.

Las líneas generales de este informe son los principios básicos de diseño de las cocinas solares, así como identificar un amplio abanico de materiales que pueden utilizarse en su construcción. Estos principios se presentan, en líneas generales, para que sean aplicables a una amplia variedad de problemas de diseño y construcción de nuevos modelos.

### **2. Justificación del curso**

Hemos emprendido esta tarea porque estamos convencidos que la buena formación científica, promoviendo la búsqueda original de fenómenos en la vida cotidiana y aplicaciones corrientes de leyes y principios es lo que capacita al niño y al joven para que puedan crear soluciones particulares, frente a las necesidades y situaciones que se presentan en cada lugar, en cada oficio, trabajo o profesión.

Además consideramos fundamental valorar el uso de energías alternativas en la vida de cada uno para disminuir de esta manera el impacto medio ambiental global producido.

### **3. Objetivos**

Los objetivos que el curso taller propone lograr son:

- Contribuir el conocimiento general sobre la utilización de la energía solar.
- Incentivar la creatividad.
- Diseñar y elaborar cocinas solares sencillas, de bajo costo, eficientes y seguras.
- Favorecer la percepción de la posibilidad y necesidad de utilizar energías alternativas en nuestras vidas.

Los participantes de este taller, al finalizarlo, serán capaces de:

- Comprender los principios del intercambio de calor que ocurren en una cocina solar.
- Enumerar por lo menos cinco usos que pueden darse a una cocina solar.
- Explicar por qué una cocina solar es capaz de cocinar.
- Construir una cocina solar.
- Mejorar los modelos presentados de cocina solar o diseñar otros dispositivos más eficientes.

#### **4. ¿Porqué calienta el sol ?**

La energía radiante del sol se transmite a través del espacio vacío en forma de radiación que viaja a la velocidad de la luz. Entre las diferentes ondas que la componen hay radiación visible, ultravioleta, infrarroja etc. La radiación ultravioleta es tan energética que puede ionizar la materia, pero la radiación infrarroja interfiere con los electrones de los átomos promoviéndolos a un nivel superior lo que produce la agitación de los átomos y de las moléculas que se traduce en calor.

Los rayos solares atraviesan la atmósfera sin calentarla y se transforman en calor en el momento en que entran en contacto con la tierra y con materiales capaces de almacenar energía en forma de calor.

Entonces, por radiación nos llega toda la energía del sol, que al alcanzar la tierra empieza un complicado ciclo de transformaciones: la captan las plantas y luego la consumimos nosotros, el agua se evapora, el aire se mueve, etc.

#### **5. Principios de transferencia de calor**

El calor en el interior de la cocina causa que la temperatura dentro de ésta aumente hasta que la cantidad de calor que se pierde de la cocina sea igual al aumento del calor proveniente de la radiación solar. En este momento se dice que se llegó a un equilibrio.

Dadas dos cajas solares que tienen la misma capacidad de retener calor, la que tenga más ganancia (por una luz solar más fuerte o por luz solar adicional vía reflector) se calentará más en su interior.

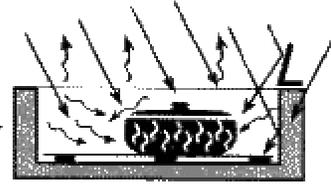
Los siguientes principios de calor se considerarán en primer lugar:

- Ganancia de calor.
- Pérdida de calor.
- Almacenamiento de calor.

## 5.1 Ganancia de calor

Efecto Invernadero: este efecto es el resultado del calor en espacios cerrados en los que el sol incide a través de un material transparente como el vidrio o el acrílico.

La luz visible pasa fácilmente a través del cristal y es absorbida y reflejada por los materiales que estén en el espacio cerrado.



El mismo efecto se observa en el planeta Tierra y la atmósfera.

La energía de la luz que es absorbida por las ollas negras y la plancha negra debajo de las ollas se convierte en energía calorífica que tiene una mayor longitud de onda, e irradia desde el interior de los materiales. La mayoría de esta energía radiante, a causa de esta mayor longitud de onda, no puede atravesar el cristal y por consiguiente es atrapada en el interior del espacio cerrado. La luz reflejada, o se absorbe por los otros materiales en el espacio o atraviesa el cristal si es que no cambia su longitud de onda.

Debido a la acción de la cocina solar, el calor que es recogido por la plancha y las ollas de metal negro absorbente es conducido a través de esos materiales para calentar y cocinar la comida.

La ganancia de calor depende directamente de la superficie reflectora, por lo que a mayor entrada de energía solar se tendrán temperaturas mayores en el interior de la cocina.

## 5.2 Pérdida de calor

La segunda ley de la termodinámica plantea que el calor siempre viaja de lo caliente a lo frío.

El calor dentro de una cocina solar se pierde por tres vías fundamentales:

- Conducción
- Radiación
- Convección

### 5.2.1 Conducción

La conducción es el transporte de calor a través de una sustancia y tiene lugar cuando se ponen en contacto dos objetos a diferentes temperaturas. El calor fluye desde el objeto que está a mayor temperatura hasta el objeto de menor temperatura. La conducción continúa hasta que los dos objetos alcanzan la misma temperatura (equilibrio térmico).

Podemos explicarlo si tenemos en cuenta las "colisiones de las moléculas". En la superficie de contacto de los dos objetos las moléculas del objeto que tiene mayor temperatura (que se mueven más rápido) colisionan con las del objeto que está a menor temperatura (que se mueven más lento), a medida que colisionan, las moléculas rápidas ceden parte de su energía a las más lentas. Éstas a su vez

colisionan con otras moléculas contiguas. Este proceso continúa hasta que la energía se extiende a todas las moléculas del objeto que estaba inicialmente a menor temperatura. Finalmente alcanzan todas la misma energía cinética y en consecuencia la misma temperatura.

También debemos mencionar que algunas sustancias conducen mejor el calor que otras.

- Los sólidos son mejores conductores que los líquidos y éstos mejores que los gases.
- Los metales son muy buenos conductores del calor, mientras que el aire es un mal conductor.

Como ejemplo podemos considerar el caso del mango de una sartén de metal puesta en una cocina o fuego, se calienta gracias a la transferencia de calor desde el fuego a través de los materiales de la sartén hacia los materiales del mango. En el mismo sentido, el calor dentro de una cocina solar se pierde cuando viaja a través de las moléculas de las hojas de aluminio, el vidrio, el cartón, el aire y el aislamiento, hacia el aire fuera de la caja.



El calor es conducido a través de la sartén al mango.

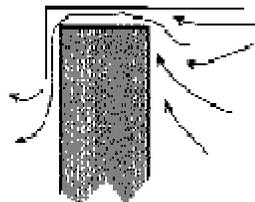
## 5.2.2 Convección

La convección tiene lugar cuando áreas de fluido caliente (de menor densidad) ascienden hacia las regiones de fluido frío. Cuando ocurre esto, el fluido frío (de mayor densidad) desciende y ocupa el lugar que dejó el fluido caliente (que ascendió). Este ciclo da lugar a una continua circulación (corrientes convectivas) del calor hacia las regiones frías.

En los líquidos y en los gases la convección es la forma más eficiente de transferir calor.

En el verano, en una ruta recalentada, se puede ver como asciende de ella el aire caliente formando una columnas oscilantes. También se ve a veces como asciende el aire desde un radiador (el aire caliente sube y el frío baja).

Como podemos observar en la figura las moléculas de aire entran y salen de la caja a través de las rendijas. Las moléculas de aire calentadas dentro de una caja solar escapan en primer lugar a través de las rendijas alrededor de la tapa superior, por la puerta abierta de la cocina, o por imperfecciones en la construcción. El aire frío de afuera de la caja también entra a través de estas aberturas.

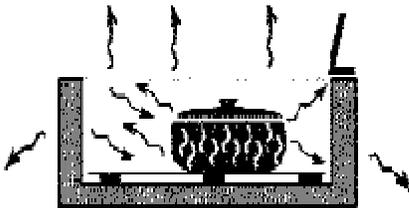


### 5.2.3 Radiación

Tanto la conducción como la convección requieren la presencia de materia para transferir calor.

La radiación es un método de transferencia de calor que no precisa de contacto entre la fuente de calor y el receptor. No se produce ningún intercambio de masa y no se necesita ningún medio material para que se transmita.

Se produce la transmisión de calor por radiación entre dos cuerpos los cuales, en un instante dado, tienen temperaturas distintas, sin que entre ellos exista contacto ni conexión por otro sólido conductor. Es una forma de emisión de ondas electromagnéticas (asociaciones de campos eléctricos y magnéticos que se propagan a la velocidad de la luz) que emana todo cuerpo que esté a mayor temperatura que el cero absoluto.



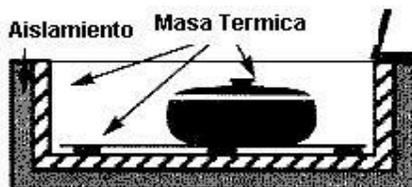
Todos los objetos absorben y emiten radiación calórica.

Cuando la absorción de energía está equilibrada con la emisión, la temperatura del objeto permanece constante. Si la energía absorbida es mayor que la emitida la temperatura del objeto aumenta, y si ocurre lo contrario la temperatura disminuye.

La mayor parte del calor radiante que se despiden de las ollas calientes dentro de una cocina solar se refleja en el aluminio y el vidrio, de vuelta a las ollas y a la bandeja inferior. Aunque los vidrios transparentes atrapan la mayoría del calor radiante, un poco se escapa directamente a través de éste. El vidrio atrapa el calor radiante mejor que la mayoría de los plásticos.

### 5.3 Almacenamiento de Calor

Cuando la densidad y el peso de los materiales dentro del armazón aislado de la cocina solar aumenta, la capacidad de la caja de mantener el calor se incrementa.



En algunos casos en el interior de la caja se incluyen materiales pesados como piedras, ladrillos, agua o mucha comida que tarda mucho tiempo en calentarse a causa de esta capacidad de almacenamiento del calor adicional.

La energía entrante se almacena como calor en estos materiales pesados, provocando una demora en el calentamiento del aire de la caja.

Estos materiales densos, cargados con calor, irradiarán ese calor dentro de la caja, manteniéndola caliente durante un largo periodo de tiempo aunque se nuble o el día se acabe.

## 5.4 Ejemplo

Supongamos inicialmente el recinto y el ambiente a la misma temperatura (unos 25 °C). En ese momento cerramos nuestra cocina, a la cual le llega una cantidad de radiación solar, que valorada en unidades de potencia, vamos a suponer de 500 vatios. La energía que devuelve la cocina al ambiente depende de la diferencia de temperaturas entre ambos, así que inicialmente es cero. Por lo tanto esos 500 vatios están calentando nuestra cocina.

A medida que nuestra cocina se calienta la diferencia de temperaturas con el ambiente aumenta y por tanto empezamos a devolver energía a éste. Si devolvemos 5 vatios por cada grado de diferencia de temperatura, al alcanzar la cocina 50 °C estamos devolviendo 125 W al ambiente y seguimos teniendo 375 W para calentar la cocina.

El punto de equilibrio lo tendremos al igualar la cantidad de energía que entra por radiación, y la que devuelve la cocina. Para nuestro ejemplo:

$$500 \text{ W (radiación)} = 5 \text{ W/}^\circ\text{C (T}^\circ\text{ cocina} - 25^\circ\text{C)}$$
$$\text{T}^\circ\text{ cocina en equilibrio} = 125^\circ\text{C}$$

Los elementos utilizados en la cocina deben ser:

- Buenos aislantes para que la energía transmitida al ambiente sea la menor posible.
- El elemento que permite el paso de radiación, debe ser lo más transparente posible.
- El fondo y los elementos de cocina deben absorber la mayor cantidad de radiación posible.

