

CALENTADORES SOLARES DE AGUA (Calentadores de caja)

Introducción

Muchos lectores nos solicitan planos para la construcción de un calentador solar que satisfaga sus necesidades. Una respuesta práctica es imposible, ya que se desconocen varios factores de diseño. Entre ellos, la necesidad del usuario, el tipo de cañería que va a utilizar, donde ubicará el calentador (peso del agua), así como la posibilidad de conseguir, en donde vive, algunos de los materiales críticos o semi-críticos, como el tanque del calentador solar, el material para la aislación de la caja, o el vidrio de la parte asoleada.

Es por ello que, para ayudarlo a abordar el problema hemos decidido incorporar este escrito, el que tratará de guiarlo a resolver su problema. Sin embargo, el lector debe estar preparado a aceptar un mínimo de experimentación personal y el uso de su ingenio (o el de los amigos) para poder resolver los problemas que se le presenten.

La información dada en la páginas en español son la traducción de las correspondientes en inglés, las que toman en cuenta los materiales, el tipo de construcción y la existencia de un tanque de reserva como se usa en los EEUU.

CALENTADO CONVENCIONAL DE AGUA PARA USO DOMESTICO

En sistemas convencionales (no-solares) existen dos maneras de calentar el agua. Uno utiliza un aparato (eléctrico o a gas) que se activa cuando se requiere agua caliente y cesa de calentar cuando se interrumpe el paso para el agua caliente. Estos sistemas, llamados calentadores por demanda, son comunes en Latino-América, y recientemente están siendo “descubiertos” en los EEUU.

El otro calienta una cantidad substancial de agua, en general 40 galones (algo más de 150 ltrs) de agua a una temperatura fija, la que está regulada por un sensor termostático. La temperatura elegida varía entre 105 y 125 °F (40,55 a 51,66 °C). Cuando la temperatura baja por debajo del valor fijado, se activa un quemador para restablecerla.

CALENTADOR DE CAJA

Es evidente que un calentador solar para uso doméstico de este tipo **no puede** proporcionar la energía requerida para trabajar como un calentador por demanda **en todo momento**. Si la radiación solar es intensa, existe la posibilidad de usar agua caliente poco después del mediodía solar (altura máxima para el sol), y dejar las últimas horas para recuperar la mayor parte de la energía usada.

El sistema que usa un tanque de reserva acumula en él la energía calórica entregada por el calentador solar de caja, ofreciendo la posibilidad de aislar la parte generadora de la de consumo. A continuación daremos más detalles.

La Figura 1 muestra un calentador solar de caja trabajando con un tanque de acumulación, que, a diferencia de los usados en los EEUU, no tiene un elemento calentador.

