

El presente material es un producto que nace de la investigación, el desarrollo y la extensión, que realiza el Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido, IIPAC (*Ex Unidad de Investigación N°2 del IDEHAB*) y el Laboratorio de Modelos y Diseño Ambiental, LAMbDA-λ, ambos de la FAU-UNLP. Entendemos que este manual es el resultado con el cual colaborar en el nexo entre el

desarrollo tecnológico y la difusión/transferencia al medio social, el cual está orientado a sectores sociales con necesidades básicas insatisfechas, preocupación que nos convoca en nuestras tareas cotidianas.

El material que se expone es la finalización de una etapa, a partir de la experiencia de los siguientes proyectos de investigación y Transferencia:

Proyecto de Desarrollo de Pequeños Productores Agropecuarios, PROINDER Adicional (Período 2009-2011)

Ministerio de Economía y Producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos.

Proyecto: Aspectos proyectuales y tecnológicos en la mejora del hábitat de sectores sociales de recursos escasos. IIPAC - LAMbDA- FAU-UNLP. 2010-2013.



Universidad Nacional de La Plata
Secretaría de Extensión

Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Secretaría de Extensión

ISBN 978-950-34-0484-3



9 789503 404843

CALENTADOR SOLAR DE AGUA

Manual del usuario Tecnología sencilla

Universidad Nacional de La Plata / Facultad de Arquitectura y Urbanismo / Secretaría de Extensión

v01.2



Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido, IIPAC
(ex Unidad de Investigación N°2)

LAMdDA-A

Laboratorio de Modelos y Diseño Ambiental



Universidad Nacional de La Plata



Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Secretaría de Extensión Universitaria



Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET



Ministerio de Economía y Producción. Secretaría de Agricultura,
Ganadería, Pesca y Alimentos



Proyecto de Desarrollo de pequeños productores Agropecuarios
PROINDER Adicional (2009-2011)

*El material gráfico y fotográfico utilizado en este manual es de producción propia.
Hecho el depósito que indica la Ley . ISBN: 978-950-34-0484-3*

*Se han realizado la impresión de 500 ejemplares.
Mayo de 2011*

De qué trata este manual?



Este manual aporta los conocimientos necesarios para la construcción y uso del calentador solar de agua.

Tiene como objeto divulgar y transferir tecnologías apropiadas a nuestra realidad social, mediante la incorporación de conocimiento, a partir de la utilización de tecnología sencilla, tendiendo a la promoción del ser humano.

Está orientado a familias en emergencia social que no cuentan con agua caliente en sus hogares, y que actualmente queman leña o carbón en el interior de las mismas, pudiendo sustituirlos por un sistema no contaminante que utiliza la radiación del sol, preserva el medio ambiente, mejora su calidad de vida y promueve la salud.

Las actividades que se involucran en este manual, aplicadas como emprendimiento productivo, pueden colaborar a la generación de capacidades de autogestión y organización, así como constituir una ayuda económica en el presupuesto familiar.

El Manual se organiza en tres partes:

Parte 1:
Partes que conforman el calentador solar de agua (páginas 3 a 7)

Parte 2:
Cómo se construye el calentador solar de agua (páginas 9 a 31)

Parte 3:
Principios básicos para su funcionamiento (páginas 33 a 36)

La forma de lectura puede variar según el conocimiento del lector sobre el tema.

Para aquellos que ya tengan entendido el funcionamiento de estos sistemas pueden abocarse a leer la Parte 2.

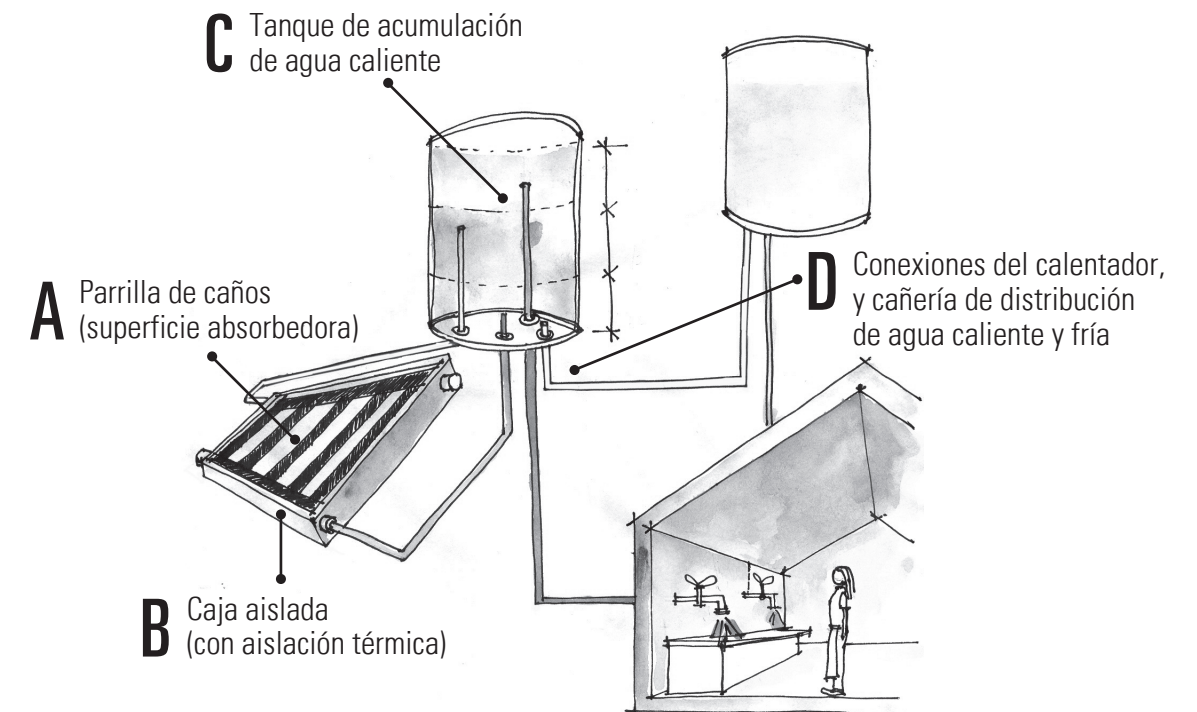
1

Partes que conforman el calentador solar de agua

Características principales

- Posibilidad de construcción casera.
- Utilización de materiales de bajo costo que se pueden conseguir en cualquier comercio.
- Posibilidad de desarrollar variantes constructivas de los componentes del sistema
- Diferentes maneras de instalación en la vivienda.

Las partes que conforman el calentador de agua son:



A

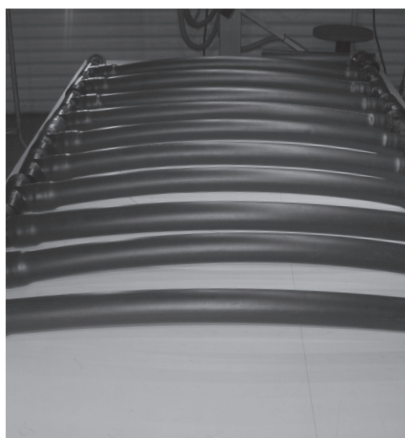
Parrilla de caños (superficie absorbadora)

La parte encargada de la captación de la energía solar es la “superficie de captación o absorbadora de calor”.