### Cálculos:

Para calcular la radiación solar recibida, conviene utilizar tablas solares, las cuales vienen determinadas o bien en lugares concretos o para condiciones geográficas y ambientales más o menos especiales.

Para calcular la temperatura de equilibrio tenemos que tener en cuenta la capacidad aislante de los elementos utilizados en la construcción de la cocina.

Para un prototipo del tipo horno solar, parecido al nuestro, sería aproximadamente:

$$Q = (S_a \times 1/(1/h_i + e_p/K_a) + S_v \times 1/(1/h_i + e_d/K_c)) \times (T_c - T_a)$$

**S<sub>a</sub>**: superficie del elemento aislante (paredes de la cocina).

**S<sub>v</sub>**: superficie de la ventana.

**e<sub>p</sub>**: espesor de las paredes aislantes.

**K<sub>a</sub>**: coeficiente de aislamiento (conductividad) del aislante.

**h<sub>i</sub>**: coeficiente convectivo del aire exterior (caso de haber viento).

**e<sub>c</sub>**: espesor del vidrio transmisor de radiación.

**k<sub>c</sub>**: coeficiente de aislamiento (conductividad) del vidrio.

## 6. ¿Qué son las cocinas solares?

Como su propio nombre lo indica, es un dispositivo que utiliza la energía proveniente de la radiación solar para cocinar.

Consiste en crear una "cocina u horno" capaz de calentar aprovechando esta energía, utilizando para su construcción diversos materiales que eviten la pérdida de calor y que no sean fácilmente alterables por la radiación o por los diversos factores climáticos y además que no sean tóxicos.

## 7. Breve historia de las cocinas solares

Desde la más remota antigüedad se conocen pueblos que utilizaban la energía del sol para calentar agua, secar frutas o cocer vegetales.

La primera cocina solar es atribuida a Horace de Saussure un naturalista suizo, que construyó, en 1767, una pequeña "caja solar".

El astrónomo británico John Herschel utilizó una cocina solar durante su viaje a África.

En el siglo pasado, en La India, Adams experimentó diversos artefactos solares con bastante éxito.

Hacia 1860, Mouchot, en Argelia, cocinó con un reflector curvado, concentrando los rayos solares sobre una pequeña olla.

La primera experiencia en América que haya sido documentada fue en 1881, donde Samuel P. Langley utilizó una cocina solar durante una ascensión al monte Whitney.

A fines del siglo XIX Carl Abbot diseñó un espejo concentrador con el que logró alcanzar unos 200 ° C.

Con la llegada del siglo XX, la utilización masiva de los combustibles fósiles, el mundo industrializado olvidó antiguas y sencillas técnicas naturales. Cuando comenzaron a aflorar problemas como la distribución de recursos petrolíferos y la progresiva contaminación, volvió a ser planteada de forma tímida la acción solar.

En 1960 finalizó un amplio estudio a nivel mundial patrocinado por las Naciones Unidas para su implantación en el Tercer Mundo. La conclusión fue que las cocinas solares eran un instrumento idóneo, y solamente era necesario un poco de ingenio, voluntad y adaptación a las costumbres para su utilización a gran escala.

Son interesantes los trabajos realizados por la ingeniera María Telkes, que creó cocinas de construcción barata y aptas para ser usadas en los países pobres. Por aquella época, en China (sobre todo en el Tibet), se hicieron intentos de distribuir un número elevado de cocinas entre la población campesina.

En 1970, Sherry Cole y Bárbara Kerr desarrollaron en Arizona varios modelos de gran difusión debido a su bajo precio. En 1980, el "Solar Chef" de Sam Erwin fue muy popular, por su excelente rendimiento.

En 1992 fue promovida la 1º Conferencia Mundial sobre la Cocina Solar por la asociación "Solar Box Cookers International".

Actualmente, el desarrollo de las futuras cocinas solares se desdobra en 2 caminos diferentes aunque compatibles:

- Cocinas sencillas con materiales de bajo costo.
- Cocinas con diseños y materiales de alta tecnología, en las que se utilizan materiales metálicos y cerámicos, y se incorporan incluso dispositivos electrónicos de control.

## 8. Algunos modelos de cocinas solares



Cocina de cesto hecho especialmente por mujeres de Eritrea.



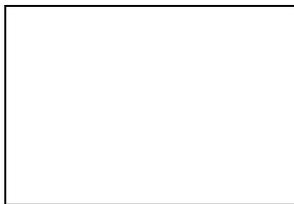
Un horno "a través de la pared" accesible desde el interior de la cocina, en México.



La cocina de cartón de tamaño medio que se comprime hasta medir 8 cm y pesa 3 Kg.



Una cocina parabólica de techo en India.



La cocina solar de panel de Roger Bernard.



Una cocina-cesto en el Centro de Tecnología Rural en Nepal.



Cocina reflectiva de caja abierta.



Una cocina gigante construida por Joe Froese en Eritrea.



Un horno hecho de piedras y barro en Ladakh.



La cocina parabólica SK2 que tiene el foco profundo por seguridad.



Barbara Kerr y Sherry Cole, las inventoras de la cocina solar de caja (o también llamada Kerr-Cole).



La "Llama del Cielo" de Joe Radabaugh, una cocina de cartón con cuatro reflectores.



Una cocina focal que puede cerrarse como una valija para llevarla.



Los hornos angostos no necesitan ser girados tantas veces, los reflectores altos reflejan más luz.



Estas cocinas solares tienen los reflectores encerrados detrás del vidrio, lo que los protege del viento, etc.



Pasteurizador en un pozo de Said Shakerin.



Una cocina hecha de tubo metálico por Jay Campbell



Una cocina con un reflector cónico.

## 9. Algunos usos de las cocinas solares

### 9.1 Pasteurización de agua o leche

La mayoría de enfermedades en los países en vías de desarrollo son causados por bacterias, virus, y otros microbios que son depositadas con las heces y agua contaminada que la gente usa para beber o lavar. Cuando la gente bebe estos microbios vivos, éstos se multiplican, causan una enfermedad, y son depositadas en las heces al agua, haciendo así, que el ciclo de transmisión continúe.

El agua o leche contaminada mata cada día a miles de personas, especialmente niños. La Organización Mundial de la Salud – O.M.S. informa que el 80% de las enfermedades del mundo se transmiten a través del agua contaminada.

Se sabe desde la época de Luis Pasteur, hace ya más de 130 años, que demostró que hervir el agua es un método muy efectivo para matar a los microbios del agua y de la leche. Entonces se recomienda hacer hervir el agua o la leche, a veces hasta 10 minutos.

Pero la ebullición no es necesaria para matar a los microbios. Los estudios muestran que calentando el agua a unos 65° -70°C durante 25 a 30 minutos es posible matar coliformes, rotavirus, enterovirus e incluso Giardia. Esto se llama pasteurización.

El problema del agua contaminada es de gran importancia. Se estima que hay un billón de personas que no tienen acceso al agua potable y que las enfermedades diarreicas que provienen del agua contaminada provocan la muerte de unos 2 millones de niños y causan 900 episodios de enfermedad cada año.

La pasteurización depende de la temperatura y el tiempo que se calienta el agua. Pero... ¿cómo saber si el agua está suficientemente caliente?. Se puede utilizar un termómetro, el cual subiría el costo final. Cuando el vapor sale del frasco y forma "rocío" dentro de la bolsa (en el caso de una cocina embudo), entonces el agua está pasteurizada para beber. (el truco es calentar a 71° C por lo menos durante seis minutos.) Si rascamos una tira de pintura podremos ver cuando el agua hierve entonces podemos estar bien seguros.

¡Pensemos en todas las vidas que se pueden salvar sólo pasteurizando el agua!

Porqué hervir el agua, cuando esta temperatura es excesiva para matar a los microbios infecciosos.

La razón por la cual se recomienda hervir es para estar seguros de que las temperaturas letales hayan sido alcanzadas.

Todos estamos familiarizados con el proceso de la pasteurización de la leche. Es un proceso que es suficiente para matar los microbios resistentes a las temperaturas altas, como la bacteria de la tuberculosis, las fiebres maltesas, la Salmonelosis y otras.

¿Qué temperaturas se utilizan para pasteurizar la leche?

La mayor parte de la leche se pasteuriza a los 71,1° C (durante sólo 15 segundos). Alternativamente, 30 minutos a 63° C pueden pasteurizar también la leche. Algunas bacterias son resistentes y pueden sobrevivir tras el pasteurizado de la leche, pero estas bacterias no causan enfermedades a las personas. Pero pueden, de todas maneras, estropear la leche, por esta razón la leche pasteurizada debe ser refrigerada (o bebida al instante).

Hay algunas bacterias infecciosas que se pueden encontrar en el agua, pero no suelen ser resistentes a las altas temperaturas. Las causas más comunes de diarrea aguda en los niños en países en desarrollo son la bacteria *Escherichia coli* y *Shigella* SD. y el grupo de virus Rotavirus, éstos pueden matarse a temperaturas de 60° C o más.

## **9.2 Secado de productos naturales y granos**

Útil en pequeñas industrias o talleres artesanales que necesiten calentar o secar cualquier tipo de productos.

### 9.3 Como termo

Como medio para mantener calientes productos comestibles de vendedores ambulantes o en forma doméstica (café, comidas, etc.).

### 9.4 Esterilización en envasado de frutas

Se pueden utilizar frascos de vidrio como los que vienen para las mermeladas, salsas, etc., comerciales (con tapa de metal enroscable), también frascos a presión que tienen un aro de goma y unos alambres que sujetan la tapa.



Para la "Esterilización Terminal": se utilizan frascos de vidrio limpios con frutas o tomates, sal o azúcar y agua hasta el cuello del frasco. Se debe dejar un espacio para la "expansión" de los contenidos del frasco durante la cocción. Enroscar las tapas tan fuerte como se pueda y poner los frascos en la cocina solar. Una vez que los contenidos del frasco hierven, estarán esterilizados.



Las tapas con el aro de goma (enroscadas o no) están hechas para que cuando el contenido del interior del frasco hierva el vapor pueda salir. Una vez alcanzada la temperatura correcta, los contenidos del frasco quedarán al vacío, pues el aire y el vapor habrán salido por debajo de la tapa. Retirar los frascos uno por uno conforme vayan hirviendo. Limpiarlos y separarlos para que se vayan enfriando. Una vez fríos, la tapa del frasco se habrá metido hacia dentro, formando así el vacío.

Asegurarse de que todos los frascos se hayan sellado correctamente, golpeándolos con una cuchara (si se han sellado bien deben hacer un ruido limpio y vibrante); o presionar fuertemente la tapa hacia abajo asegurándose de que no se mueve. Si un frasco no se ha sellado, añadir más líquido o fruta y repetir el proceso. La calidad no se verá afectada.

Además, hay quienes afirman que la energía del sol no hace perder a la fruta sus colores naturales.