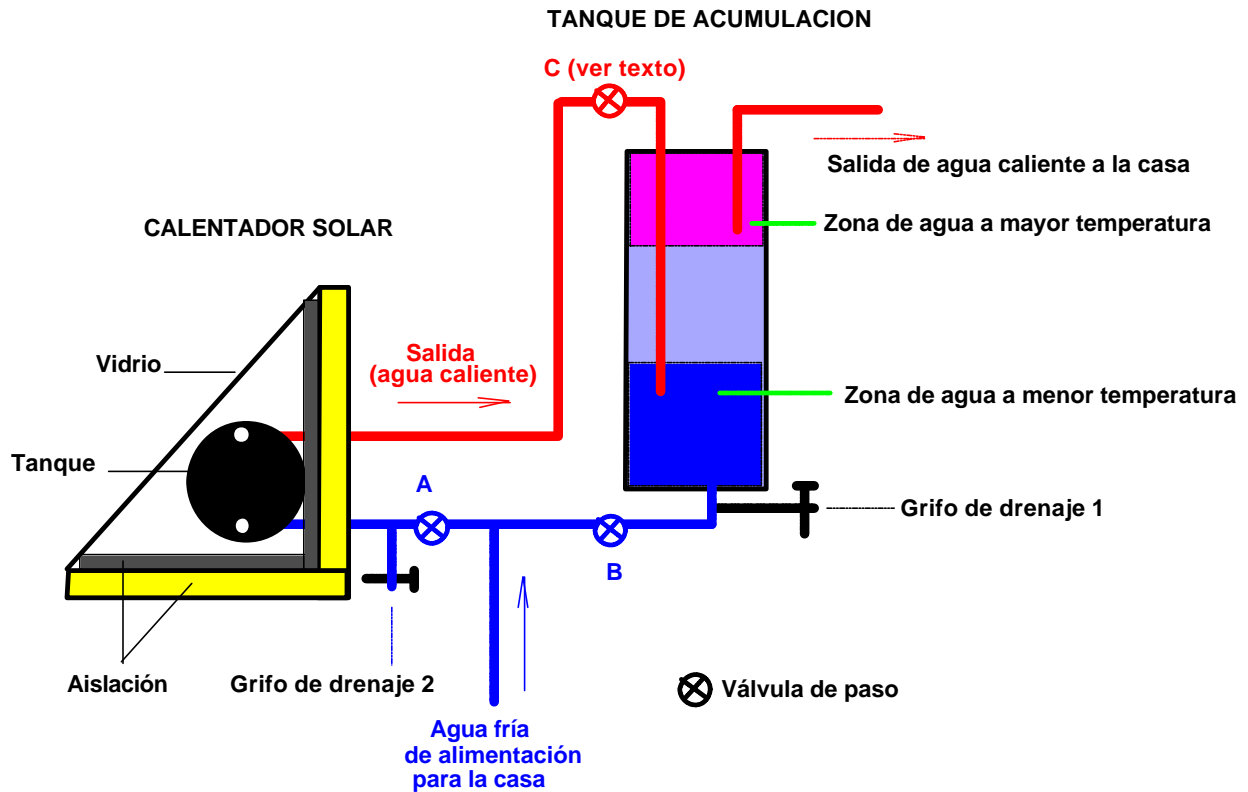


Figura 1- Sistema solar con tanque de acumulación

Válvulas de paso

Cuando se quiere drenar el tanque de reserva, cerrando B y abriendo A y el grifo 1 se fuerza la salida del agua en el sistema, arrastrando los depósitos salinos.

Cuando se quiere drenar el tanque colector, se cierra A y B y se abre el grifo 2. **La caja del calentador solar debe tener inclinación a lo ancho** y el grifo 2 debe estar colocado del lado más bajo. En lugares donde la mínima de invierno llega a -9°C , conviene drenar el tanque cuando la temperatura baja cerca de este valor. Es conveniente que la presión atmosférica ayude al proceso, abriendo un grifo para el agua caliente en la casa.

Normalmente, A y B están abiertas y los dos grifos cerrados.

¿Como funciona?

Si nadie usa agua caliente, la diferencia en densidad (peso) entre el agua fría (más pesada) y la caliente (más liviana) hace que se genere un movimiento termosifón que impulsa el agua caliente del tanque colector hacia la entrada del tanque de reserva, la que será reemplazada por una entrada igual de agua fría.

Al llegar la noche (más temprano en el invierno) el calentador solar cesa de funcionar. Eventualmente, el agua en el tanque del calentador solar se enfría, debido a la radiación de su tanque a través del vidrio. A partir de entonces se establece una transferencia de calor del tanque de reserva al calentador solar. Para evitarla, se puede incorporar una tercera válvula de paso C. Si la pérdida es tolerable, no la necesitará.

VARIACION EN EL DISEÑO

Si el uso de un tanque de almacenamiento resulta muy honeroso para el lector, su eliminación convierte al tanque del calentador solar en un tanque de reserva. El uso de un sistema de este tipo tiene ventajas y desventajas con respecto al anterior

Ventajas

- ☺ Menor costo.
- ☺ Mayor simplicidad.

Inconvenientes

- ☹ Dependiendo del volumen y el momento en que se usa el agua caliente, ésta puede tener, o no, la temperatura deseada.
- ☹ Más vulnerable a los días nublados.

La Figura 2 muestra el nuevo sistema, donde la válvula A está normalmente abierta. Con la acción solar el agua dentro del tanque se estratifica por termosifón. Cuando el agua caliente es usada, un volumen igual de agua fría penetrará el tanque.