Está conformada por una red de cañerías, las cuales deben ser de color negro.

A través de esa red circula un fluido receptor (*generalmente se utiliza agua potable*), transportador del calor absorbido por la parrilla de caños, la cual eleva su temperatura y asciende por efecto natural (o termosifónico).

Su construcción puede realizarse en: cobre, acero inoxidable, chapa galvanizada, polipropileno, polietileno, etc.



B

Caja aislada (con aislación térmica)

La caja es el elemento que contiene a la parrilla de caños, protegiéndola a su vez de las pérdidas de temperatura y las inclemencias del tiempo. Estará cubierta con una superficie transparente, permitiendo el paso de la radiación solar.

Se debe orientar en forma perpendicular a los rayos del sol, aislada en su interior para evitar la pérdida de calor. Para la región de La Plata, (*latitud 35°*) se aconseja una inclinación del colector de 60 grados, al norte (sol del medio día de invierno).

Los materiales que se pueden utilizar para la construcción de la caja son: madera, chapa galvanizada, plástico, aluminio, etc.

Para la aislación de la caja puede utilizarse: poliestireno expandido (tipo “telgopor”), más papel de aluminio o membrana aislante (térmica e hidrófuga).

Para la cubierta de la caja se puede utilizar cualquier tipo de material transparente como: vidrio, policarbonato, nylon, etc.



C

Tanque de acumulación de agua caliente

El agua calentada por el colector, puede acumularse según el sistema propuesto dentro del mismo colector o en un tanque independiente.

Para el segundo caso debe aislarse el tanque con lana de vidrio, corcho o “telgopor” para evitar que el agua se enfríe durante la noche y se mantenga hasta el otro día.

Para el tanque de acumulación pueden utilizarse: bidones, tanques plásticos reforzados o cementicios, metálicos y aislación térmica.



D

Conexiones del calentador, y cañería de distribución de agua caliente y fría

Es necesario que exista un tanque de acumulación de agua caliente, adicional al tanque de reserva o depósito del agua fría, el cuál puede ser llenado por conexión a red o manualmente.

La conexión entre ambos, así como entre calentador y tanque de agua caliente se realizará por medio de cañerías o mangueras que estarán debidamente aisladas para su protección evitando las pérdidas de calor del agua.

Las conexiones pueden realizarse con diferentes tipos de caño o mangueras. Son altamente recomendables las cañerías de polipropileno, polietileno u otras de mejor calidad que funcionen para agua fría y caliente, así como también el uso de mangueras especialmente reforzadas.

Es fundamental que las conexiones que transporten agua caliente a la vivienda y las que conecten el Tanque de Acumulación con el Colector, estén aisladas con aislamiento para cañerías y recubiertas con material aluminizado para la protección del sol.



2

Cómo se construye el calentador solar de agua

Consideraciones previas

Para poder instalar el sistema en las viviendas, primero se debe definir el tipo de uso y establecer cómo será el funcionamiento.

Las posibilidades de adaptación dependen de las posibilidades de cada usuario, teniendo en cuenta que el colector se debe instalar sobre una estructura de sostén rígida.

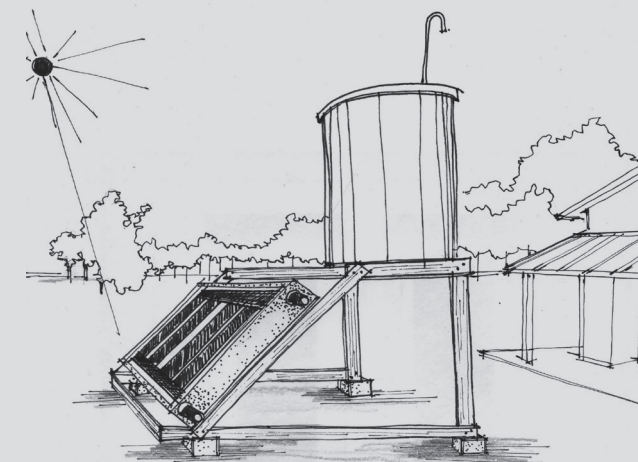
Hay que tener en cuenta tres aspectos:

a. Localización del colector

Para evitar la pérdida de calor del calentador de agua, es conveniente que esté ubicado en un lugar protegido del viento y de las corrientes de aire.

Es importante que donde se instale, reciba la mayor cantidad posible de radiación solar diaria. Observar que no haya sombras (de árboles, tanques, etc.) durante el recorrido del sol en el día.

También es importante que el sistema no se encuentre a mucha distancia del lugar donde se colocará la salida de agua caliente, ya que a mayor distancia, mayor cantidad de cañería, lo que aumentaría no sólo el costo del equipo, sino también la pérdida de calor del agua caliente.



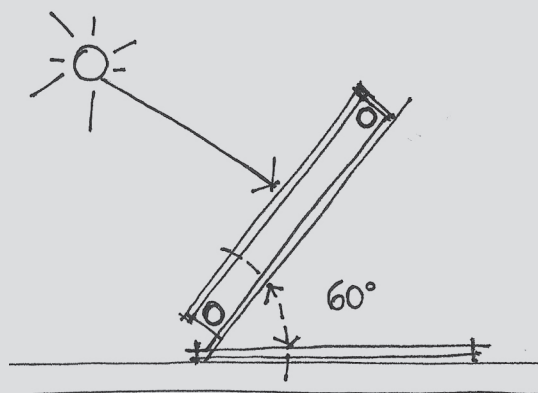
b. Orientación e Inclinación del colector

Respecto de la orientación, el colector capta un máximo de energía cuando se halla perpendicular a los rayos solares. Será el NORTE nuestra orientación óptima.

La inclinación óptima del colector para todo el año será igual a la suma del ángulo de latitud del lugar + 10.

Para el caso de La Plata, la inclinación óptima anual será de $35^\circ + 10 = 45^\circ$ respecto de la horizontal.

Pero si queremos lograr mayor temperatura en invierno que en verano en La Plata, podemos inclinarlo con un ángulo de 60° fijo durante todo el año.



Pendiente de invierno: 60°

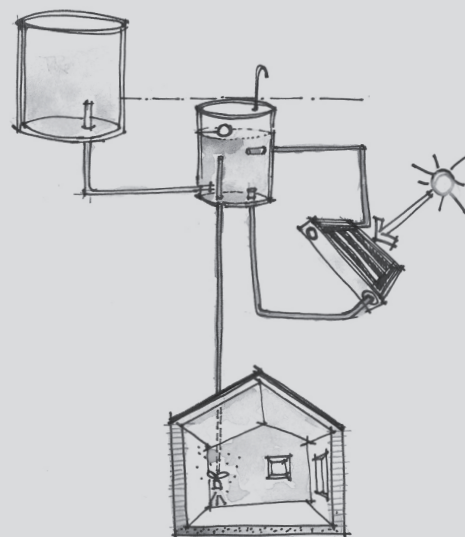
c. Posición del sistema tanque-colector

Sistema con tanque domiciliario existente (TR) y con tanque de acumulación (TA).

Se podrá colocar de dos maneras:

Con un tanque de reserva al mismo nivel que el tanque de acumulación (pueden ubicarse a la altura del techo de la vivienda o en una estructura independiente).