El envasado mediante horno solar es sólo seguro para frutas ácidas. Cuando decimos frutas ácidas nos referimos a todas las frutas y los tomates, o sus zumos, mermeladas o gelatinas. **¡¡¡ NO ENVASES CARNES NI VERDURAS EN TU COCINA SOLAR !!!**. No añadas ni siquiera una ramita de perejil, ya que, el botulismo puede aparecer en cualquier alimento no ácido. Además se necesitan altas temperaturas y presión para poder matar todas las esporas que pudiesen existir.

### 9.5 La cocina solar como elemento de jardinería

Se puede pasteurizar a 150° C tierra o abono, para matar cualquier semilla de plantas salvajes o huevos de insectos.

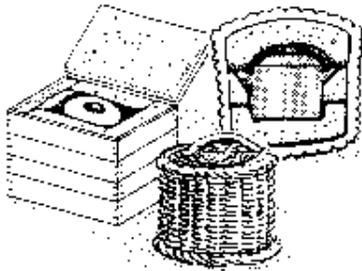
Las semillas y demás partes de una planta que puedan estar infectadas (con insectos, etc.) pueden ser "cocinadas" y secadas para después devolverlas al jardín o a la maceta. Esto es especialmente útil para los invernaderos y jardineros urbanos.

Los instrumentos metálicos pueden ser esterilizados así como las macetas, etc.

Los alicates y tijeras de podar también pueden ser higienizadas, bien por calor seco o cubriéndolas de aceite y dejando que éste se evapore en una cocina solar.

### 9.6 Cocinando por retención de calor

Una vez que ha sido hervida, la comida puede terminarse de cocinar en una caja aislada.



En la cocina diaria (sobre una cocina o fuego) se necesita mucho tiempo para cocinar ciertos elementos como bien pueden ser las legumbres, cereales y sopas. La cantidad de combustible utilizado para completar éste proceso de cocción puede ser reducido drásticamente cocinando con retención de calor.

Incluso hoy, en algunas partes del mundo, se hace un pozo que se "forra" de piedras calentadas previamente al fuego. La comida a ser cocinada, se introduce dentro del pozo, muchas veces recubierto por hojas. Entonces se tapa todo esto con un cúmulo de tierra. El calor de las piedras no puede escaparse (bueno, no fácilmente) y cocina muy lentamente la comida.

El método anterior es el antepasado directo de la cocina solar tipo caja u horno solar cerrado que simplemente consiste en una caja o cajón bien aislado o forrado con un material muy reflectivo. El aislamiento disminuye muchísimo la pérdida de energía conductiva, y el material reflectivo refleja la luz solar a la olla. Esto funciona mejor cuando entre la olla y el aislamiento no existe aire.

Ambos, caja o cajón pueden ser hechos fácilmente con materiales baratos y fáciles de encontrar. Puede ser de madera, cartón, o cualquier combinación, pasto seco, ramas, plumas, aserrín, trapos, lana, papel arrugado, etc. Todos ellos son buenos materiales aislantes.

Además tenemos que recordar que:

El aislamiento deberá cubrir las seis caras de la caja.

La superficie interior de la caja deberá ser de un material reflector del calor.



Hay algunos ajustes que se deben hacer para cocinar de esta manera:

- Se deberá utilizar menos agua ya que ésta no llega a hervir.
- Se deberá utilizar menos condimentos ya que el aroma no se pierde (al no hervir).
- La cocción debe empezar más temprano para darle a la comida suficiente tiempo para cocinarse a una temperatura inferior a la de una cocina solar o cocina convencional.
- La comida deberá hervir durante varios minutos antes de ponerse en la caja. Esto asegura que toda la comida esté a la temperatura de hervor y no sólo el agua.
- Este método funcionan mejor con grandes cantidades de comida, ya que las pequeñas cantidades de comida tienen menos masa térmica y se enfrían más rápido.

Cuando combinamos cocción por retención del calor y cocina solar, si la comida ha sido calentada correctamente en una horno solar, pero llegan nubes antes de que se haya cocinado la comida, se puede hacer un intercambio de cocción solar a cocción por retención previamente a que la comida baje del punto de ebullición. En las comidas grandes esto puede hacerse con simplemente cerrar la tapa reflectiva de las ollas con comida cocinándose. Para recetas más pequeñas, se abre la caja, con cuidado de no dejar escapar el aire caliente por debajo de la tapa, poniendo todos las ollas juntas con algo que proporcione más masa térmica y finalmente unos trapos o algo suave. Entonces se cierra la cocina. La tapa de la cocina se deja cerrada un momento antes de servir, cuando se prueba la comida. Si no se ha completado la cocción del todo, un poco de combustible convencional puede ser utilizado para salir del apuro.

Usualmente la cocción solar por retención se hace allí donde esté la caja. De todos modos, un horno solar liviano puede ser llevado al interior de las casas para terminar allí su cocción por retención de calor si hay nubes o si llueve.

### **9.7 La seguridad de los alimentos y la cocina solar**

La seguridad de los alimentos cocinados por cualquier método requiere el conocimiento de ciertas normas. La comida cocinada a temperaturas de entre 52° C y 10° C pueden contener bacterias dañinas. Este intervalo de temperaturas es conocido como la "zona peligrosa".

Para protegerse contra las intoxicaciones, los microbiólogos recomiendan firmemente que la comida se debe mantener por encima o por debajo de estas temperaturas. Estas precauciones deben ser tomadas aunque se cocine con gas, electricidad, microondas, leña, energía solar así como los alimentos cocinados por retención de calor, en olla de barro, en asador o cualquier otro método.

En la comida cocinada, mantenida a temperatura ambiente hay una posibilidad de intoxicación de la comida por el Bacilo cereus, una grave enfermedad intestinal. Peor aún, si la comida no es recalentada antes de consumirla, hay una probabilidad de intoxicación de Botulismo Mortal o Salmonelosis. Aunque se recaliente la comida, si ésta ha estado en la zona peligrosa durante tres o cuatro horas, queda un riesgo de intoxicación tanto en la comida cocinada por el sol como en la cocinada por cualquier otro método.

Sabemos por las pruebas realizadas, que se puede poner comida cruda o congelada, incluso pollo u otras carnes, en una cocina solar por la mañana horas antes de que el sol tenga la suficiente fuerza como para cocinarla.

La comida refrigerada se mantiene fría hasta que el sol calienta lo suficiente para cocinarla, después de calentar el horno, el sol calienta la comida rápidamente con lo que ésta no puede estropearse y que puedas intoxicarte.

Las legumbres o arroz por cocinar, así como otras comidas secas pueden dejarse perfectamente en la cocina, horas antes de ser cocinada ésta, sin ningún tipo de riesgo.

Ambos métodos hacen que sea fácil cocinar mientras estás lejos de tu cocina.

Hay tres puntos que hay que recordar siempre:

- Es peligroso mantener comida cocinada en una cocina solar tipo caja solar durante tres o cuatro horas en una cocina solar fría (donde no estemos cocinando se refiere) al no ser que ambas (la caja y la comida) hayan sido refrigeradas suficientemente rápido a menos de 10° C en tal caso la caja solar está haciendo de caja-termo.
- Es peligroso dejar comida cocinada en una caja solar toda la noche a no ser que ésta esté refrigerada.
- Es peligroso dejar comida semi-cocinada en una caja solar y entonces mantenerla a una temperatura que no sea lo suficientemente alta como para seguir cocinándola (como podría ocurrir en un día parcialmente nublado).

La comida cocinada o parcialmente cocinada también debe ser mantenida a menos de 10°C o ser terminada de cocinar con un método tradicional. Si la comida ha estado en la zona de peligro durante más de tres horas debe ser considerada PELIGROSA y debe desecharse. Recalentar la comida no sirve de nada, ya que, esto no acabaría con todas las toxinas.

La comida no tiene por qué verse en mal estado para estarlo y causar náuseas, vómitos, y diarrea. Incluso si la comida no ha estado en la zona de peligro durante tres o cuatro horas, tirar toda comida que burbujee, forme espuma, tenga mal olor, pierda el color, o muestre cualquier hecho que pueda indicar que la comida se encuentra en mal estado. Mantener la comida fuera del alcance de los niños o animales y lavar los recipientes frecuentemente. Desechar la comida sin probarla ya que incluso una porción muy pequeña pueden hacer enfermar gravemente a un adulto.

Si no se pueden obtener temperaturas menores de 10°C, sigue siendo importante mantener la comida lo más frío y rápido posible, ya que, las bacterias se desarrollarán más lentamente a temperaturas más bajas.

Un método alternativo para mantener la comida cocinada consiste en mantener toda la comida a más de 53° C. Ésta puede ser alcanzada primero habiéndola hervido, cocinándola unos cuantos minutos permitiendo al calor penetrar hasta el centro de cada partícula y que se acumule una bolsa de vapor debajo de la tapa.

Entonces hay que proceder como si se estuviese cocinando por retención de calor. Esto proporciona el nivel de temperatura necesitado por la comida, mientras que dejando el recipiente de comida con una fuente de calor muy pequeña puede que la comida en contacto con el recipiente no esté en la zona de peligro.

En los lugares donde no se pueda hacer nada de esto lo mejor es cocinar sólo aquello que vaya a ser consumido pronto.

## 9.8 Tiempos aproximados de cocción de distintos alimentos

¿Qué cocinarías en un horno de temperatura moderada?. Pues las mismas cosas tardarían lo mismo en la cocina de embudo y sin quemarse. Las tablas de abajo indican el tiempo aproximado de cocción en verano.

### **Verduras** (papas, zanahorias, calabazas, espárragos, etc.)

Preparación: no necesitan agua si están frescos. Cortar a "tronquitos" o rebanadas.  
Tiempo de cocción: más de 1 hora y media.

### **Cereales y granos** (arroz, trigo, cebada, avena, mijo)

Preparación: mezclar dos partes de agua con una de cereal. La cantidad puede variar dependiendo de los gustos. Dejarlo en remojo para que se cocine antes. Para asegurarse de una buena cocción, remover la comida pasados unos 50 minutos.

¡**CUIDADO!** El frasco estará muy caliente. Utiliza algún tipo de protector.

Tiempo de cocción: hora y media o dos horas.

### **Pasta y sopas de sobre**

Preparación: primero se calienta agua hasta que hierva (50-70 minutos). Entonces se añade la pasta o la sopa. Remover, y cocinar durante 15 minutos más.

Tiempo de cocción: 65-85 minutos.

### **Legumbres**

Preparación: si las legumbres están secas, dejarlas en remojo durante una noche entera. Ponerlas en el recipiente con agua.

Tiempo de cocción: de 2 a 3 horas.

### **Huevos**

Preparación: no necesitan agua. **Nota:** Si se cocinan demasiado, las claras se oscurecen pero el sabor es el mismo.

Tiempo de cocción: 1 hora o hora y media. Depende de cómo se quieran las yemas.

### **Carne** (pollo, cordero y pescado)

Preparación: no necesitan agua. Cuando más se cocinan más tiernas se quedan.

Tiempo de cocción: pollo 1 hora y media cortado o 2 horas y media entero; cordero:

1 hora y media cortado o de 2 horas y media a 3 horas a trozos grandes; pescado 1 hora o hora y media.

### **Pan y derivados**

Preparación: proceder como se haría normalmente. Los tiempos de cocción se basan en la cantidad de masa.

Tiempo de cocción: pan; 1 hora o hora y media; galletas: 1 hora o hora y media.

**Frutos secos tostados** (maníes, semillas de calabaza o zapallo, girasol, etc.)

Preparación: poner en el recipiente. Se puede añadir aceite vegetal y agua y sal si se desea.

