

# Taller básico para el manejo de la energía solar



## INTRODUCCION

### CONCEPTOS BÁSICOS PARA EL MANEJO DE LA ENERGIA SOLAR

Pedro Serrano / Oscar Núñez

#### Antecedentes

La especie humana ha desarrollado toda su existencia al impulso de la Energía Solar. Algo de lo que no siempre estamos conscientes. La energía en general, considerada como aquella parte de los sistemas que nos permite realizar algún trabajo, ha sido también motor de lo que nosotros conocemos como desarrollo científico y tecnológico de la humanidad. Sin embargo, todo ese desarrollo, apoyado en fuentes de energía combustibles, como el Petróleo, el Carbón mineral o la Leña, ha provocado en el planeta fuertes impactos indirectos en el ambiente, que a principios del siglo XXI están llevando a la humanidad a replantearse la forma en que manejamos la energía con vistas a cuidar el Medio Ambiente en que todos vivimos.

El Sol, una pequeña estrella, ubicada en los confines de una entre millones de galaxias, emite su radiación electromagnética hacia todos los rincones del universo. En su camino esta energía electromagnética intercepta pequeñas masas de materia que están girando por gravedad en torno al Sol. Una de estas pequeñas esferas de materia, que gira a 149 millones de kilómetros de distancia del mismo, es nuestro planeta TIERRA. Un planeta con atmósfera, agua, y minerales que han permitido el desarrollo de un extraño fenómeno universal conocido como VIDA. La vida en la tierra es un producto fundamentalmente SOLAR. Desde los primeros habitantes unicelulares de hace tres mil quinientos millones de años, a los vegetales y animales que lo poblamos hoy en día, han pasado millones de sucesos y trabajos cuya única fuente de energía ha sido la actividad solar.





149.000.000 Kilómetros

Sol

La Energía

La Tierra  
La Vida

Los vegetales son parte de los seres más antiguos y evolucionados de nuestro planeta, desde las más pequeñas micro-algas hasta los gigantescos alerces del sur chileno, todos los vegetales acumulan materia en sus cuerpos, se multiplican y viven en función de la actividad fotosíntesis. La fotosíntesis (foto = luz) es la síntesis de materia vegetal (glucosa) por acción de la luz. Por esto podemos decir que los bosques son Energía Solar Acumulada, también lo son las lechugas y las sandías, también lo es el pasto que comen las vacas. Los humanos comemos sólo animales y vegetales, de algún modo comemos energía solar acumulada es esos cuerpos, somos NOSOTROS MISMOS Energía Solar.

El Petróleo que mueve nuestros barcos, camiones, aviones y máquinas a motor, corresponde a grandes depósitos de materia viva tales como las micro-algas, de hace millones de años atrás. El petróleo es entonces, energía solar acumulada. Del mismo modo el carbón mineral corresponde a los restos fósiles de helechos y árboles de la época carbonífera hace millones de años, fotosíntesis acumulada por milenios. El Sol también está acumulado en la Leña que se usa hoy día en todo el mundo. El agua acumulada en las alturas de nuestras montañas y que produce parte de nuestra electricidad, ha sido puesta allí por el Sol que evapora las aguas de los mares y continentes. Los vientos que circulan el planeta, que mueven nuestros molinos y ventilan nuestras casas, son movidos por el Sol que calienta las masas de aire haciendo que éstas se desplacen. En resumen, casi todo lo que se mueve naturalmente o en nuestros aparatos tecnológicos, es impulsado por energía solar acumulada y transformada. La pregunta que anima a

este texto es: Entonces, ¿por qué no usar el Sol de un modo directo, sin recurrir a tantas transformaciones?

La respuesta a esto la tienen los avances que hemos hecho en el desarrollo del USO DIRECTO de la Energía Solar. El sol tiene muchas aplicaciones interesantes en todos los ámbitos del que hacer humano, en especial en la agricultura, ya que es una actividad que por su esencia misma, se realiza bajo condiciones de sol. Las ventajas de usar el sol de modo directo se pueden enumerar como sigue:

- 1) La fuente de energía es gratuita.
- 2) El uso del sol no genera contaminantes, ni a la agua, ni a la tierra, ni a la atmósfera.
- 3) El sol es **RENOVABLE**, no se agota como los combustibles.
- 4) El sol no tiene dueño. El petróleo sí.
- 5) El sol es sustentable en el tiempo. Es abundante y permanecerá allí por milenios.
- 6) El sol es fácil de usar.

Del mismo modo la energía solar presenta aspectos negativos respecto de nuestra cultura energética que explican lo poco de su desarrollo global:

- 1) Es discontinuo, existe la noche, las lluvias y las sombras.
- 2) Es difícil de acumular.
- 3) Es difícil de transportar.
- 4) No tiene empresas que lo controlen y estén interesadas en invertir en él.



Pero los aspectos negativos no logran opacar para nada la enorme importancia que puede tener, para nuestra economía y para el cuidado de nuestro ambiente, el hacer uso **DIRECTO** de la Energía Solar, más aun si se está pensando en aportar a resolver problemas de energía.