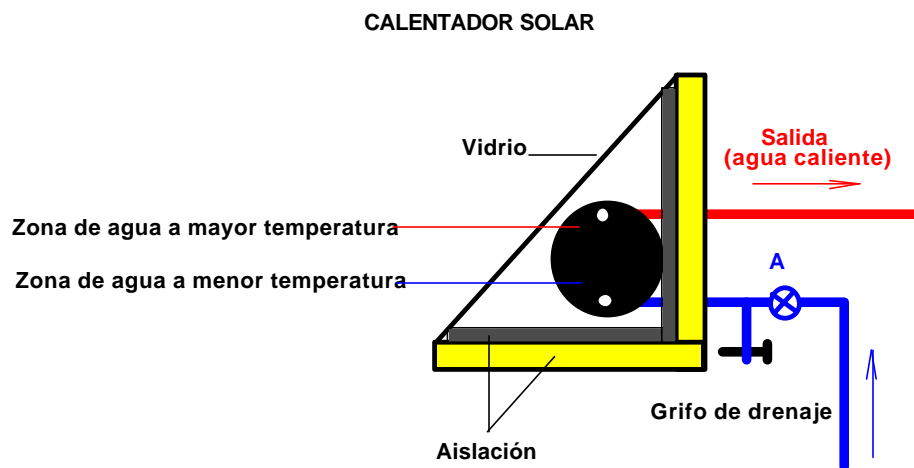


Figura 2- Calentador solar sin tanque de acumulación

ALGO DE FISICA

Para que pueda estimar la temperatura del agua para cada sistema veremos unos elementos de física sencillos de entender.

Definiciones

Para *variar* la temperatura de un litro de agua (= 1Kg) un grado centígrado se necesita una Caloría, es decir:

$$1\text{Cal} = 1 \text{ ltr} \times 1^\circ\text{C de diferencia en temp.}$$

La relación entre el Kwh y la Caloría (Cal) está dado por la expresión:

$$1\text{KWh} = 860 \text{ Cal}$$

Esta relación es importante porque una manera de conocer la energía diaria que recibirá el calentador solar en donde vive, es conocer el valor del día solar promedio, el que está dado en KWh/m² por día. Al respecto, lea el Capítulo 1 del **Manual para Sistemas Fotovoltaicos** que se ofrece en español

Comenzaremos con el sistema con tanque de reserva.

Ejemplo

Asumiremos por el momento que no hay consumo de agua caliente durante el período activo del colector.

Si el día solar promedio durante el invierno es de 5 horas ello significa que su colector ha recibido una energía de 5KWh/m², o 4.300 Cal/m². En la práctica la eficiencia del sistema es del 80% (0,8) de manera que la energía será cercana a **3.440 Cal/m²**.

De la fórmula dada anteriormente para la Cal se deduce:

$$\text{Dif. de temp (}^{\circ}\text{C)} = \text{Número de Cal} / \text{Número de litros}$$

Si asumimos que el tanque de reserva tiene 100 ltrs, el incremento en temperatura será de **34,4°C**. Si la temperatura mínima en el tanque al comenzar el calentamiento se estima en unos 20°C (buena aislación con respecto al exterior y consumo moderado), el agua puede llegar a 54,4°C.

Si el uso del día anterior fué substancial y la temperatura en el tanque sólo alcanza los 10°C, es fácil que se alcance una temperatura de 44,4°C (4 grados sobre el mínimo confortable). Ver nota.

NOTA

La temperatura mínima del agua que resulta confortable para un baño debe exceder unos 3 a 4°C la del cuerpo humano (37°C), de manera que una temperatura entre 40 a 41°C, representa el mínimo requerido. Si el agua alcanza mayor temperatura, se necesita mezclarla con agua fría.

Superficie del vidrio

Estos cálculos ilustrativos han sido hechos asumiendo una superficie colectora de 1m².

Si ésta tiene una mayor superficie, el valor de energía recibida se incrementa proporcionalmente.

Las dimensiones de la superficie del vidrio dadas en la página web equivalen a un vidrio de 1,16 m². **Asumiendo que el vidrio limita la superficie de colección**, este nuevo valor aumenta la energía a colectarse a:

$$1,16 \times 3.440 = 3.990 \text{ Cal}$$

El nuevo incremento de temperatura en el tanque de reserva será de:

$$3.990 / 100 = 39,9^{\circ}\text{C}$$

Este valor es **1,16 veces mayor** que el anterior, como era de esperar. La temperatura máxima en el tanque de reserva oscilará entre 59,9 y 49,9, dependiendo de la mínima que alcance el agua al comenzar el período activo al otro día. Estos valores superan la mínima temperatura de confort entre 19,9 y 9,9°C.