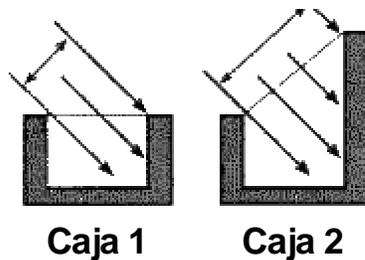
Tiempo de cocción: más o menos 1 hora y media.

**Congelados y comida precocinada**

Preparación: Si el paquete es oscuro, simplemente meterlo en la bolsa en vez de poner la olla.

Tiempo de cocción: El tiempo varía dependiendo de la cantidad de comida y de la oscuridad del paquete.

### 9.9 Orientación de las cocinas solares

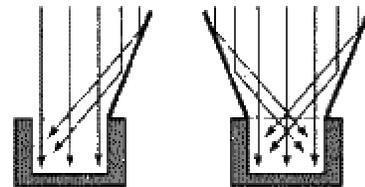


**Orientación del vidrio:**

Cuanto más directamente se oriente la ventana al sol, mayor será la ganancia de calor solar. Aunque el vidrio es del mismo tamaño en la caja 1 y en la caja 2, el sol brilla más a través de la caja 2 porque se orienta al sol con mayor dirección. Hay que tener en cuenta que la caja 2 también tiene mayor área de pared a través del cual puede perder calor.

**Reflectores, ganancia adicional:**

Uno o múltiples reflectores hacen rebotar luz solar adicional a través del vidrio y dentro de la caja solar. Esta mayor entrada de energía solar produce temperaturas más altas en la cocina.



### 9.10 Seguridad en el uso de las cocinas solares

Cuando utilizemos frascos con tapa de rosca, las tapas no deben cerrarse del todo ya que podrían explotar (también podemos perforar un agujero en la tapa).

Como el recipiente de cocción se calienta mucho, si no la comida no se cocinaría, es importante dejar que se enfríe antes de abrirlo. Si es necesario, tomarlo sólo con guantes, un trapo o pinzas.

Llevar siempre anteojos de sol para protegerse de los rayos del sol reflejados en los paneles reflectivos de las cocinas. Sabemos que por naturaleza cerramos los ojos, pero los anteojos son importantes.

Mantener la bolsa de plástico alejada de los niños y alejada de la nariz o la boca para evitar la posibilidad de asfixia.

No dejar las cocinas en forma de embudo o parabólicas cerca de materiales inflamables, ya que aún el reflejo, con muy poca luz, con lleva el peligro de iniciar un incendio.

### **9.11 Materiales estructurales para construir cocinas solares**

Se necesitan materiales estructurales para que la caja tenga y conserve una configuración y una forma dada, y que sea duradera mucho tiempo.

Los materiales estructurales incluyen cartón, madera, madera enchapada o terciada, caña, metal, cemento, ladrillos, piedras, vidrio, fibra de vidrio, plástico, papel maché, arcilla, tierra pisada, metales, corteza de árbol, telas aglomeradas con goma de pegar u otros materiales.

Muchos materiales que se comportan bien estructuralmente son demasiado densos para ser buenos aislantes. Para proporcionar las dos cosas, tanto cualidades de estabilidad estructural como de buen aislante, se necesita normalmente utilizar materiales distintos para la estructura y para el aislamiento.

### **9.12 Reflectores. Área de acumulación solar**

Se emplean uno o más reflectores para hacer rebotar luz adicional dentro de la cocina solar a fin de aumentar la temperatura de cocción. Este componente es opcional en climas ecuatoriales pero incrementa el resultado de cocción en regiones templadas del mundo.

Siendo todo igual, cuanto más grande sea el área de acumulación solar de la caja en relación al área de pérdida de calor de la misma, tanto más alta será la temperatura de cocción.

Dadas dos cajas que tengan áreas de acumulación solar de igual tamaño y proporción, aquella de menor profundidad será más caliente porque tiene menos área de pérdida de calor.

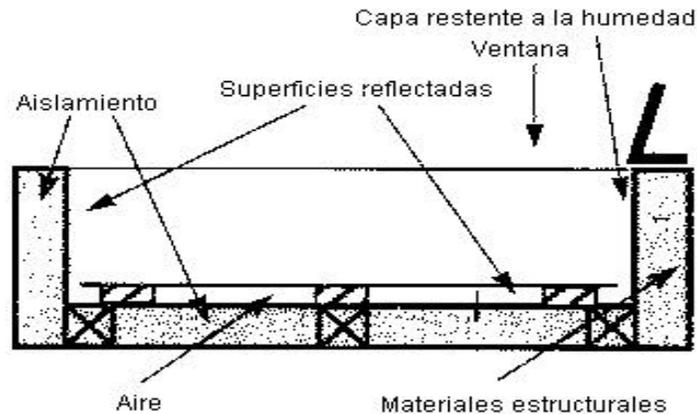
### **9.13 Aislamiento térmico**

A fin de que la caja alcance en su interior temperaturas lo suficientemente altas para cocinar, las paredes y la parte inferior de la caja deben tener un buen valor de aislamiento (retención de calor). Se incluyen entre los buenos materiales aislantes: hojas de aluminio (reflector brillante), plumas (las plumas de abajo son las mejores), (fibra de vidrio), celulosa, cascarillas de arroz, lana, paja y diarios arrugados.

Cuando se construye una cocina solar, es importante que los materiales aislantes rodeen el interior de la cavidad donde se cocina; en la caja solar por todos los lados excepto por el lado vidriado (normalmente el superior). Los materiales aislantes deben ser instalados para permitir la mínima conducción de calor desde los materiales estructurales del interior de la caja hacia los materiales estructurales del exterior de la

misma. Cuanto menos pérdida de calor haya en la parte inferior de la caja, más altas serán las temperaturas de cocción alcanzadas.

En las cocinas parabólicas o de paneles se utiliza una bolsa que no toque las paredes del recipiente de cocción.



#### 9.14 Resistencia a la humedad

La mayoría de la comida que se cocina en una cocina solar contiene humedad.

Cuando el agua o los alimentos se calientan en la cocina solar, se crea una presión de vapor, conduciendo la humedad desde el interior al exterior de la caja. Además hay varias maneras de que esta humedad pueda salir: puede escapar directamente a través de los huecos y las grietas de la caja o introducirse en las paredes y en la parte inferior de la caja si no hay una barrera contra la humedad.

Si la caja se diseña con cierres herméticos y barreras de humedad, el vapor de agua puede ser retenido dentro del interior de la cocina. En el diseño de la mayoría de las cocinas solares, es importante que la parte interior de la cocina tenga una buena barrera de vapor. Esta barrera impedirá desperfectos por agua en los materiales de la cocina, tanto aislantes como estructurales, a causa de la lenta migración y absorción del vapor de agua a las paredes y a la parte inferior de la cocina.

#### 9.15 Indicadores de la temperatura alcanzada

¿Cómo se puede determinar si el agua ha alcanzado los 65 °C, y así haber logrado la temperatura de pasteurización del agua?.

Puede utilizarse un tubo (o botellita) de policarbonato o vidrio, cerrado por ambos lados, con un poco de grasa de soja que se derrite a los 69 °C. Si colocamos cera de abeja en vez de grasa de soja para indicar la temperatura, veremos que ésta se derrite a los 62° C.



Se sabe también que mezclando un poco de cera de carnauba (1 de carnauba por 5 de abeja) hace que se derrita a una temperatura de 70° a 75 °C. La cera de carnauba es un producto que se obtiene de una especie de palmera originaria de Brasil.

El tubo se mete dentro del recipiente de cocción donde está el agua con la grasa o cera en la parte superior. Un peso mantendrá el tubo en el fondo del frasco, que es la parte que más tarda de calentarse en una cocina solar. Si la temperatura del agua derrite la grasa o cera, ésta se moverá al fondo del tubo, y el agua habrá sido pasteurizada.

Si la grasa o cera permanece en la parte de arriba del tubo ésta no habrá sido pasteurizada.

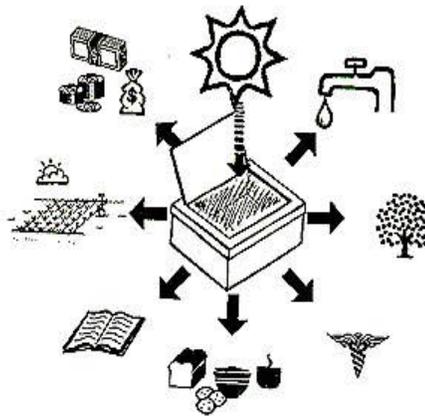
Este método (aunque todavía en fase de experimentación) es útil porque es reutilizable. Cuando la grasa o cera pierde temperatura se hace sólida de nuevo en el fondo del tubo.

## 10. Impactos del uso de las cocinas solares

### 10.1 Económicos

Muchos de los seres humanos en los países económicamente menos desarrollados están atrapados en un círculo de pobreza económica debido a sus bajos ingresos salariales y a la falta de tierra que les pertenezca.

Muchas familias son forzadas a gastar más en combustibles para cocinar que en gastos de alimentos. Gran parte del gasto en madera, carbón, gas y kerosén, puede ser eliminado a través del uso de las cocinas solares porque para su construcción se requiere la inversión de sólo una pequeña cantidad de dinero.



Las cocinas solares pueden ser una herramienta útil para estimular el desarrollo económico de familias en áreas pobres. Está idealmente adaptada para ser una pequeña artesanía adecuándola a cada región.

### 10.2 Salud

La indisponibilidad general de proveer cuidado en la salud y planificación familiar en los países económicamente menos desarrollados, ha producido muchas condiciones crónicas en la salud.

Billones de seres humanos sufren de enfermedades como la diarrea debida a la falta de agua potable; con cocinas solares es posible pasteurizar el agua al calentarla a 65 °C, y por lo tanto reducir la incidencia de enfermedades diarreicas.

Muchos sufren enfermedades respiratorias y oculares debido a las extremas condiciones de humo en las que se cocina, lo cual equivale a fumar entre 2 y 3 paquetes de cigarrillos al día. Se estima que de 400 a 700 millones de personas (principalmente mujeres), sufren problemas respiratorios causados por el humo.

Casi toda la desnutrición es causada por la falta de alimento y la inadecuada cocción de los mismos (por la escasez y elevado precio de los combustibles), y por el hábito de cocinar una sola olla, lo que significa que varias comidas separadas no pueden ser preparadas.

Como resultado de esto, 14 millones de niños mueren cada año y el promedio de vida en muchos países es menor a los 50 años.

Gracias a que varias ollas con alimentos pueden ser cocinadas simultáneamente se permite la preparación separada de alimentos. Todos los alimentos pueden ser completamente cocinados y por lo tanto, ayudar a la digestión y/o mejoramiento en la absorción de nutrientes. El pan puede ser horneado en el horno solar, produciendo alimentos los cuales tienen cierto grado de estabilidad.

Además, éste puede ser usado para desinfectar instrumental médico, y por lo tanto puede ser significativamente beneficioso en muchas áreas pobres. El horno solar puede destruir el virus del SIDA.

### **10.3 Medioambiente**

La desigual distribución de los recursos energéticos está degradando el medio ambiente en los países económicamente menos desarrollados. Sin embargo estos países consumen poca energía en comparación a los económicamente más desarrollados, el 90% de su energía es usada para cocinar alimentos. En este momento, un cuarto de la humanidad está siendo afectada por la escasez de combustible.