## QUE HACE LA ENERGÍA DEL SOL

La energía del Sol que llega a la superficie de la Tierra es fundamentalmente lo que nosotros conocemos como luz blanca. La luz natural del día, esa que en el arco iris se difracta en todos los colores que conocemos para la luz. La luz blanca contiene todos los colores y la ausencia total de luz la conocemos como **NEGRO**. Estos conceptos físicos de la luz son fundamentales para luego entender la física del comportamiento de los artefactos solares.

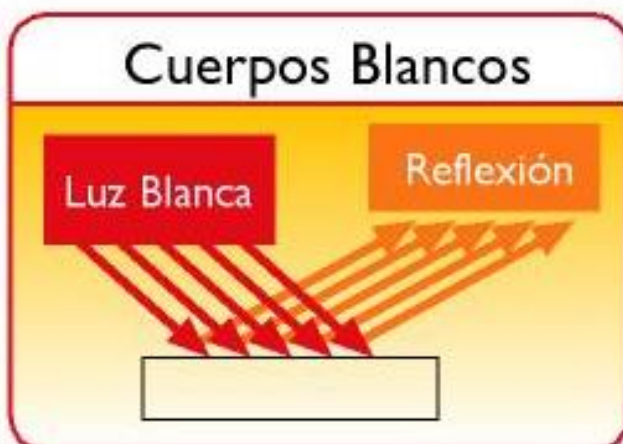
- Una de las cosas más importantes que hace de un modo directo la energía solar es: **ILUMINAR**, una habitación mal iluminada de día obliga a usar otra energía (electricidad).
  - Otra acción importantísima que tiene la luz solar sobre los objetos, es que sube su temperatura, esto es la acción de **CALENTAR**. La vida en este planeta sería imposible si la radiación del sol que penetra nuestra atmósfera, no lo mantuviese a una temperatura soportable para la vida orgánica.
  - Una transformación interesante ocurre cuando la luz choca contra cristales de silicio dopados artificialmente como semi conductores: la luz se **TRANSFORMA** en **ELECTRICIDAD**, una tecnología moderna que permite a nuestras naves espaciales obtener energía en el espacio exterior.
- Con el hecho de calentar, la luz solar puede realizar una cantidad enorme de trabajos para nosotros:
- 1.- Calentar agua o cualquier otro fluido.
  - 2.- Calentar alimentos hasta cocinarlos
  - 3.- Calentar metales hasta fundirlos
  - 4.- Calentar objetos y aire hasta secarlos.

Para realizar todo esto de un modo más eficiente y tecnificado existen algunos principios básicos muy fáciles de entender y aplicar.

## PRINCIPIOS BASICOS USADOS EN ENERGIA SOLAR

### Uso del color NEGRO

Cuando un objeto se ve de color **BLANCO**, esto significa que dicho objeto está cubierto o es de un material cuyo **PIGMENTO** es blanco y tiene la capacidad de **REFLEJAR** toda la luz que incide en él. Por el contrario si la pigmentación del objeto es **NEGRA** este objeto no reflejará ninguna luz hacia nuestros ojos, si la luz **NO** se refleja entonces significa que la luz fue **ABSORBIDA** por el objeto.



Ya dijimos que la energía solar llega a la Tierra en forma de luz blanca, por lo tanto en la medida que es posible **ATRAPAR** la luz blanca, estamos atrapando a la energía del sol, básicamente **AUMENTANDO** la cantidad de **CALOR** del cuerpo iluminado, esto sube su temperatura, indicando que ha existido una transferencia de energía desde el Sol al objeto.

No es fácil obtener un buen color negro, lo más cercano al negro puro es el carbón vegetal o el hollín de humo, en las pinturas de tipo comercial hay que evitar el uso de colores brillantes (brillo significa reflexión de luz) hay que buscar colores negro **OPACOS**, vale decir sin brillo.

En energía solar, la mayoría de las superficies **CAPTADORAS** de la energía están pintadas o pigmentadas de **NEGRO OPACO**. Es evidente que muchos objetos que deseáramos calentar con el sol no es posible pintarlos de negro, como por ejemplo el agua, las frutas, el aire o las comidas, por ello se pintan otras cosas que están en **CONTACTO** con ellos tales como las superficies de paso o los contenedores de líquido.