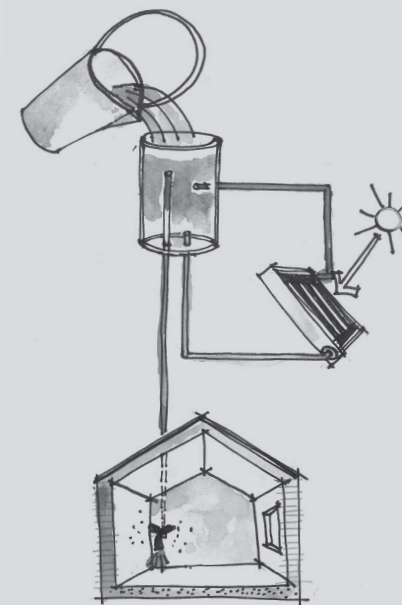
Con un tanque a distinto nivel que el tanque domiciliario (TA). Por ejemplo, donde el tanque de reserva se ubica por sobre el tanque de acumulación. En este caso se necesitará flotante en el tanque de acumulación.



Sistema sin tanque domiciliario (TR) y con tanque de acumulación (TA).

Si no posee tanque en su vivienda, se puede instalar el sistema con tanque de acumulación aislado, el cuál será llenado con agua de forma manual.

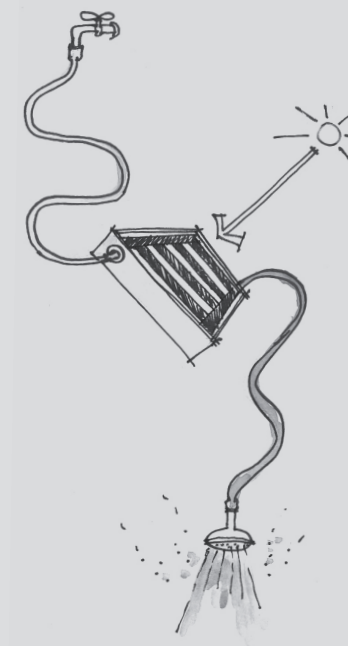
Al final del día, una vez utilizada el agua deseada, se deberá llenar rápidamente el sistema.



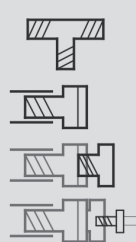

Sistema apoyado en el suelo, sin tanque de reserva (TR) y sin tanque de acumulación (TA).

Colector en el suelo funcionando como acumulador. Luego de la incidencia solar se podrán utilizar los litros de agua caliente acumulados en su interior.

Al final del día, una vez utilizada el agua, se deberá llenar rápidamente el sistema.



Materiales necesarios para la construcción

Parrilla de caños	12 m Caños de Polietileno (Pe) 2" (50 mm). Espesor de caño delgado (2,5 kg). 22 Piezas "T" (Pe) 2" (macho-macho-macho). 4 Enchufe salida (Pe) 2" (macho-hembra). 2 Buje reducción Polipropileno (Pp) 2" (macho) a 3/4" (hembra). 2 Tapones de Polipropileno (Pp) 2". 2 Salida enchufe manguera (Pe) 3/4" (macho-macho). 2 Pasta selladora grande para caños (verde). 1 Rollo de cinta teflón. 5 m Alambre galvanizado o 24 abrazaderas 2".	
	100 Chapa galvanizada N°27 o 28 (ver detalle en pag. 18). 100 Remaches "Pop" 3 mm. 2 m² Vidrio o Pilicarbonato (4 mm o 6 mm). 1 Sellador siliconado. 10 Tornillos auto-roscantes. 3 m² Poliestireno Expandido (Telgopor) de alta densidad (20 kg/m3). Espesor 2,5 cm. 3 m² Papel de aluminio de cocina. 7 ml Burletes de goma o equivalente, ancho 1 cm. 1/2 L Cola vinílica.	
Tanque de acumulación de agua caliente	1 Tanque capacidad 80 litros. 1 Tanque con diámetro 15 cm mayor que el anterior. 1/4 m² Poliestireno Expandido (Telgopor) de alta densidad (20 kg/m3). Espesor 5cm. 4 m² Lana de vidrio. Espesor de 5 cm. 2 Cupla (Pp) 1 1/2" y 1 3/4" (hembra-hembra). 4 Salidas de fondo de tanque (Pp) 2 de 1/2" y 2 de 3/4" 4 Niple (Pp) 2 1/2" y 2 3/4" (macho-macho). Largo 12cm. 2 Llave de paso esférica plastica 1/2" 2 Llave de paso esférica plastica 3/4" 2 Salida enchufe (Pe) para manguera 1/2" (macho) 2 Salida enchufe (Pe) para manguera 3/4" (macho) 1 Espuma de poliuretano 3 m Caño Polipropileno (Pp) 1/2"	

	3 m Caño Polipropileno (Pp) 3/4". 50 cm Caño de cobre u otro material de 1/8 o 1/4 para ruptor de vacío (venteo). 1 Cinta de teflón. 1 Válvula de retención plástica 1/2" (hembra).
Instalación	2 m Mangueras 3/4". gl Manguera o cañería 1/2" + uniones en función de la ubicación del sistema en la vivienda. gl Aislación térmica con envoltura aluminizada para caños de 1/2" o 3/4" o equivalente. 1 Cinta de teflón. gl Alambre galvanizado o 6 abrazaderas 1 1/2". 50 Precintos plásticos (largo 15cm) o atadura equivalente.
Herramientas	1 Morsa o prensas en banco de trabajo. 1 Sierra. 1 Lima redonda o lija. gl Elementos para sujeción y soporte de piezas (tacos de madera). 1 Martillo. 1 Pistola de calor o agua caliente a 90 ° C. (temperatura constante). 1 Llave francesa. 2 Pinza y pinza pico de loro. 1 Alicata. 1 Destornillador. 1 Taladro y mechas para metal. 1 Mecha copa o sacabocado y maza (diámetro 3"). 1 Cutter o trincheta. 1 Remachadora o "popera". 1 Tijera para cortar chapa. 1 Punzón para marcar chapa. 1 Terraaja (para hacer roscas a caño Pp). 1 Cinta métrica y tizas para medir. 1 Tenaza.



Parrilla de caños (superficie absorbedora)

Se plantea como primer paso, el armado de la parrilla de caños (superficie absorbedora) de Polietileno de 2 m².

Esta variante es económica y sencilla de construir en relación a otros materiales utilizados en el mercado.



Medir y cortar con una sierra las siguientes piezas:

11 piezas de caño de 2 pulgadas de diámetro y 82 cm de largo.

24 piezas de caño de 2 pulgadas de diámetro y 10,5 cm. de largo.



Lijar los bordes interiores cortados de las piezas para facilitar las conexiones a presión.



Armado de la pieza base.

A un caño de 82 cm, unirle una pieza "T" en cada extremo. Armar 11 piezas iguales.

A 12 de esas piezas base colocarle un caño de 10,5 cm en un extremo libre de cada "T".



Para asegurar una buena unión entre piezas "T" y caños, se debe colocar sellador verde en los extremos de cada "T" y utilizar pistola de calor o agua caliente para ablandar y enchufar correctamente los extremos de cada caño.