El uso de las cocinas solares podrá reducir la dependencia de combustible y carbón. El grado de reducción en la deforestación reducirá el grado de erosión del suelo.

En muchos pueblos existe una completa falta de combustible y por ello la gente está recurriendo al hábito de quemar excrementos secos de ganado o los residuos de las cosechas. Esta práctica despoja al suelo de sus poderosos fertilizantes.

Debemos tener en cuenta que el combustible necesario para hacer hervir agua es alrededor de un kilogramo de leña por cada litro.

Hay que señalar que en algunas regiones andinas altas donde hay muy poca vegetación, se recurren a quemar sólo la raíz de ciertas matas, ya que tiene mayor

valor energético, así al arrancar las matas de raíz, éstas no se reproducen y la desertificación avanza a un ritmo alarmante.

El uso de las cocinas solares disminuiría la quema de los excrementos de ganado y de los residuos de las cosechas; por lo tanto, permitirá que aquellos materiales sean devueltos a la tierra como fertilizantes naturales.

La deforestación resultante causa erosión y destrucción del suelo, contaminación del agua, pérdida de la fertilidad del suelo, y por último desertificación.

El horno solar NO produce humo, su uso reducirá una infinidad de enfermedades respiratorias y oculares.

## **11. Factores culturales por los que casi no se usan las cocinas solares**

Las razones por las que el uso de las cocinas solares es tan bajo son las siguientes:

- La gente no quiere arriesgarse a perder su comida diaria.
- Tienen otras prioridades para el dinero que han ahorrado.
- El dinero está controlado por los hombres, a los que les da igual cómo se cocine.
- Las mujeres están acostumbradas a cocinar dentro de la casa, y sienten vergüenza de hacerlo afuera.
- La gente no quiere que los demás sepan qué y cuánto está comiendo.
- Las cocinas solares no pueden cocinar temprano por la mañana ni cuando anochece.
- Las cocinas solares necesitan alguien que las controle, oriente, pongan la comida y la saquen, mantener a los niños y animales apartados o prevenir que los ladrones roben la cocina, las ollas o la comida.
- No son muy buenas para freír ni asar.
- La gente tiene temor a hacer el ridículo y que se burlen de ellos.

## **12. Preguntas frecuentes de la "cocción solar"**

- ¿Cuáles son los principales tipos de cocinas solares?

Hay tres tipos diferentes:

### **1. Cocinas de caja u hornos solares:**

La desventaja de este tipo de cocinas es la lentitud, incluso cuando se están cocinando grandes cantidades de comida. Las variaciones van desde la inclinación hacia el sol y el número de reflectores.

### **2. Cocinas de panel:**

Este diseño, tiene varios paneles planos que concentran los rayos del sol sobre un recipiente dentro de una bolsa de plástico o debajo de un bol. La ventaja de este diseño es que puede cocinar en una hora o menos.

### 3. Cocinas parabólicas:

Este tipo de cocina suele basarse en un disco cóncavo que concentra los rayos del sol sobre el fondo de un frasco. La ventaja de esta cocina es que cocina casi tan rápido como una cocina convencional. La desventaja es que son complicadas de fabricar, pueden quemar la comida, deben estar siempre mirando el sol y pueden causar daños a los ojos si no son usadas correctamente.

- ¿Quién hizo la primera cocina solar?

La primera cocina solar fue inventada en 1767 por Horace de Saussure, un naturalista suizo.

- ¿Dónde se usan más las cocinas solares?

Hay estudios serios que dicen que hay unas 100.000 cocinas solares en uso sólo en China y India. Estamos al corriente de que hay proyectos sobre la cocina solar en todos los países del mundo. Más de 5.000 familias están usando cocinas solares en Kenia.

- ¿Qué temperatura alcanzan las cocinas solares?

La temperatura que puede alcanzar una cocina solar de caja o una de panel depende principalmente del número y tamaño de reflectores usados. Una cocina solar tipo de caja puede alcanzar los 150° C, que es la temperatura a la que se suelen cocinar los alimentos. No se necesitan temperaturas más altas para cocinar. Tu horno cocinará perfectamente cuando alcance los 90° C o algo menos.

Las temperaturas más altas sólo sirven para cocinar más rápido o más cantidad y permiten cocinar en días sin mucho sol. De todas maneras mucha gente prefiere cocinar con temperaturas más bajas, ya que no corren peligro de que la comida se queme mientras realizan otras tareas.

En un horno solar con un solo reflector, una vez cocinados los alimentos, la comida se mantiene caliente y no se quema. Es bueno recordar que la comida no puede sobrepasar los 100° C, hasta que se evapore toda su agua. Las temperaturas que aparecen en los libros de cocina sólo están para conseguir una cocción más rápida o bien para que se doren.

- ¿Cuánto se tarda en cocinar un alimento?

Por regla general, se puede calcular que con una cocina solar tipo caja con un solo reflector, la comida tardará más o menos el doble que con un horno convencional. Sin embargo, como no se puede quemar la comida, no hace falta controlarla ni removerla de vez en cuando mientras se cocina.

Las cocinas de paneles sólo pueden cocinar en un solo recipiente, si bien, cocinan bastante más rápido. Ha habido gente que ha hablado de la necesidad de remover la comida en este tipo de cocinas, para asegurar una perfecta cocción.

Cocinar con una cocina parabólica es muy similar que cocinar con una cocina convencional. Ya que los rayos de sol concentrados inciden sobre el fondo del recipiente, el recipiente se calienta y esto hace que cocine rápidamente. La comida se quemará, así que habrá que girarla y mirarla con atención.

- ¿Es necesario girar la cocina para que siga al sol?

Las cocinas solares de tipo caja no tienen porque girarse; al no ser que se estén cocinando legumbres, que tardan más de 5 horas.

Las cocinas de panel deben girarse de vez en cuando ya que los reflectores podrían hacer sombra al recipiente.

Las cocinas parabólicas son las más complicadas de enfocar, ya que deben ser giradas cada 10-30 minutos (dependiendo de la lente).

- ¿Debo preocuparme de hacer una cocina con materiales de "verdad" como la madera o el vidrio, o es suficiente el cartón?

A no ser que tengas que hacer una cocina que vaya a estar fuera aunque llueva, el cartón será más que suficiente. El cartón es muy manejable, aguanta muy bien el calor y es buen aislante térmico. Alguna gente ha utilizado la misma cocina durante 10 años.

- ¿Es mejor un espejo para el reflector?

Los espejos reflejan mejor, pero son muy frágiles y costosos.

- ¿Ayuda en algo pintar las paredes del horno de negro?

Alguna gente prefiere pintar las paredes de negro, pensando que el horno calentará más. Bien, eso parece, pero lo que se calentará serán las paredes y no el horno.

Nosotros preferimos forrar las paredes interiores de papel de aluminio, para hacer que la luz sea mayor y vaya a parar al recipiente o a la bandeja del fondo.

- ¿Por qué conviene pintar de negro los recipientes?

Para longitudes de onda visibles una superficie pintada de blanco refleja la mayor parte de la energía incidente, y una superficie negra absorbe casi la totalidad de la radiación que llega a ella.

No existe ninguna superficie real que absorba toda la radiación incidente, sin embargo la más aproximada es la superficie del negro de humo, que sólo refleja el 1 %.

- ¿Qué tipo de pintura es mejor?

En los países desarrollados, se puede comprar pintura negro mate en aerosol de la que dice "NO TÓXICA CUANDO SE SECA" en la etiqueta, acá es difícil de conseguir. Por otra parte, la témpera negra va de maravilla, aunque se corre si se moja.

- ¿Es mejor el vidrio que el plástico para la ventana?

La gente, generalmente, dice que el vidrio funciona hasta un 10% mejor que el plástico. Y hay razones para creer esto, ya que en condiciones de viento, el vidrio no deja pasar tanto calor como el plástico. El plástico también es recomendado ya que es mucho menos frágil, fácil de transportar y funciona perfectamente. Un plástico fácil de obtener es el de las bolsas de plástico para hornos. El acrílico también funciona bien.

- ¿Qué tipo de recipiente es mejor?

Lo ideal sería usar recipientes oscuros, de poco peso, poco profundos (un poco más profundos que la comida que va a ser cocinada en ellos). Las sartenes de metal parecen ser que son mejores.

Los típicos recipientes brillantes de aluminio, pueden pintarse de negro o ahumarlos al fuego.

- ¿Cuál es el mejor aislante?

Se pueden aislar las paredes de una cocina solar de caja con diferentes materiales. No se recomienda el uso de fibra de vidrio o de goma espuma ya que desprenden gases tóxicos cuando se calientan.

Los materiales naturales tales como el algodón, la lana, las plumas, o incluso el papel de diario arrugado van bien. Hay gente que prefiere dejar el hueco vacío, poniendo una capa de cartón ondulado como aislante. Esto hace que la cocina sea mucho menos pesada y parece que funciona.

La mayor parte del calor que se pierde en un horno solar se produce por el vidrio (o plástico), y no por las paredes. Esta es la razón por la cual unos cuantos puntos de pérdida de calor no afectan la eficacia ni la temperatura de un horno solar.

- ¿Se puede esterilizar agua en una cocina solar?

Sí, se puede esterilizar haciéndola hervir, aunque para hacer el agua bebible sólo es necesaria la pasteurización y no la esterilización. Este tratamiento mata cualquier bacteria o ser patógeno, pero no malgasta la energía necesaria para la esterilización.

- ¿Se puede usar una cocina solar para envasar?

Sí, ¡pero sólo frutas ácidas!, los demás alimentos deben ser envasados bajo presión.

- ¿Se puede cocinar pasta en una cocina solar?

Para evitar que la pasta se ponga demasiado pegajosa o pastosa, utiliza dos sartenes. Calentar la pasta seca con aceite en una sartén; y los condimentos con el líquido (caldo o agua) en otra. Quince o veinte minutos antes de servirlo, mézclalo.

Si vas a utilizar salsa, deberás calentarla en un recipiente aparte.

- ¿Si las cocinas solares son tan buenas, por qué no las usa todo el mundo?

Hay muchas razones. La primera y principal, la gente no tiene conocimiento de la posibilidad de cocinar con el sol. Los proyectos que más se han extendido han sido los que han sido desarrollados en los países más necesitados, en los que el clima ha sido el idóneo y donde los promotores han profundizado más. Por ejemplo en Kenia.

- ¿Si se fabrica una cocina solar de cartón, no se quemará?

No, ya que el papel y el cartón se quema a 200°C aproximadamente y tu cocina no alcanzará tal temperatura.

- ¿Cuántos meses al año se puede cocinar?

En las regiones tropicales, y en el centro-norte de nuestro país se puede cocinar todo el año dependiendo del tiempo. En la patagonia, se puede cocinar siempre que haya suficiente sol excepto los tres meses más fríos del año.

- ¿Qué tipo de comida puede probar con mi nueva cocina?

Una buena receta para probar, es un poco de arroz, ya que es fácil y queda muy diferente. El pollo y el pescado también son fáciles de cocinar.

- Mi cocina sólo alcanza los 118° C. ¿Es esto suficiente para cocinar recetas de 165° C o 200° C?

Una temperatura de 118°C es más que suficiente para todos los tipos de comida. Recuerda que el agua no puede sobrepasar los 100°C. Así es que, si cocinamos alimentos que contienen agua no podremos sobrepasar esta temperatura. Muchos libros de cocina, dan estas temperaturas para hacer más rápida la cocción o para conseguir que los alimentos se doren o tuesten. En las cocinas solares esto tardará un poco más.