### USO DE LA AISLACIÓN TÉRMICA

La palabra aislación indica lo contrario a conducción. El calor o la energía calórica es capaz de viajar por el interior de los materiales. Todos los materiales están compuestos de moléculas o átomos, estas pequeñas partes de la materia siempre están en constante movimiento o agitación, es muy bueno saber que lo que nosotros conocemos como **CALOR** en los cuerpos no es otra cosa que la medida de la agitación molecular en su interior. Las moléculas y los átomos en su agitación chocan entre sí y con estas colisiones se transmiten su movimiento. Por ello, si un sector de un cuerpo está más caliente (más agitado), esas moléculas transmitirán la agitación hacia otros sectores comunicando su movimiento o calor. Esta comunicación o avance del calor por un cuerpo se llama conducción. Es una regla muy clara que si un cuerpo tiene muchas moléculas muy juntas, entonces conducirá el calor con mucha facilidad, puesto que en su interior son más fáciles los choques entre moléculas. En este sentido los mejores conductores

del calor son los metales entre los cuales, el mejor entre los baratos es el **COBRE**. Por otra parte, si lo que se desea es que no exista la conducción de calor entre dos cuerpos lo que hay que hacer es evitar los choques entre moléculas, en la medida que esto se logra se está logrando la  **AISLACION** vale decir lo contrario de la conducción.

Siguiendo este razonamiento se tiene:

- El mejor aislante es aquel que **NO TIENE** moléculas que choquen entre sí, algo que no posea ninguna molécula es la nada o lo que conocemos como el **VACIO**. El vacío es el mejor aislante a la conducción del calor que se conoce por que simplemente no tiene moléculas para transmitirlo. El vacío, a pesar de no ser nada resulta bastante caro producirlo en la tierra por lo que tiene pequeñas aplicaciones. Una de las aplicaciones más conocidas del vacío como aislante es en los buenos termos para guardar agua en la casa o para ir de paseo, estos tienen adentro dos botellas de delgado vidrio una dentro de otra y entre las dos se hace vacío. Solo pierden por radiación, muy poco, y por la tapa. Conservan el agua caliente por muchas horas.

- El siguiente elemento disponible en nuestro planeta con pocas moléculas por unidad de volumen es el **AIRE**, sin embargo es necesario agregar una condición al aire para que este sea buen aislante: **AIRE QUIETO**. Vale decir, dejando poco espacio para que las moléculas se muevan. El movimiento del aire se llama convección y ocurre por que los aires más calientes **SUBEN** por flotación sobre los aires más fríos puesto que los primeros están más expandidos (por la agitación de sus moléculas). Para obtener "aire quieto" será necesario colocar algo de materia sólida atrapando pequeñas cantidades de aire. Esto es algo que los pajaritos han conseguido con sus plumas, las plumas de pájaro, livianas y esponjosas son un buen aislante térmico. Es posible obtener aislantes a partir de este principio del "aire quieto":



- Papel liviano picado y arrugado.
- Paja seca de trigo
- Pelo o lana animal
- Telas sueltas livianas
- Aserrín suelto de madera
- Fibras como la de vidrio
- Plásticos expandidos (Estos últimos muy usados hoy en día)

Los plásticos expandidos son conocidos comercialmente como "Plumavit" el poliestireno expandido, "Esponja" el poliuretano expandido, también hay polietileno expandido y otros más.

Lo importante en este concepto, conocido como **aislación térmica**, es la posibilidad de detener la fuga del calor atrapado en nuestros artefactos solares.

### EL EFECTO INVERNADERO

El fenómeno atmosférico que permite que la tierra mantenga un cierta temperatura estable para el desarrollo de la vida se conoce como "efecto invernadero", tiene relación con la captura, bajo la atmósfera, del calor que los cuerpos captan de la luz blanca proveniente del sol. Los cuerpos a temperaturas inferiores a los 500 grados Celsius, no emiten luz visible al ojo humano, la luz que emiten se llama **INFRARROJO**, la luz infrarroja no logra atravesar la atmósfera hacia el espacio, puesto que la atmósfera es **OPACA** a esa radiación. Resultado: el infrarrojo o calor de los cuerpos queda atrapado "bajo el invernadero", acumulándose.

Este efecto, producido por la atmósfera, (dejar pasar la luz blanca y no dejar pasar el infrarrojo), también se puede producir en pequeña escala, más controlada, en artefactos de concepción humana: En la agricultura los más conocidos son los **INVERNADEROS**, que logran mantener en su interior temperaturas más altas que las que se dan en el exterior y así poder cultivar vegetales fuera de estación.

A partir de estos tres principios descritos: Color negro, Aislación térmica, efecto invernadero, es posible diseñar una serie de artefactos útiles:



- 1) Artefactos para calentar agua
- 2) Artefactos para secar frutas y productos agrícolas
- 3) Artefactos para cocinar o esterilizar agua
- 4) Invernaderos de cultivo

Con energía solar es posible también hacer muchas otras cosas, tales como usar paneles fotovoltaicos para conseguir electricidad con la cual bombear agua, iluminar, ver TV, mover motores y equipos (los autos solares), también es posible construir diseños avanzados de letrinas sanitarias solares secas, fundidores de metal, destiladores de agua, etc.

Los invitamos a descubrir como el conocimiento científico, principios básicos de física y matemática, la aplicación del diseño industrial y la tecnología socialmente apropiada, nos permiten crear objetos para resolver necesidades básicas de las personas como lo es el manejo de la energía.

# Colector Solar de Botellas

## COLECTOR SOLAR DE BOTELLAS

Es una caja con aislación térmica y un vidrio, que permite calentar agua con la energía solar; al interior de botellas desechables pintadas de color negro opaco.