Recomendaciones

Para el manejo adecuado de los materiales, es aconsejable la utilización de una morsa o prensa para la sujeción de las piezas.

El corte con sierra debe ser perpendicular al caño. Utilizar siempre guantes de trabajo.

Al comprar los elementos necesarios para la parrilla (piezas de Pe y PP), es aconsejable utilizar productos de la misma marca, para evitar diferencias de tamaños y espesores.



Unir de igual manera las 12 piezas formando la parrilla del calentador.



En los 4 extremos colocar 1 caño de 10,5 cm, y una pieza enchufe-rosca hembra de 2 pulgadas de polietileno.

Colocar previamente sellador verde en todas las uniones.

Ajustar todas las uniones con abrazaderas o alambre y pinza.



Se tienen entonces cuatro extremos.

Dos salidas opuestas en diagonal, se cierran con tapones de polipropileno (PP) macho de 2 pulgadas.



En las dos restantes se colocarán las reducciones de 2 pulgadas a 3/4", preparando así las conexiones de salida y entrada de agua de la placa colectora para conectar al tanque.

Para dejar listas la conexiones a tanque se deben colocar una rosca-enchufe a manguera. En cada salida utilizar teflón para asegurar su sellado.

Prueba Hidraulica

- Realizar una prueba hidráulica para verificar que no haya pérdida de agua.

- Esta se realiza conectando una manguera en uno de los extremos del colector y cargando toda la parrilla con agua.

- Se debe someter la parrilla a una presión mínima equivalente al doble de la altura del tanque de acumulación.

- Si llegara a perder por alguna rosca se deberá descargar y reparar.



Construcción de la caja metálica

Adquirir las siguientes piezas de chapa galvanizada N° 27 o 28.

Caja:

- 1 plancha de 1.00 x 2.00 m
- 2 laterales (perfil "U") de 2.00 x 0.10 x 0.03 m
- 2 laterales (perfil "U") de 1.00 x 0.10 x 0.03 m
- 2 refuerzos (perfil "L") de 0.015 m x 0.015 m x 1.00 m

Tapa:

- 2 laterales (perfil "L") de 1.06 x 0.03 x 0.03 m
- 2 laterales (perfil "L") de 2.00 x 0.03 x 0.03 m
- 2 refuerzos (perfil "L") de 1.00 x 0.015 x 0.015 m
- 1 placa de policarbonato de 2.00 x 1.00 m

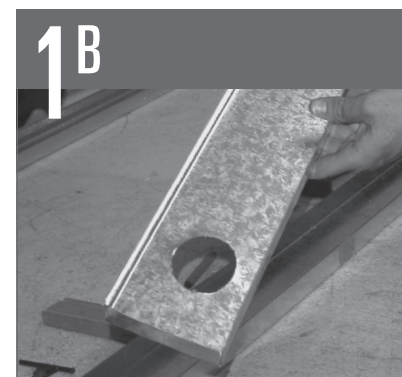


Perforar los dos extremos de las piezas laterales de 1 metro, haciendo un orificio mayor a 8 cm para permitir las salidas del colector.

Antes de hacer el agujero, verificar la distancia entre las salidas de la parrilla.

En el fondo de la caja colocar una plancha de telgopor de 2,5 cm.

Realizar el agujero con alguno de los siguientes métodos:



Método 1: hacer un agujero de diámetro mayor con una sierra para cortar metal y con la misma calar la chapa respetando el diámetro de 7,5 cm.

Método 2: fijar la chapa sobre un taco de madera, y con un corta fierro, cortar por secciones respetando el diámetro de 7,5 cm.

Método 3: hacer un agujero con un taladro provisto de una mecha "copa" de 7,5 cm de diámetro.

Luego emparejar y redondear con lima redonda o 1/2 caña.

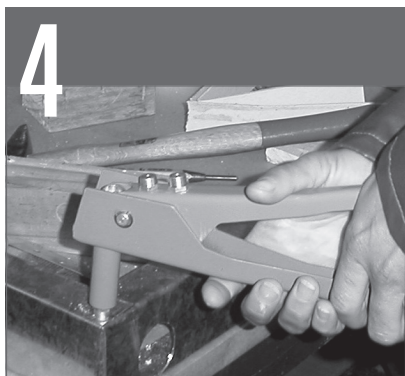


Armar la caja con la plancha metálica del lado interior del perfil "U" y 3 laterales, ya que será necesario dejar abierto uno de los laterales de 1 metro, para colocar posteriormente la parrilla.



Colocar el sellador siliconado en todas las uniones entre chapas y limpiar el material sobrante.

Las uniones deben quedar estancas para evitar infiltraciones de agua de lluvia.



Marcar y perforar con taladro eléctrico las partes y unir las utilizando remaches tipo "POP":

Remachar la plancha y los laterales cada 10 cm. aproximadamente.

Colocar remaches en el extremo de cada ángulo de unión superior (3 en total).

Colocar en cada vértice 2 remaches (8 en total).

Colocar en la base los dos refuerzos, dividiendo la superficie en tres partes iguales.



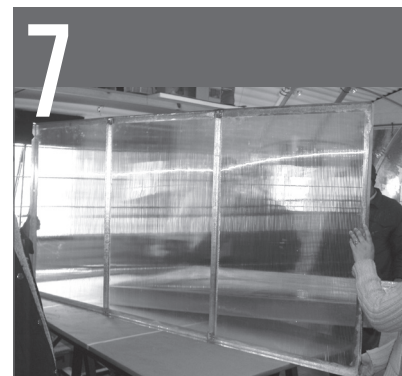
Forrar el interior de la caja con las planchas de poliestireno expandido ("telgopor") en el orden que se sugiere en la figura.

Se utilizarán 2 planchas de 1m x 1m para la base y una tercera de 1m x 1m para la obtención de los laterales:

*2 laterales de 0,95 x 0,075 m
4 laterales de 1,00 x 0,075 m.*



Recubrir toda la superficie interior con el papel de aluminio u otro material similar (*lámina reflejante*), la cual se pegará al telgopor con cola vinílica.



Para armar la tapa.

Doblar los extremos de cada perfil "L" de 1,06 formando aletas de 3 cm para la fijación en las esquinas.

Unir los 4 perfiles "L", remachando sus extremos.



Si se utiliza policarbonato, hacer calzar la plancha en los laterales, previa colocación del pegamento siliconado, sellar y dejar secar. Remachar todo el perímetro y colocar los 2 refuerzos "L" sobre el policarbonato, dividiéndolo en tres partes iguales.

Recordar que el policarbonato tiene un lado que debe orientarse al sol (indicado en el producto).

Si se realiza con vidrio, primero colocar dos refuerzos "L" dividiendo en tres partes iguales, y luego colocar las tres partes de vidrio, previa colocación del pegamento siliconado, dejando secar.

Colocar burlete para asiento de la tapa o sellador.



Armado del colector

En este paso se realizará la finalización del colector propiamente dicho.

Para ello se colocará la parrilla absorbente, construida anteriormente, dentro de la caja aislada y se sellará para evitar las infiltraciones de aire y el ingreso del agua.