- ¿Se puede freír o asar en una cocina solar?

No es posible preparar comidas con este método en cocinas solares, ya que no se consiguen las temperaturas adecuadas. Sin embargo, algunos dicen que colocando más cantidad de paneles concentradores solares apuntando a la sartén con aceite es posible freír.

- ¿Qué pasaría si las nubes taparan el sol mientras estoy cocinando?

Tu comida continuaría cocinándose simplemente teniendo 20 minutos de sol por hora. No se recomienda cocinar carnes dejándolas solas si hay la posibilidad de que hubiera nubes. Si se está seguro de que no van a haber nubes durante todo el día, podemos dejar la cocina orientada hacia el norte por la mañana y encontrarla perfectamente cocinada al llegar del trabajo.

- ¿Podría utilizar materiales de alta tecnología para hacer una cocina más eficiente?

Tal vez, creas que fabricar una cocina de altas prestaciones utilizando materiales ultra-modernos hará más atractiva la cocina solar a la gente de los países desarrollados. En estos países, cocinar sólo es un pequeño costo energético del total diario, pero esto se produce porque la gente de los países desarrollados consume enormes cantidades de energía para otros fines (alumbrado, aires acondicionados, calefacción, etc.).

Millones de gente pobre alrededor del mundo continúan cocinando sobre un fuego humeante diariamente. Para encontrar leña para el fuego, tienen que caminar durante horas todos los días. Por otra parte, la gente pobre de las ciudades, no tiene acceso a la leña, por lo que debe gastar más de la mitad de su dinero en combustible para cocinar. Esta gente nunca podría permitirse el lujo de una cocina hecha con materiales de alta tecnología.

Por todo esto, está en tus manos decidir a qué sociedad quieres servir. Podrías trabajar en la creación de cocinas más prácticas para la gente más desarrollada para ayudarles a alcanzar un futuro más ecológico, o podés investigar cómo hacer cocinas con materiales baratos y accesibles para la gente de menores recursos que no pueden permitirse otra cosa.

- ¿Qué recursos hay en Internet ?

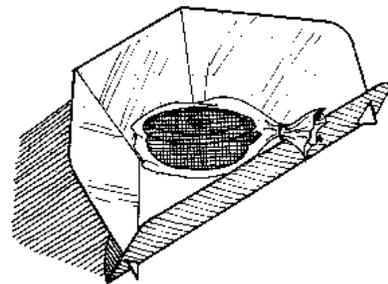
Solar Cookers International apoya al Solar Cooking Archive en el World Wide Web en <http://solarcooking.org> donde encontrarás planos ilustrados de construcción, fotografías, documentos, y un directorio internacional de los promotores de la cocina solar. También está desde hace algunos años el "Solar Cooker Review" que nos mantiene al tanto de las novedades. Un excelente documento para leer es "The Expanding World of Solar Box Cooking", por Barbara Kerr.

## 13. Modelos de cocinas solares

### 13.1 De paneles reflectores plegables

#### 13.1.1 De concentradores sencillos

La familia de los paneles plegables más que "hornos solares" o "concentradores curvados" son una mezcla de ambos. Su simplicidad total contradice su grandioso poder de cocción.



Su extraordinaria simpleza y bajo costo permiten llegar a un mayor número de personas. Se ha comprobado su aceptación, y adaptabilidad a las diferentes necesidades.

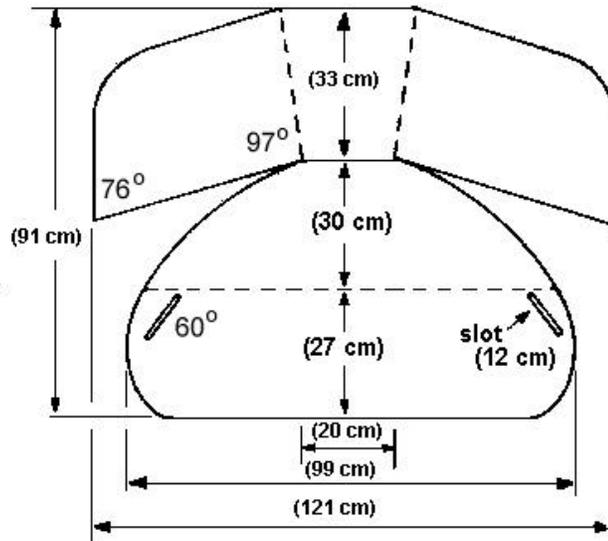
Es práctico para cocinar, hacer pan, pasteurizar agua, y enseñar las cosas básicas sobre la energía solar.

### Construcción

Empecemos con una lámina de cartón de más o menos 1m x 1,30m.

Cortar y plegar como se muestra. Los ángulos y pliegues que se muestran son los más adecuados, pero si los variamos un poco no pasa nada.

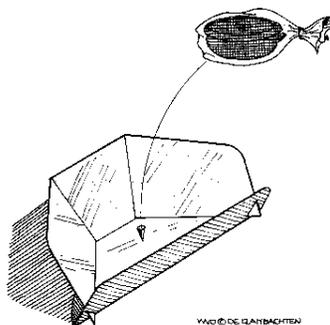
Trucos: Para poder doblar en línea rectas el cartón, primero hacer una raya con algo de punta roma como el mango de una cucharita, luego doblar contra un borde recto.



Hacer las ranuras un poco pequeñas y angostas de tal manera que al montarlo encaje perfectamente.

Pegar papel de aluminio en la cara interior (la que queda adentro cuando se arma la cocina).

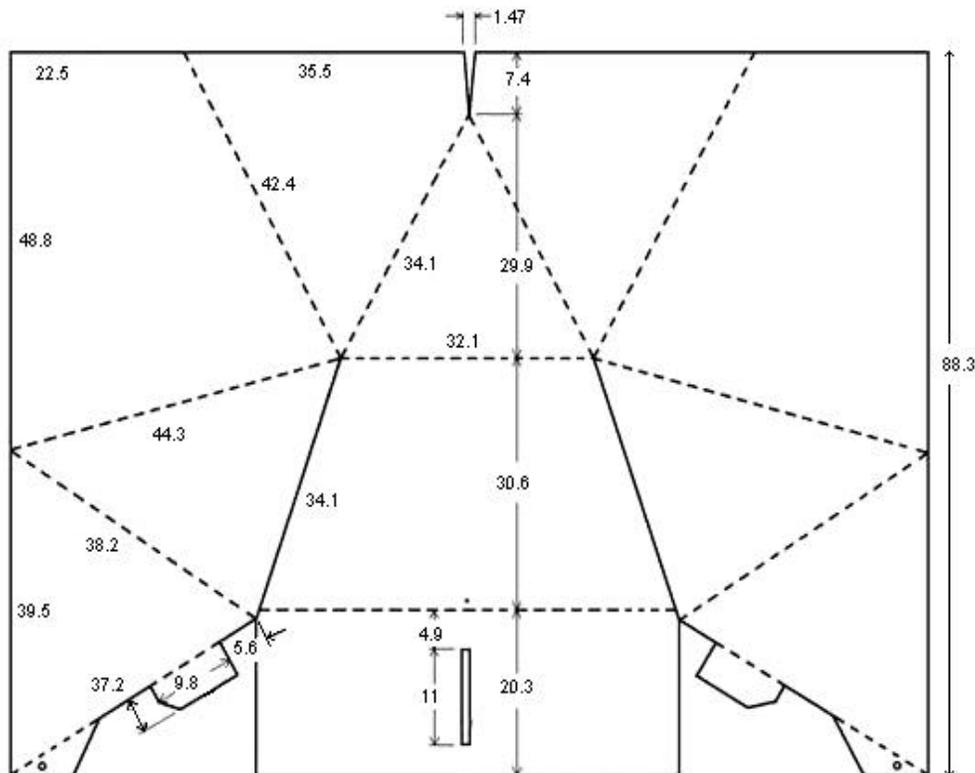
Para montar la cocina, dejar el panel estirado en el suelo con la parte brillante hacia arriba. Plegar las partes delanteras y traseras y meter los picos en las ranuras delanteras.



Esta cocina está diseñada de manera que no pierde eficiencia cuando el sol está demasiado elevado, mediante el uso de dos posiciones distintas, que mejoran la concentración de los rayos solares dependiendo de la altitud del sol.

### 13.1.2 De doble posicionamiento

Este modelo puede hacerse a partir de una hoja de cartón o lámina de plástico rígido, que mida 88.3 x 117.5 (medidas en cm), con papel de aluminio por una de las dos caras (véase la imagen de abajo). Es barata, fácil y rápida de construir.



Primero, dibujamos como se muestra en la imagen sobre el cartón. Cortamos por donde haya líneas y doblamos por donde estén punteadas, asegurándonos que estamos doblando de manera que la cocina tome su forma correcta cuando la montamos. Entonces, hacemos el corte central de un ancho suficiente para que quepan dos láminas de cartón a la vez. A continuación, pegamos el papel de aluminio y la cocina estará lista para su uso.

Quando pretendamos cocinar con una inclinación solar de menos de 60°, cada uno de los paneles triangulares de cada ala lateral se colocarán debajo de la base.

El panel rectangular puede dejarse tumbado, o bien elevarse un poco usando un objeto pequeño, según se desee.

Cuando la altitud del sol sea mayor de  $60^{\circ}$ , los paneles triangulares antes mencionados se colocarán por encima de la base, metiendo sus "pestañas" en el corte central del panel rectangular, de manera que se mantenga la forma de la cocina, así la cocina es más eficiente, usando los paneles suplementarios.



Si se desea, se pueden atar los paneles triangulares de manera que estos queden más cercanos entre sí.



Para cocinar, primero colocamos la cocina según la altitud del sol y la enfrentamos hacia este. Luego colocamos los alimentos en un recipiente de metal negro, y a su vez, metemos éste en una bolsa para horno o en un recipiente de vidrio con tapa.

Colocamos el recipiente en medio de la base de la cocina, elevándola una pequeña altura (5 cm, más o menos) mediante una rejilla u otro elemento similar, esto hace que el frasco pueda calentarse por la parte inferior como lo hace por los lados y la parte superior, reduciendo así el tiempo de cocción.

## 13.2 De paneles reflectores fijos

### 13.2.1 Embudo

La cocina parabólica se basa en un plato que refleja y concentra la luz del sol en un punto donde la comida es cocinada. Este método es muy peligroso ya que la energía del sol se concentra en un punto muy caliente pero que no puede ser visto.



Esta cocina es un híbrido entre la cocina parabólica y el horno solar cerrado.

Es como una especie de embudo grande y profundo e incorpora las mejores características de la cocina parabólica y la de caja cerrada.

El reflector tiene la forma de un embudo gigante forrado con papel de aluminio. (Las instrucciones de montaje se dan más abajo). Este embudo es como la cocina parabólica, exceptuando que la luz del sol es concentrada en una línea (y no en un punto) en el fondo del embudo. Se puede poner la mano en la parte inferior del embudo y sentir el calor, pero no quemará.

Seguidamente pintamos un frasco de color negro por la parte de afuera, para acumular el calor, y lo colocamos en la parte inferior del embudo. O podemos utilizar un frasco negro con tapa.