Este colector solar es uno de los colectores más simples que podríamos construir; no considera accesorios como cañerías, llaves de pasos u otras similares, por tanto se transforma en un excelente instrumento de Educación Ambiental, para enseñar los principios básicos de la energía solar.

## Materiales

- Botella pintada negra
- Aislante térmico
- Vidrio
- Lámina de Aluminio
- Caja de Madera
- Eje de Inclinación



Inclinación de los Rayos Solares Según las regiones del país.

### Calama Latitud 22° 30'



### Santiago Latitud 33° 30'



### Punta Arenas Latitud 53°



## Inclinación



## PRINCIPIOS BÁSICOS

Recordemos que los cuerpos negros absorben energía y los cuerpos blancos la reflejan. El vidrio genera el efecto invernadero que se necesita para que la botella absorba la energía acumulada.

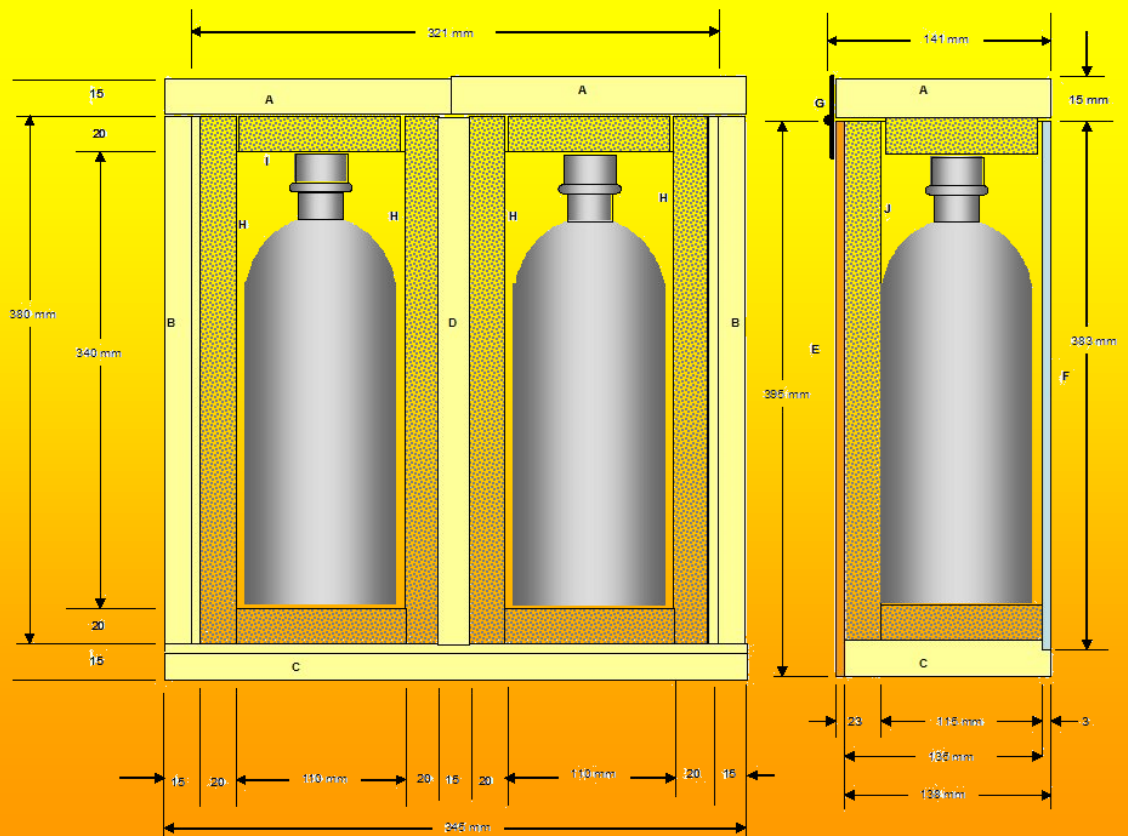
En este modelo, el aislante térmico (poliestireno expandido), está protegido por una lámina de aluminio para evitar que se degrade.

Para que los rayos del sol lleguen en forma ortogonal (perpendicular a la superficie captadora) al colector solar de botellas, en Calama debemos darle una inclinación de 22°30' (ubicación geográfica en la ciudad de Calama, 22°30' Latitud Sur)

El ángulo de inclinación depende de la ubicación geográfica, mientras más cercanos al Ecuador se requiere menos ángulo de inclinación.

Algunas mediciones realizadas en la ciudad de Calama, en un día despejado, ha permitido elevar la temperatura del agua contenida en las botellas a 85 ° C.