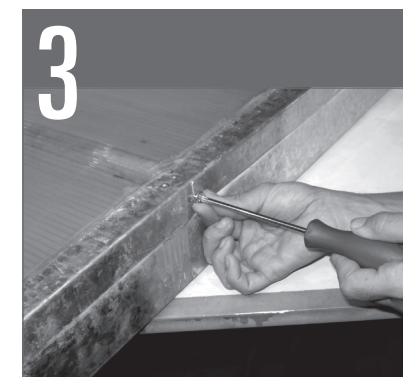


Colocar la parrilla en la caja por el lateral libre y apoyarla sobre tacos de madera en el lado longitudinal.



Colocar el lateral faltante y cerrar con tornillos auto-roscantes o remaches "POP". Completar con la aislación lateral.

Verificar que las conexiones a tanque de la placa colectora y los agujeros de la caja (7.5 cm) estén alineados.



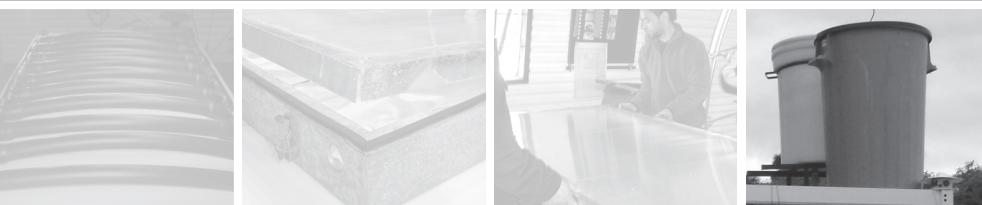
Cerrar la caja con la tapa utilizando tornillos auto-roscantes.

Se proponen dos tornillos en las caras cortas y tres en las largas, como mínimo.

Recomendaciones

La caja armada debe quedar totalmente estanca a la entrada de aire y agua de lluvia, para lo cual deben sellarse correctamente todas las juntas de unión.

La caja puede realizarse con otros materiales como terciado fenólico (pintado para protegerlo de la intemperie), o perfiles de aluminio. Variando el precio y su duración.



Armado del tanque de acumulación

Se plantea el armado del Tanque de Acumulación, donde se realizarán los agujeros por el cual se introducirá la cañería para la entrada y salida del agua caliente desde el colector y, finalmente, hacia la vivienda.

La utilización de dos tanques (uno interior y otro exterior), es para evitar las pérdidas de calor del agua que se utilizará para el consumo personal.

Cabe destacar que la posición del Tanque de Acumulación puede ser vertical (como se muestra en la foto), como horizontal (acostado), dependiendo de las posibilidades de construcción de cada familia.



Realizar 4 agujeros en cruz (según ejes perpendiculares), ubicados a la misma distancia del centro de la base de los dos tanques.

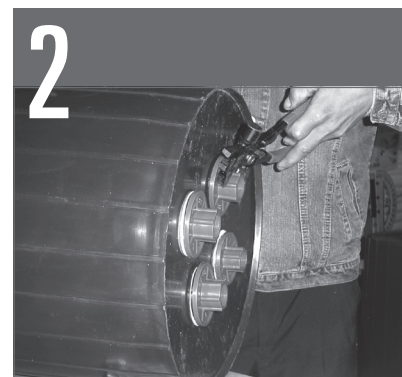
Es muy importante que coincidan los agujeros del tanque interior y exterior.

Los agujeros serán:

2 de 3/4". Entrada y salida de colector.

1 de 1/2". Entrada de agua fría desde el tanque de reserva de agua o canilla.

1 de 1/2". Salida de agua caliente a la vivienda desde el colector.



Colocar en el tanque más chico las cañerías en el fondo de tanque.

Colocar sellador y cáñamo para evitar infiltraciones. Ajustar bien.



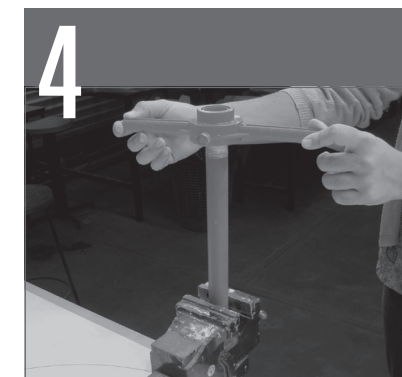
En el interior del tanque más chico, colocar un cupla hembra-hembra en salida de fondo de tanque de 3/4" y otro en la de 1/2".

Estas corresponden a la entrada de agua caliente desde el colector y a la salida de agua caliente hacia la vivienda, respectivamente.

Se colocarán en los nipples los siguientes caños de Polipropileno:

1 caño 3/4" sección, largo = longitud 1/3 tanque.

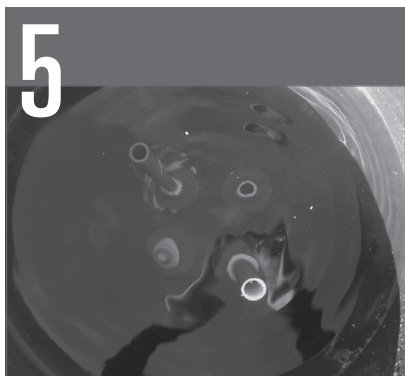
1 caño 1/2" sección, largo = longitud 1/2 de tanque.



Realizar las roscas con terraja en uno de los extremos de cada caño.

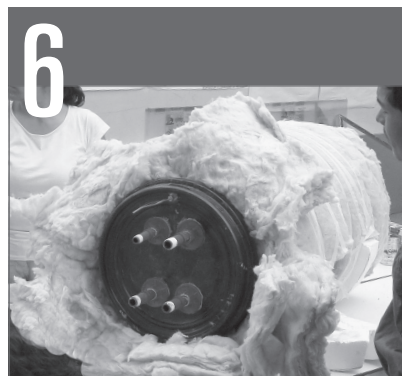
Luego, recubrir la rosca con cinta de teflón y enroscar a nipple correspondiente.

Colocar la válvula de retención en la salida de tanque correspondiente a la entrada de agua fría.



Luego de haber dejado secar las conexiones del tanque 24 horas, llenarlo para realizar la prueba hidráulica.

Si no existen pérdidas se puede proseguir, si no es así, deberá repararse la falla.



Envolver el tanque más chico con lana de vidrio con un espesor de 5 cm o mayor. Atar con alambre.

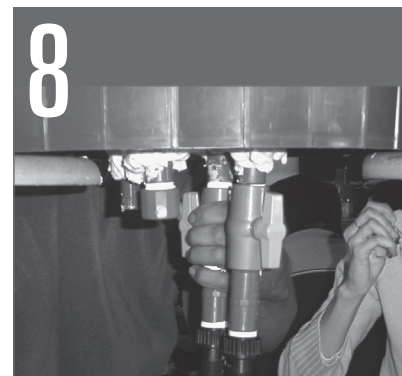
En la base colocar un disco de telgopor del mismo diámetro que el tanque, y de un espesor de 5 cm, previamente agujereado, en coincidencia con las 4 salidas.



Encastrar ambos tanques.

En todas las roscas, previamente colocar cinta de teflón.

Aislar con espuma de poliuretano las cuatro bajadas.



Colocar en las cuatro bajadas llaves esféricas y en éstas, las 4 conexiones para manguera (roscas - enchufe).



Realizar en las tapas de los tanques un "venteo" (*Ruptor de vacío*) mediante un pequeño orificio y colocar un caño de cobre u otro material de 1/8" o 1/4" de sección.