Los objetos negros se calientan fácilmente. Pero no lo suficientemente para cocinar... necesitamos pues, alguna manera de calentar el frasco impidiendo que el aire lo enfríe. Entonces, debemos colocarlos una bolsa barata (totalmente transparente) envolviendo el frasco. La bolsa de plástico, disponible en comercios como "bolsa para verduras", reemplaza la cara y costosa caja con tapa de vidrio de las cocinas de caja.

Debemos poner algún aislante, como un bloque de madera, para ayudar a mantener el calor (cualquier otro aislante puede funcionar: sogas, una madera para picar, o incluso palitos de madera)

#### Qué se necesita:

1. Un trozo de cartón plano, de 60 cm por 120 cm ( el largo debe ser dos veces el ancho, y cuando más grande mejor).
2. Papel de aluminio normal y corriente.
3. Cola vinílica. También un pincel o brocha para aplicarla (o un trozo de tela o papel).
4. Algo para sujetar el embudo abrazado (cinta adhesiva ancha, cuerda, etc.).

5. Como vajilla de cocina podemos usar un frasco hermético.
6. Un bloque de madera que haga de aislante. Las medidas aproximadas son de 10cm de largo x 10cm de ancho x 5cm de alto. Una pieza de madera cuadrada hace de aislante perfectamente.
7. Una bolsa para envolver el frasco y el bloque de madera, para hacer el efecto invernadero.

### Construcción:



Cortar medio círculo del cartón de la parte inferior como se muestra en la figura.

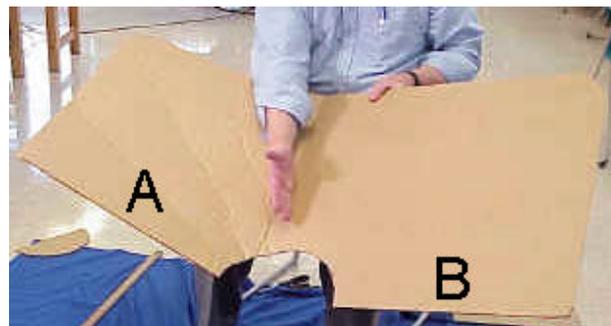
Cuando el embudo está formado, esto se convierte en un círculo entero y debe ser lo suficientemente grande como para que quepa tu frasco de cocción.

Por esta regla de tres, para un recipiente de 18 cm aprox. de diámetro, el radio del medio círculo debe ser de 18 cm. (es decir 36 cm de diámetro).

### Formar el embudo

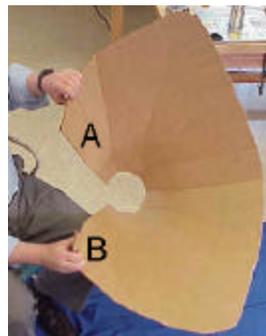
Para formar el embudo, se debe juntar el lado A con el lado B, como se ve en la imagen.

El papel de aluminio debe ir dentro del embudo. Hacer esto lentamente, dando al cartón forma de embudo utilizando una mano para hacer dobleces que salen desde el medio círculo.



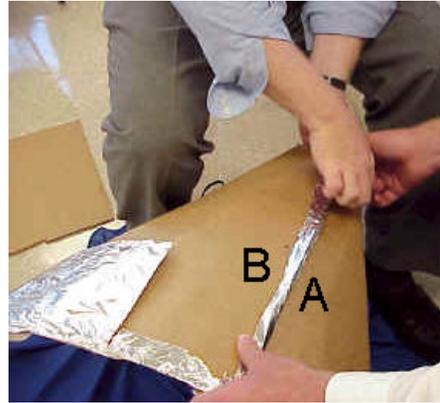
Deberás ir perfeccionando el embudo hasta hacer que los lados A y B se junten y el medio círculo forme un círculo completo.

El papel de aluminio irá adentro del embudo. Abrir el embudo y dejarlo extendido, con la cara interior hacia arriba.





*Pegar el papel de aluminio al cartón.*



*Juntar la cara A con la cara B para mantener el embudo unido.*

Hacer dos agujeros con una separación de 1 cm y medio entre ellos, se puede pasar un alambre, una soga, etc. por un agujero y sacarlo por el otro para atarlos o enrollarlos.

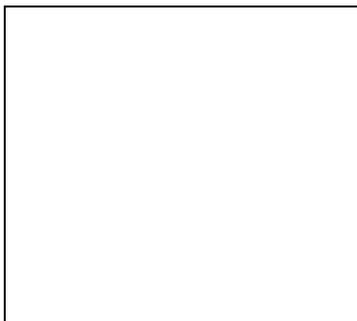
Cuando juntamos A con B, nos queda un embudo "con dos alas". Se pueden cortar las alas pero reflejan más sol por lo que conviene dejarlas.

Pegar un trozo de papel de aluminio alrededor del agujero inferior del embudo, con la parte brillante dentro. Esto completa el montaje de la cocina embudo.

Para mejor la estabilidad se puede poner el embudo en el interior de una caja y listo para usar.



### 13.2.2 Tipo parabólica



Es una cocina solar simple y barata, con la que no se necesitara bolsa para cocinar en ella.

Este modelo emplea 24 paneles reflectivos pequeños para concentrar así luz extra, y contrarrestar la pérdida de calor al no usar una bolsa de plástico.

En esta cocina puede cocinarse en dos ángulos ( $45^\circ$  y  $60^\circ$ ), y su propia forma le da una rigidez muy grande, por lo que puede ser construida con cartón.

Algunas pruebas demuestran que, con una cocina como ésta se alcanzó una temperatura máxima de  $140^\circ\text{C}$  dentro de un recipiente de cocción vacío, un día soleado a una temperatura ambiente de  $21^\circ\text{C}$  y una ligera brisa. Los huevos se volvieron duros en media hora y dos tazas de arroz se cocinan en 95 minutos. La cocina debía ser reposicionada cada tres cuartos de hora más o menos, para una mejor eficiencia.

La cocina lleva además, una estructura de soporte, hecha con caña o palos de cualquier otra madera, que permite sujetar el recipiente con los alimentos en la posición deseada.

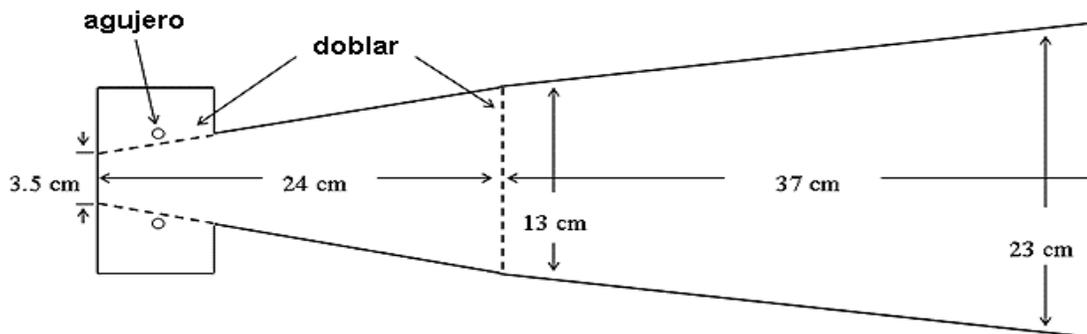
La cocina tipo parabólica se mantiene unida gracias a una soga fina que junta todos los paneles de  $45^\circ$  unidos por la base. Cuando más se apriete la soga, mejor se mantiene firme la estructura de la cocina. Si es necesario, puede colocarse otro hilo o soga entre dos paneles opuestos, a fin de que la cocina se tenga en pie mejor.

Si quitamos ambos hilos así como la estructura que mantiene el recipiente de cocción, podremos plegar la cocina para su transporte o almacenamiento, aunque esta maniobra resta vida útil a la cocina y es un poco complicada.

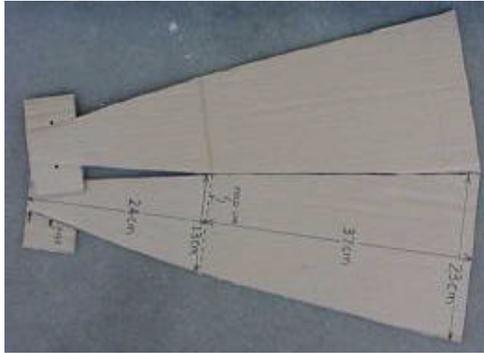
Los materiales requeridos son: cartón, papel de aluminio, cola vinílica, cinta adhesiva de papel, palos de madera (o caña), y un hilo grueso o cuerda fina.

Para su construcción cortar doce piezas rectangulares de cartón que midan  $24\text{ cm} \times 61\text{ cm}$  cada una. Trazar y cortar la siguiente forma en cada una de las piezas.

Hacer un doblar recto a  $24\text{ cm}$  de distancia a partir del lado estrecho del panel (esto es, sí el panel tiene dos partes - una de  $37\text{ cm}$  y otra de  $24\text{ cm}$  - el doblar irá situado entre estas dos partes). Hacer un agujero en cada una de las dos "orejas" de la parte estrecha del panel, como se muestra, y doblar las orejas hacia fuera.



Coloca los paneles, uno al lado de otro, unidos por su borde más largo, y unirlos con cinta adhesiva hasta tener un "anillo" con los doce.



Pasar un cordón a través de los agujeros de las orejas de los distintos paneles, a fin de mantenerlos unidos. Atar los cabos del cordón (se puede utilizar una varita para no tener que atarlos sino simplemente enrollar un cabo en la varita y atar el otro cabo a la varita, para poder enrollar y desenrollar según queramos).

Para una mayor eficiencia de la cocina, cubrir la abertura de la base de la cocina mediante un círculo de cartón forrado con papel de aluminio.



*El cordón une los paneles por su parte más baja.*



*Una varita corta permite hacer un nudo fácil de deshacer.*



*Exterior de la cocina terminada.*

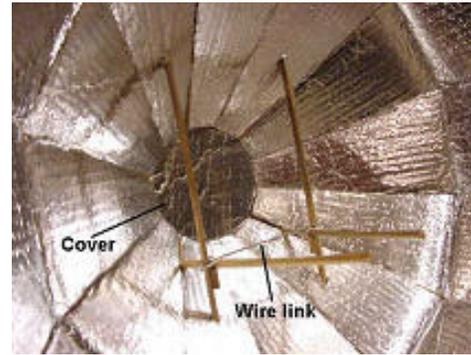


*Interior de la cocina terminada.*

Para construir el soporte para el recipiente, hacer un pequeño agujero a media altura en cuatro paneles. Colocar dos varitas finas de madera o caña a través de la cocina en paralelo y saliendo por los agujeros antes mencionados. Podemos asegurar las varitas pegando trocitos de cartón por la parte exterior o colocando bandas elásticas en sus cabos para evitar que se deslicen. Atar dos varillas de 29 cm de largo en perpendicular a las varitas colocadas anteriormente. Para mayor estabilidad, atar las nuevas varitas a las paredes de la cocina haciendo otros agujeros.