Listado de materiales para un colector solar de 2 botellas de 1.500c.c. c/u

Nombre	Ítems	características	largo mm	ancho mm	Cantidad
Tapa	A	Trupan 15 mm	141	172	2
Lateral	B	Trupan 15 mm	380	138	2
Base	C	Trupan 15 mm	345	138	1
Separador	D	Trupan 15 mm	380	135	1
Respaldo	E	Cholguan 3 mm	395	345	1
Vidrio	F	Vidrio simple 2 mm	383	321	1
Bisagra	G	bisagra	25,4	25,4	2
lateral interior	H	Pluma vit 20 mm	380	135	4
Tapa interior	I	Pluma vit 20 mm	115	110	4
Respaldo Interior	J	Pluma vit 20 mm	380	110	2

# Colector Solar de Botellas

Armado de la estructura del colector solar de botellas



Las maderas se unen con puntas y cola fría





# Colector Solar de Botellas



En este  
diseño, se  
utilizó madera  
prensada  
para armar la  
estructura que  
contendrá las  
dos botellas  
desechables

# Colector Solar de Botellas





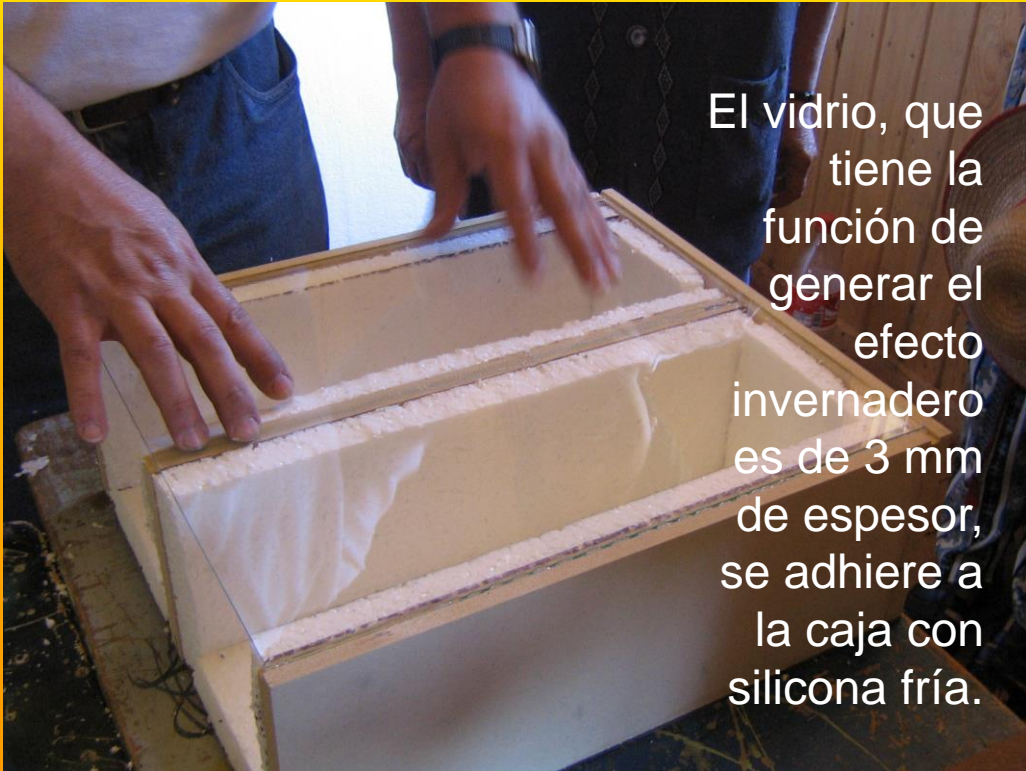
# Colector Solar de Botellas



La caja  
contenedora  
de las  
botellas está  
reforzada con  
una plancha  
de madera  
prensada de  
3 mm. de  
espesor



# Colector Solar de Botellas



El vidrio, que tiene la función de generar el efecto invernadero es de 3 mm de espesor, se adhiere a la caja con silicona fría.