Cerrar el tanque interior con su tapa. Aislar la superficie del mismo colocando nuevamente, lana de vidrio.

Cerrar la tapa del tanque exterior fijándola con tornillos autorroscantes.

Recomendaciones

La lana de vidrio debe permanecer seca, de lo contrario pierde su capacidad aislante.

Cuando se manipule la lana de vidrio usar barbijo y guantes.

Cuanto mayor espesor de aislación térmica tenga el tanque, más tiempo se mantendrá el agua caliente.



Armado total del sistema

Elementos:

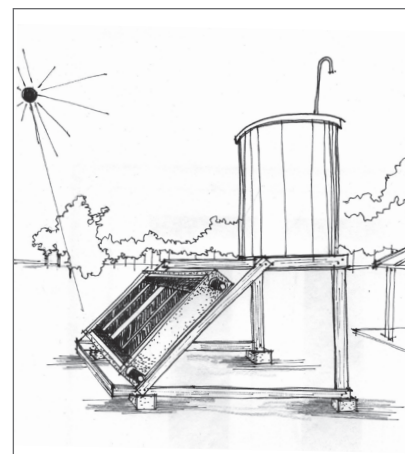
Tanque de reserva de agua de la vivienda.

Tanque de acumulación de agua caliente.

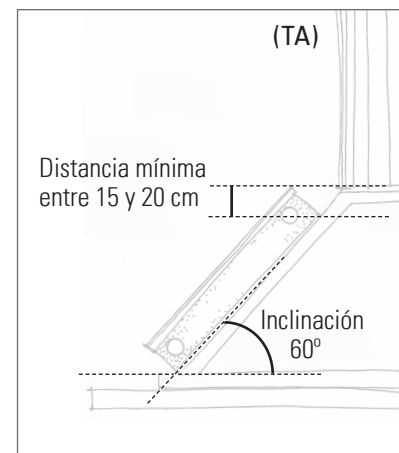
Calentador de agua.

Estructura de apoyo del calentador y del tanque de acumulación.

Conexiones de agua.

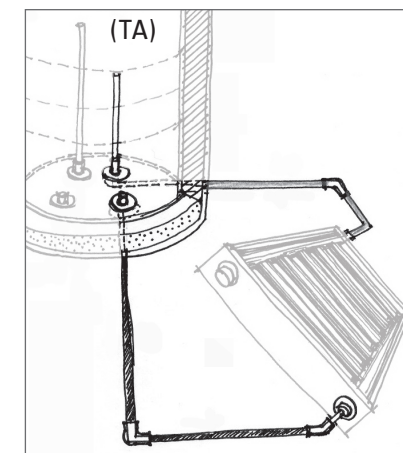


En una estructura, colocar el colector inclinado, a un ángulo de 60° para la región de La Plata, orientado al Norte, evitando que reciba sombras y vientos.

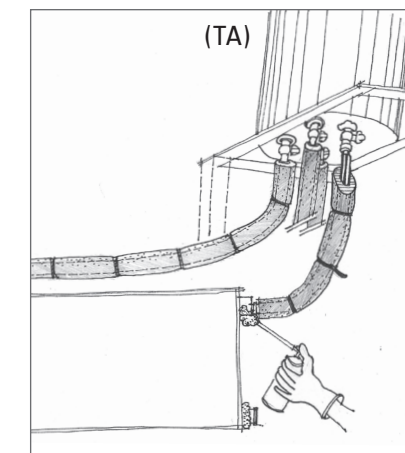


Ubicar el tanque de acumulación a una distancia de 15 a 20 cm entre el fondo del tanque (TA), y la parte superior del calentador.

Inclinación: 60° / Distancia de 15-20 cm.



Conectar con mangueras el calentador al tanque de acumulación.



Antes de hacer la conexión, aislar todas las mangueras con aislación para caños sujetándolas con los precintos plásticos.

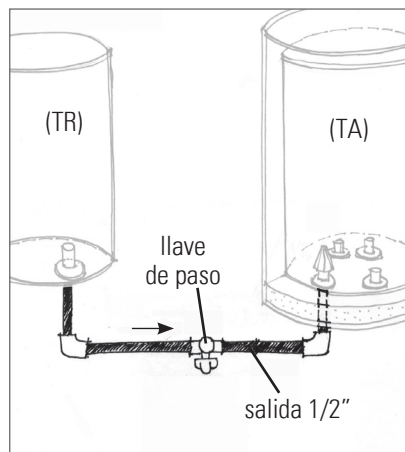
Proteger el espacio libre entre las salidas de agua del calentador y los agujeros de la caja con espuma de poliuretano.

Recomendaciones

Llenar el tanque de agua y asegurarse que no existan pérdidas.

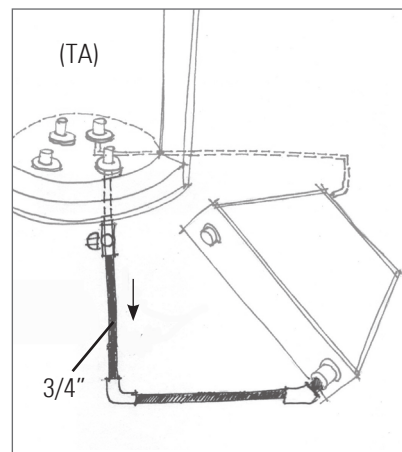
Si existieran, reparar antes de colocar la espuma de poliuretano en las uniones.

Todas las cañerías y uniones deben quedar debidamente cubiertas con la aislación térmica correspondiente para evitar que el agua pierda calor.

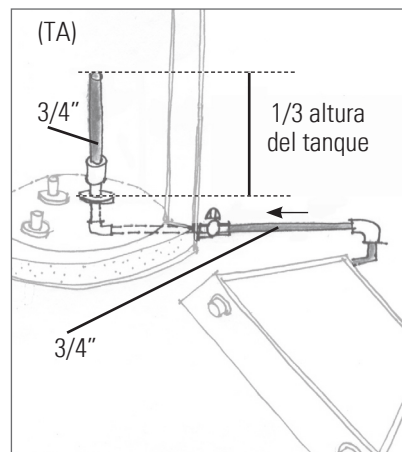


Realizarlo de la siguiente forma:

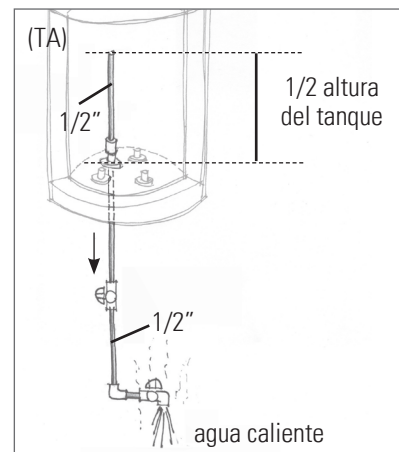
Conectar el caño o manguera que trae agua fría del tanque de reserva de la vivienda (TR) con la conexión correspondiente a la entrada de agua fría del tanque de acumulación (TA) (salida de 1/2").