*Fijar las varitas con pedacitos de cartón.*

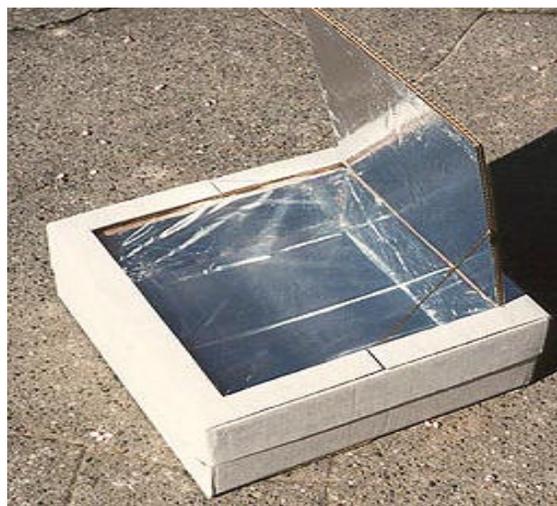


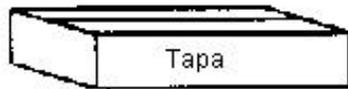
*Estructura de soporte terminada.*

La cocina tipo parabólica está ahora preparada para su uso. Posicionar la cocina hacia el sol. Se puede ponerse ahora un recipiente negro dentro, sobre las varitas, para cocinar la comida que contenga mediante la luz reflejada del sol.

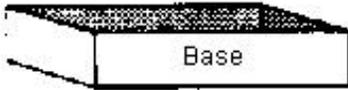
### 13.3 Horno solar cerrado

Aunque los diseños para las cocinas de cartón han ido siendo simplificados, aún pueden ser difíciles de hacer. En este modelo, la tapa está formada directamente de la caja exterior.

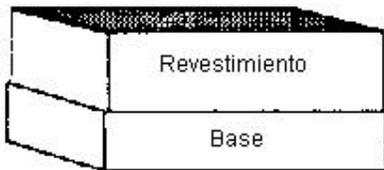




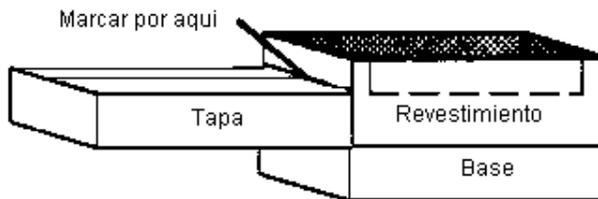
Para hacer la base tomar una caja grande y cortarla por la mitad como se muestra en la figura.



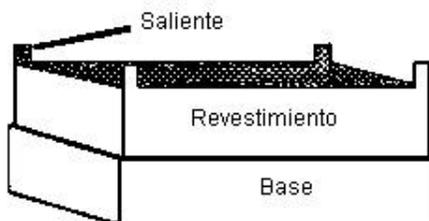
Dejar la tapa a un lado. La otra hará de base.



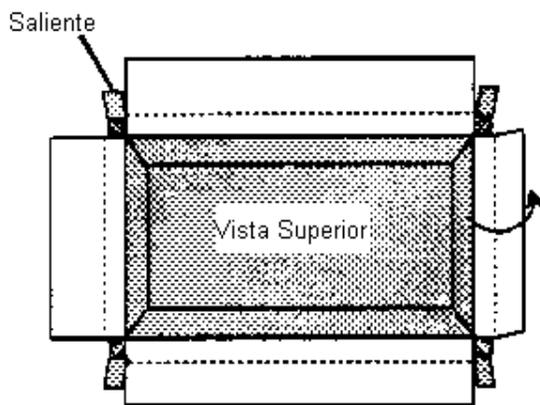
Plegar un trozo de cartón extra para que haga de revestimiento del interior de la parte de la base.



Utilizar la tapa como se ve en la figura para marcar una línea por los lados del revestimiento.



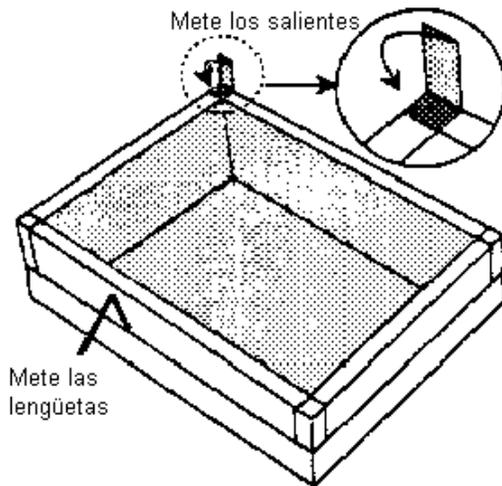
Corta por las líneas previamente marcadas, dejándote cuatro salientes.



Pegar papel de aluminio en la parte interior del revestimiento y en el fondo de la caja de la base.

Poner una caja más pequeña (interior), en la abertura formada por el revestimiento hasta que las lengüetas de la caja pequeña encuadre perfectamente con el revestimiento.

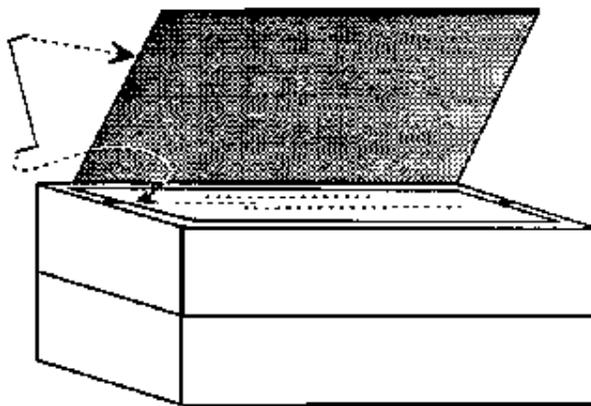
Poner unas cuantas bolas de papel de diario entre las cajas para se soporte mejor.



Marcar la parte inferior de las lengüetas usando el revestimiento como guía.

Doblar las lengüetas por la marca y colocarlas en el espacio que hay entre la caja de la base y el revestimiento. (ver figura)

Doblar los salientes y introducirlas debajo de las lengüetas para tapar los cuatro agujeros



Torcer las puntas de un trozo de alambre, como se muestra en la figura, e insertarlo en el cartón (como es ondulado se puede meter entre las curvas) del reflector y de la tapa.

Pintar la lámina de metal (o cartón) de negro y ponerla en el fondo del horno.

Para mejorar la eficiencia pegar tiras finas de cartón debajo de la lámina de metal (o cartón) para así, elevarla del fondo un poco.

Cortar el reflector y cambiarlo por uno que sea mayor o igual que la tapa entera. Esto hace que se refleje más luz.

Girar el horno y abrir las lengüetas de la base de la caja. Colocar un trozo de cartón forrado de papel de aluminio para que divida en dos el espacio entre las cajas. La parte forrada debe mirar hacia dentro.

## 14. Anexos

### 14.1 Direcciones en Internet sobre cocinas solares

- Solar Cookers International

<http://solarcooking.org>

- Terra org. Ecología práctica

<http://www.terra.org/html/s/sol/cocina/index.html>

- A History of Solar Cooking

<http://solarcooking.org/history.htm>

- Las cocinas solares: ventajas y desventajas

<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia08/HTML/articulo06.htm>

- Calentadores, cocinas Y Secadores Solares

<http://www.mem.gob.pe/pae/TGAE/TERS2.HTM>

- Cocinas solares de tipo caja

<http://g.unsa.edu.ar/inenco/publica/Asad971.html>

- El sol

<http://www-istp.gsfc.nasa.gov/stargaze/Msunintr.htm>

## 15. Referencias bibliográficas

- Principios de Diseño de la Cocina Solar. Solar cookers international. Aalfs, Marck. Seattle, USA.
- BRI Solar Hot Box cooker, Mod.C-7, Julio de 1996.
- Buigues Nollens A. F. y Rojas E. O. ( 1995 ). Desarrollo y Construcción de Sistemas Alternativos de Cocción - 1ª Etapa Cocinas Solares. ASADES **18**, T. II, (7.19-7.26).
- Durán E., et al. (1991). Adopción de Cocinas Solares. Motivando a la Comunidad. Resúmenes de ASADES **14**, 103-104.
- Durán M. (1979) La Cocina Solar y su Difusión en la Población Rural de Ayacucho. En Atas do 2ª Congreso Latineamericano de Energía Solar, Vol. II, Universidade Federal da Paraíba, pp. 397-409, Joao Pessoa, Brasil.
- Echazú R. y Saravia L. (1985) Experiencias con una Cocina Solar (inédito).
- Esteves A. (1994). Concurso de Diseño de Cocinas Solares. ASADES **17**, T. I, (33-38).

- Esteves A. (1996a). Cocina Solar Abierta de Reflector Plano. ASADES **19**, T. II, (7.9-7.12).
- Esteves A. (1996b). Manual de Autoconstrucción de Cocinas y Hornos Solares. ASADES **19**, T. II, (12.13-12.15).
- European Committee for Solar Cooking Research (1994). Second International Solar Cooker Test. ECSCR, pp. 1-21, Lodève, Francia.
- FAO (1990). How to build and use a solar box cooker, Solar Box Cookers International, Sacramento, California.
- Guzmán M. T., et al. (1991). Cocinas Solares. Un Programa para su adopción. Resúmenes de ASADES **14**, 105-106.
- Brunet E., Fernández C. y Caso R. (1995). Cocina Solar de tipo Caja. Proyecto CIDA. INENCO.
- Juri G., et al. (1991). Cocinas Solares en Villaseca, IV Región de Chile. ¿Una Realidad? Resúmenes de ASADES **14**, 101-102.
- Kammen D. M. (1995). Cookstoves for the Developing World. Scientific American, July, pp. 72-75.
- Meinel A. B. y Meinel M. P. (1977). Applied Solar Energy. An Introduction, 3a. impresión, pp. 3-13. Addison-Wesley, Londres.
- Moura Bezerra A. (1979) Desenvolvimento de um Protótipo de Fogao Solar Desmontável destinado ao esporte de "Camping". En Atas do 2ª Congresso Latino-americano de Energia Solar, Vol. II, Universidade Federal da Paraíba, pp. 371-395, Joao Pessoa, Brasil.
- Nandwani S. S. (1993) Design, Construction and Experimental Study of a Domestic Solar Oven cum Drier in the Climate of Costa Rica. En ISES Solar World Congress, L. Imre y A. Bitai (Editores), pp. 91-96, Budapest, Hungría.
- Nandwani S. S. (1986) Estudio Experimental y Teórico de un Horno Solar Práctico en el Clima de Costa Rica. En Memoria Técnica del V Congreso Latinoamericano de Energia Solar, A. Arata (Editor), pp. E177-189, Valparaíso, Chile.
- Quast D. G (1976) Calculo da intensidade de esterilizao e de cozimento de alimentos, Instituto de Tecnologia de Alimentos, ITAL, Campinas, Brasil.
- Serrano P. (1986) Transferencia de Tecnologías Socialmente Apropriadas con Energia Solar. En Memoria Técnica del V Congreso Latinoamericano de Energia Solar, A. Arata (Editor), pp. G1-14, Valparaíso, Chile.

- Serrano P. (1989) La Experiencia Chilena en Energía Solar con Tecnologías Socialmente Apropriadas. En VI Congreso Latinoamericano y III Iberoamericano de Energía Solar, H. Rodríguez (Editor), pp. G28-34, Cartagena, Colombia.
- Sujarta H. y Fachrudin D. (1993) Solar Oven, the Alternative Solution of Fuelwood Shortage for Cooking in Remote and Barren Areas in Indonesia. En ISES Solar World Congress, L. Imre y A. Bitai (Editores), pp. 405-411, Budapest, Hungría.
- Xiping W., Shugin H., Yongling S. y Zude L. (1994). Nueva cocina solar de caja. Segundo Congreso Mundial sobre Estufas Solares, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.