# Colector Solar de Botellas

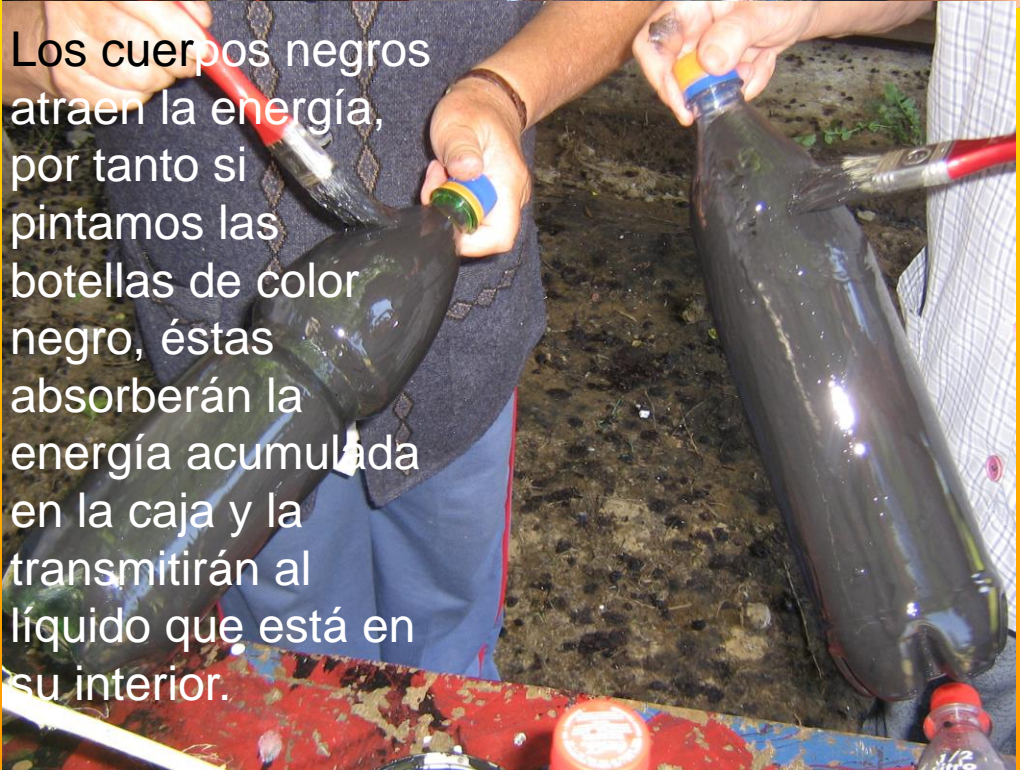




# Colector Solar de Botellas



Los cuerpos negros atraen la energía, por tanto si pintamos las botellas de color negro, éstas absorberán la energía acumulada en la caja y la transmitirán al líquido que está en su interior.





# Colector Solar de Botellas



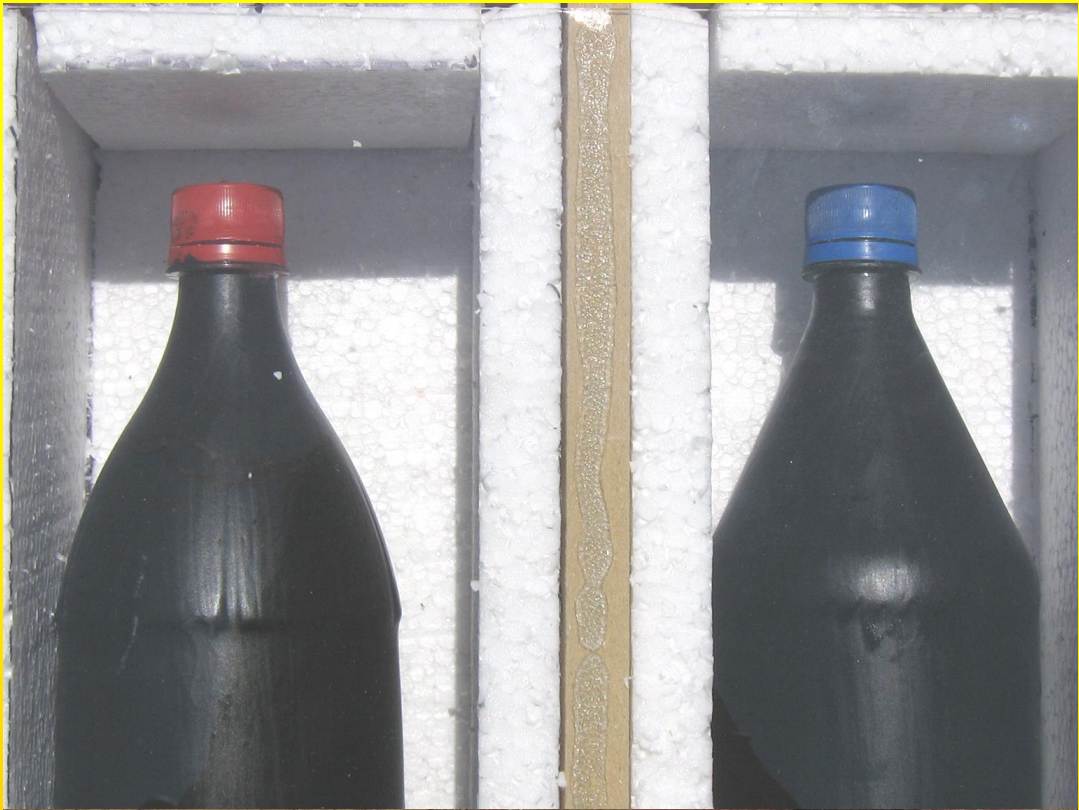
Pintura negra opaca.



Finalmente  
se instalan  
las bisagras  
que  
permiten  
articulas las  
tapas



# Colector Solar de Botellas



La temperatura que logra alcanzar este colector solar de botellas es de aproximadamente de  $60^{\circ}\text{C}$ .



# Cocina Parabólica



## COCINA PARABÓLICA

La cocina parabólica es una tecnología que permite cocinar utilizando la energía solar.

El sistema que aquí se presenta está formado por una estructura metálica que sostiene un plato parabólico en el cual están ubicados los diferentes espejos que reflejan la energía solar en un solo punto llamado foco (f).