Conectar la manguera desde salida de 3/4" (agua fría) desde el (TA) a la llegada inferior del calentador



Conectar la manguera desde la salida superior de 3/4" del calentador (agua caliente) a la salida del (TA) con prolongación de caño de la mitad de la altura del tanque (1/3 de de altura del tanque).



Conectar la manguera desde la salida de 1/2" del (TA) a la vivienda (prolongación 1/2 de altura del tanque).

Esta conexión es para la llegada de agua caliente a la vivienda.

Recomendaciones de uso

- **El sistema nunca debe quedarse sin agua. No olvide tapar el calentador con una manta cuando éste no contenga agua en su interior. De lo contrario, el mismo levantará alta temperatura y podrá deformarse o romperse los caños.**

- **Recuerde que el agua alojada en el sistema se calienta durante todas las horas de sol. Entonces el mejor momento para utilizar el agua será por la tarde o noche. Si se utiliza el agua a primeras horas de la mañana considere que ésta habrá perdido cierta temperatura durante todas las horas frías de la noche.**

- **Este equipo funciona de acuerdo con los cambios que se producen en el ambiente, es por eso que se recomienda que los días nublados, se reduzca el uso de agua caliente. En estos días la producción de agua caliente será mucho menor.**

- **La cubierta del calentador, policarbonato o vidrio, está expuesta a las inclemencias del clima. Se recomienda sacar el polvo de la superficie para que esto no evite el correcto paso de la radiación solar hacia el interior de la caja. En caso de que se deteriore, se recomienda su recambio.**

- **Es conveniente hacer un uso racional del gasto familiar de agua caliente, evitando por ejemplo la pérdida de agua por canillas rotas o mal cerradas.**

- **Si el equipo no es utilizado por tiempo prolongado, se recomienda cubrirlo con una manta para evitar daños en el sistema. Por otro lado, si hay días con riesgo de congelamiento, se recomienda vaciar el sistema para evitar que el agua al congelarse haga presión sobre la cañería y esta se rompa.**

- **Utilizar el agua sólo para el lavado y el aseo personal.**

3

Principios básicos de funcionamiento de los sistemas pasivos para mejorar la vivienda

Cómo funcionan los colectores solares planos?

La energía solar que recibe la superficie de la tierra puede ser captada por sistemas llamados “colectores solares” o comúnmente llamados “calentadores solares”. La captación de esa energía se logra mediante la transformación de la radiación solar incidente, energía térmica.

Los colectores solares se utilizan para calentar el agua de uso doméstico, pudiéndose obtener temperaturas que superan los 50 °C (*40 °C es la temperatura necesaria para baño*). Hay diferentes tipos de colectores planos: los de alta eficiencia y alto costo (*alcanzan entre 50° y 100°C y son de producción industrializada, adquiribles en el mercado*); y los de menor eficiencia pero bajo costo (*alcanzan hasta 60 °C y pueden ser fabricados por autoconstrucción*).

En este Manual se desarrolla un tipo de Calentador Solar Plano de Bajo Costo construido con elementos alternativos.

El Colector Solar Plano se compone de una superficie absorbente (*ver página 3*) de la radiación solar, alojada en una caja cubierta con una placa transparente en la parte superior de cara al sol, y aislada en la parte inferior para reducir las pérdidas de calor (principio de conservación de la energía). Cuando la radiación del sol la atraviesa ésta incide sobre la superficie absorbidora cuyo calor es transmitido al agua (*principio*

de transferencia de calor), quedando además atrapado el calor en la caja (produciéndose el principio de efecto invernadero).

El agua calentada en la superficie absorbente asciende por las conexiones hacia el tanque de almacenamiento, el agua caliente se vuelve más liviana que el agua fría y asciende naturalmente; principio de efecto termosifónico. Estos cuatro principios se desarrollarán a continuación.

El rendimiento de estos sistemas solares varía respecto a la ubicación geográfica, a las condiciones del clima local, a la estación del año, a la cantidad de horas de exposición al sol por día, e incluso, a las costumbres de uso.

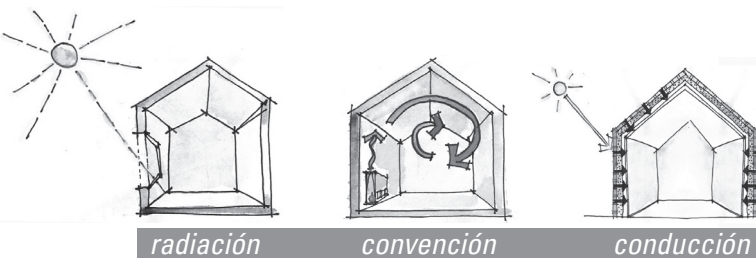
El funcionamiento óptimo del colector se basa en la captación de la máxima radiación solar posible, es por ello que en los días nublados, o en época invernal donde el sistema tiene que estar expuesto a bajas temperaturas, y menor radiación del sol, la recuperación del sistema, respecto al calentamiento del agua, es mínima e incluso nula.

Principio de Transferencia de Calor

La transferencia de calor es un proceso por el cual se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos, o entre diferentes partes de un

mismo cuerpo que están a distinta temperatura. El calor se puede transferir mediante convección, radiación o conducción. Por ejemplo: el calor se transmite a través de la pared de una casa por conducción, el agua de una cacerola situada sobre un quemador de gas se calienta por conducción y convección, ya que el agua fluye y tiene movilidad de intercambio de energía.

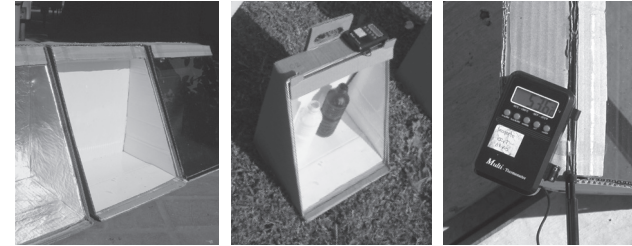
La Tierra recibe calor del Sol por radiación. La radiación solar puede calentar aire y otros fluidos. Para transferir el calor del sol a un fluido, es conveniente que éste tenga alta capacidad calorífica, o sea que al tomar el calor, acumula más energía. El fluido natural con mayor capacidad calorífica es el agua, con 4186 J/°C Kg. Entonces ella puede tomar el calor que absorbe un caño negro si se la hace circular a través de él.



Como podemos comprobarlo?

Solo basta tocar el agua que sale de una manguera expuesta al sol, si es negra, más caliente saldrá. Dependerá de la "absortancia" de la superficie. Por ejemplo, si construimos dos cajas de cartón que contengan el mismo volumen de aire, y en una de las caras se coloca un vidrio inclinado a 60°, se podrá comprobar la incidencia de la radiación solar en las superficies. Ambas se diferencian

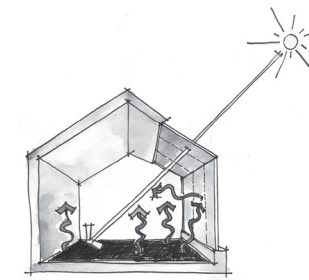
en el color de la superficie de las cajas, una será de color negro y otra blanco. Si colocamos una botella negra y otra blanca, se verificará que se calienta más el agua de la botella negra. Se mide la temperatura con un termómetro al iniciar la experiencia y luego de dejarlas un tiempo al sol.