En un día despejado se puede llegar a medir 450°C en el foco.

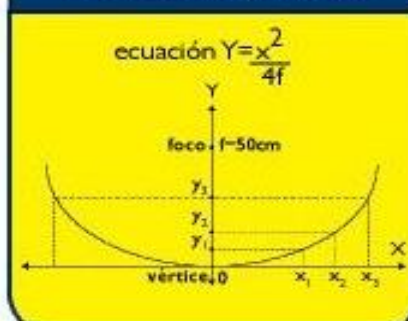
Como su nombre lo indica, la cocina parabólica solar se diseña a partir de la ecuación matemática de 2º grado cuya fórmula general es:  $ax^2 + bx + c = 0$



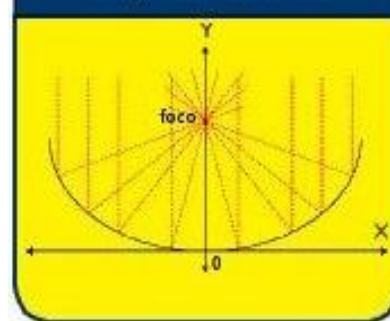
## Movimiento de Rotación de la tierra



## Foco de la parábola



## Rayos incidentes



El plato parabólico se moldeó con fibra de vidrio reforzada con polyester. La estructura de soporte del plato se fabricó con perfiles metálicos.

Esta tecnología permite cocinar alimentos solamente los días que existe radiación solar directa, o sea, en días nublados su efectividad es nula.

Para lograr cocinar debemos concentrar toda la energía reflejada por el plato parabólico en la base de la olla o tetera (foco).

Como el sol lo percibimos como un movimiento relativo de 15° por hora, es necesario mover de vez en cuando la cocina para concentrar el foco en la base nuevamente.

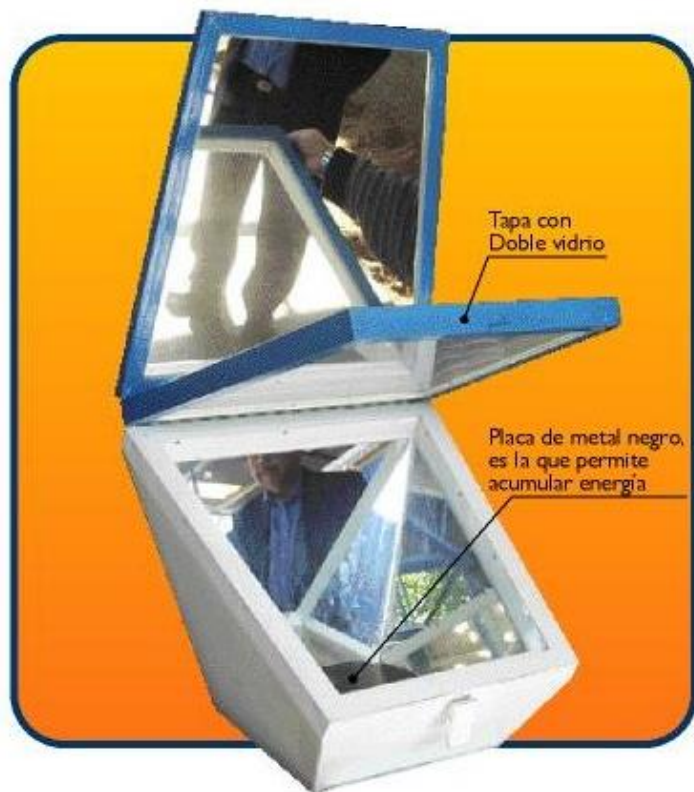
Para ello la estructura la podemos mover en dos sentidos:

- 1.- En un plano paralelo a la superficie del suelo (a en la figura superior)
- 2.- Con un brazo articulado que permite subir y bajar el plato parabólico (b en la figura sup).





# Horno Solar



## HORNO SOLAR

Es una caja con aislación térmica y espejos en su interior que permiten acumular energía, y a través de esta cocinar alimentos.

Aquí se combinan dos principios físicos, para el manejo de la energía solar:

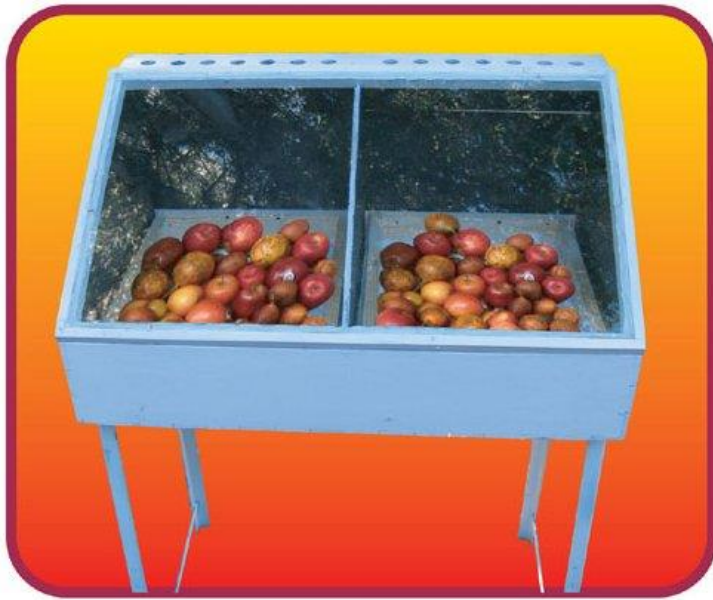
- 1.-La generación del efecto invernadero es a través de la tapa transparente que utiliza doble vidrio.
- 2.-La reflexión de la energía en los espejos interiores mejora la eficiencia en la acumulación del calor al interior del horno.

Una placa de metal negro, es la que permite acumular la energía.

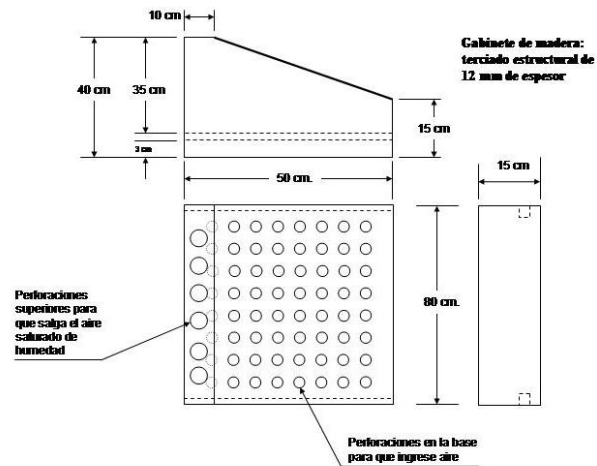
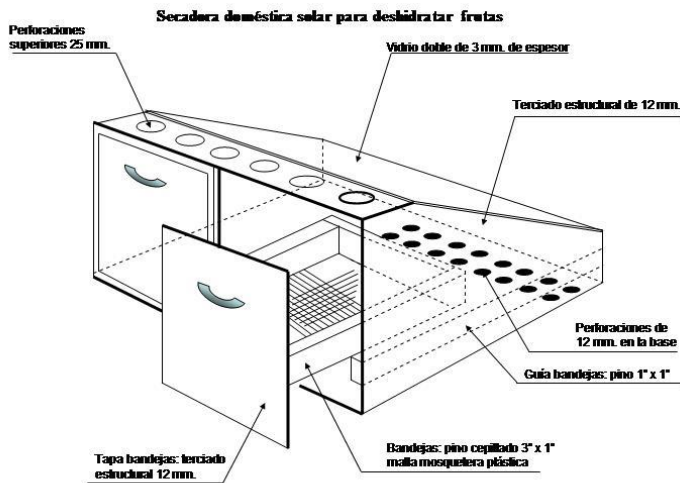




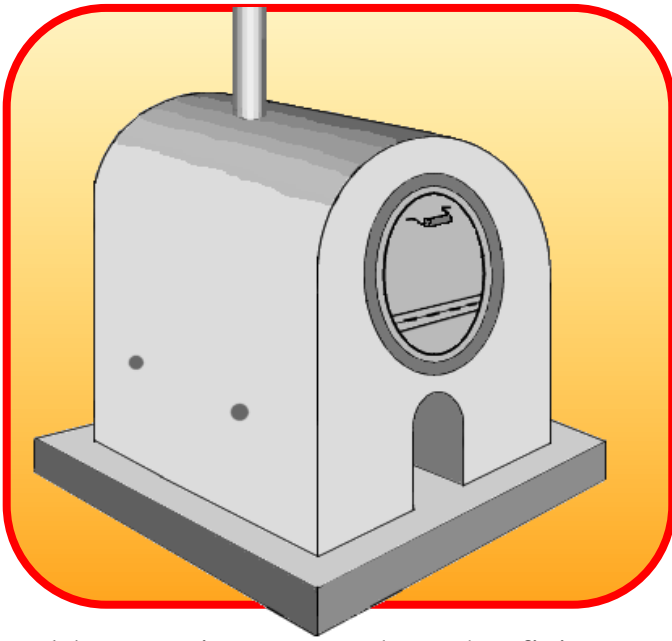
# Secador Solar para Frutas



El secador solar de frutas, como su nombre lo indica, utiliza esta energía limpia para deshidratar la fruta que está en su interior, para ello se pinta por dentro de color negro opaco con el objetivo de aumentar la temperatura y generar un flujo de aire caliente que absorba el agua de la fruta y la expulse hacia fuera del secador.



# Horno Mixto de Barro



El horno mixto es mucho más eficiente que los hornos tradicionales semiesféricos o de medio tambor que observamos generalmente en zonas rurales.

El objetivo que se persigue, con la instalación de un horno mixto, es la disminución del consumo de leña por familia y así contribuir a la lucha contra la desertificación y a bajar los niveles de contaminación.