Como conclusión se observa que las botellas negras son las que levantan más temperatura. La botella negra dentro de la caja blanca, recibe más radiación porque el color hace que la misma refleje en las paredes de la caja e incida sobre la botella. En el caso de la caja negra, ella misma absorbe la radiación y no tanto la botella.

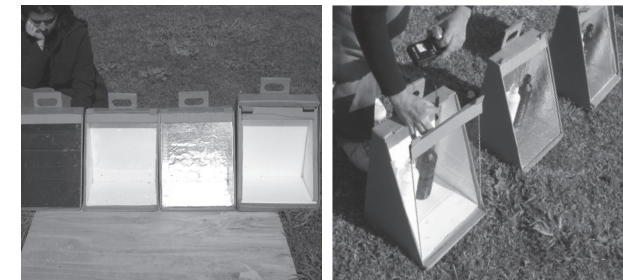
Principio de Efecto Invernadero

Todos los cuerpos, por el hecho de estar a una cierta temperatura superior a cero emiten una radiación electromagnética, que se traslada en el vacío. El principio de efecto invernadero se produce cuando la energía solar de onda corta (es decir, frecuencia más alta) atraviesa una superficie transparente y es absorbida por un cuerpo negro. Este cuerpo que absorbió la energía, cambia su estado térmico, se calienta. De esta manera, irradiará también longitudes de onda larga, las cuales no pueden atravesar el vidrio y quedan atrapadas.



Como podemos comprobarlo?

Se utilizarán tres cajas de cartón del mismo volumen de aire que las anteriores. Se proponen tres colores: una caja negro mate (*mayor absorción*), otra caja blanco brillante (*mínima absorción*) y otra con superficie aluminizada (*máxima reflexión*). Se colocan las cajas al sol y se inicia la medición de la temperatura del aire interior cada cinco minutos. El aire en el interior de las cajas comenzará a elevar su temperatura por el calor atrapado (*Efecto Invernadero*).



Qué pasó en el interior de las cajas?

Como conclusión se observa que el aire en el interior de las tres cajas ha elevado su temperatura porque el vidrio no deja salir el calor atrapado. La caja pintada de color negro (*oscuro y sin brillo*) es la que obtiene mayor temperatura, ya que éste absorbe más calor que una brillante y clara.

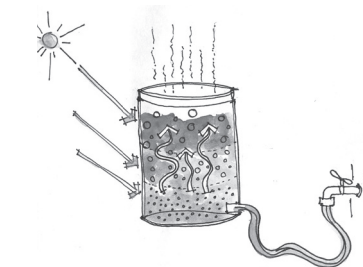
Principio de Efecto Termosifónico

Cuando el agua se calienta, asciende debido al cambio de densidad (*se vuelve más liviana*). En el caso de un sistema de calentamiento de agua solar, el agua calentada por el sol, asciende hasta ingresar en un tanque acumulador y se ubica en el nivel superior de dicho tanque.

El agua fría desciende hasta la parte baja del depósito, pasando al calentador, produciéndose de esta manera, la circulación natural del agua.

La circulación natural se produce por la diferencia de temperatura del agua que se encuentra entre la salida del calentador (*agua más caliente*) y la salida del depósito (*agua más fría*), y por la distancia entre el punto medio del depósito y el punto medio del calentador.

Cuanto mayor sea esta diferencia, más fácil se producirá la circulación del agua.



Como podemos comprobarlo?

Para verificar cómo el agua caliente asciende por diferencia en la densidad del fluido, podemos armar un pequeño sistema que trabaje por calentamiento solar.

Se arma con un bidón de agua, apoyado en

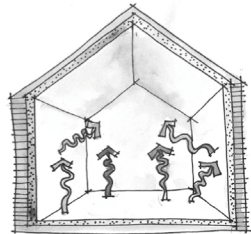
una base resistente que lo mantenga inmóvil, conectado por medio de una manguera a una superficie absorbidora (*por ejemplo, caño negro*) por la cual circule agua.

Se coloca al sol. Al calentarse, el agua ascenderá hacia la parte superior del tanque. Para comprobarlo podemos inyectar en la parte inferior de la manguera tinta de color y ver después de unos minutos como empieza a salir por la parte superior del caño.

Comprobamos de esta manera, que la tinta asciende, ya que el agua caliente con menor densidad tiende a subir, empujándola.

Principio de Conservación de la Energía

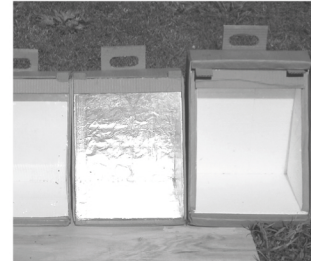
Para conservar el calor absorbido por radiación, es necesario utilizar materiales aislantes, que eviten la pérdida de calor, en las caras que no miran al sol. Por ejemplo en una vivienda, puedo ganar calor por las ventanas y conservarlo dentro, por paredes y techo. Cuanto más aislados estén estos elementos, más se conservará el calor en la vivienda.



Un material es más aislante cuando contiene más cantidad de aire retenido en pequeños recintos. Por ejemplo el poliestireno expandido, poliuretano, lana de vidrio, resinas fenólicas, son buenos aislantes.

Como podemos comprobarlo?

Si necesitáramos calentar un volumen de aire y quisiéramos conservar ese calor, podríamos usar como estrategia para lograrlo, una caja que posea el mismo volumen de aire que las anteriores, pero con una capa adicional de 2,5 cm de poliestireno expandido (aislante) en las caras que no miran al sol.



Como conclusión, la caja aislada tarda un poco más en levantar la temperatura. Pero al cabo de un tiempo, la temperatura de la caja sin aislar disminuye y la temperatura de la caja aislada se mantiene. Esto se logra porque los materiales aislantes disminuyen considerablemente el paso del calor por conducción hacia el exterior.

PROYECTO

“Desarrollo tecnológico para la mejora del hábitat de productores rurales de escasos recursos. Sistemas tecnológicos alternativos sustentables y apropiados, de calentamiento solar de agua y aire, de bajo costo, para la vivienda rural.”

Ministerio de Economía y Producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. PROINDER. (2009 -2011)

Dirección

Dr. Arq. Gustavo San Juan

Equipo de investigación

Arq. Victoria Barros (Becario CONICET)
Dr. Ing Carlos Discoli (Investigador CONICET)
Dra. Arq. Graciela Viegas (Becario CONICET)
Arq. Jéscica Esparza (Becario CONICET)

Colaboradores

Arq. Carla Ruótolo, Arq. Amparo Arteaga, Arq. Laura Garganta, Sr. Juan Carlos Arévalo, Sta. Ana Güimil, Arq. Martín La Mónica, Arq. Federico Pérez

Diseño

DCV Héctor Aldebrando Ungurean - www.udiseno.com.ar

Corrección texto

Gustavo San Juan / Victoria Barros / Graciela Viegas

Impresión

SERVICOP

El equipo del IIPAC agradece el envío de observaciones y sugerencias para el enriquecimiento del presente manual.

Teléfono FAU/UNLP: (0221) 423-6587/ 90 interno: 250-31

Más detalles en:

www.fau-lambda.blogspot.com

www.iipac.unlp.edu.ar

Más detalles en: www.energiayambiente.com.ar