SUPERFICIE COLECTORA

La superficie colectora está determinada por la **superficie del tanque colector expuesta a la radiación solar**. Por eso se utiliza material reflector dentro de la caja y por eso se aconseja que el (o los) tanques colectores, de ser cilíndricos, tengan el menor diámetro posible. Este factor de forma aumenta la superficie expuesta a la radiación.

Use, como guía, 1,16 m² **de superficie colectora** cada 100 litros de reserva, como se usó en el ejemplo.

Sin tanque de reserva

Como antes, asumiremos por el momento que no hay consumo de agua caliente durante el período activo del colector y que el volumen del tanque en el colector solar es de 100 lts como antes. El incremento de temperatura **será el mismo**.

Sin embargo, como este tanque irradia durante la noche, la temperatura del agua al comenzar el período activo al otro día, puede ser mucho más baja que la del tanque de reserva. Si llega sólo a los 5°C, la máxima alcanzará alrededor de 45°C, valor que supera al mínimo confortable en 5 grados.

COMENTARIOS

Lo más probable es que, si no tiene muchas pérdidas o demasiados días nublados, le sobrará el agua caliente en el verano. En los dos diagramas se incorporan grifos para drenar los tanques, necesarios si el agua local tiene muchos minerales en suspensión.

DETALLES DE CONSTRUCCION

Tanque de Reserva

- Note que este tanque puede ser ubicado a un nivel más alto que el calentador solar (~ 30 a 50 cm), ya que existe una presión por termosifón y otra de la línea de alimentación. Además se facilita la salida de agua por el grifo de drenaje 1 cuando tenga que drenarlo.
- La cañería interna a la entrada del tanque de acumulación es más larga que la de salida del agua caliente para la casa (tanque vertical). El propósito es entrar el agua caliente al nivel más bajo posible. Por termosifón el agua se mueve hacia arriba, estratificando la temperatura en el tanque. La más caliente se concentra cerca del tope (salida a la casa).
- Si el tanque de reserva será ubicado fuera de la casa, colóquelo dentro de un cubículo aislado, con una puerta de acceso. En este cubículo puede usar la lana de vidrio como aislante del lado interior de las paredes de madera, entre batientes. Cuide que el lado aluminizado mire hacia el interior para parar la radiación de calor (infraroja).
- Si el tanque puede ubicarse dentro de la casa, coloque material aislante alrededor de su perímetro. Si usa lana de vidrio deje el lado con papel de aluminio para afuera para que no tengan contacto directo con el material aislante. Se vende una ancha cinta engomada (duct tape) que le permitirá sujetar la isolation exterior. Cubra el extremo superior, donde se acumula el agua más caliente.

Cañerías

- NO USE caños de PVC. No resisten la temperatura. Existen los HPVC. Este tipo puede soportar más temperatura. Si puede, use caños de cobre que son fáciles de soldar.
- Cuando tenga una unión de dos metales distintos (par galvánico) el metal más conductor será atacado por la corrosión. Si el caño es de cobre y el tanque de hierro, se consiguen uniones galvánicas (en realidad antigalvánicas) que permiten la solución del problema.

- Minimice el largo de las líneas a fin de evitar la congelación de la líneas, pero no deje de usar aislación, cubriéndolas con un material en forma de tubo. Este tipo de aislación tiene un corte longitudinal para abrirla y permitir rodear la cañería. El diámetro interior varía para cubrir caños de diferentes diámetros.

Caja Colectora

- Recuerde que un litro de agua pesa un kilo, de manera que la estructura de madera debe ser sólida. Además deberá proveer puntos de apoyo para el (o los) tanques colectores.
- Diseñe la caja de manera que se comporte como una caja dentro de otra. Esto le permitirá colocar aislación entre las dos (lana de vidrio o espuma).
- El interior de la caja debe tener aislación (“Styrofoam”) Este material es polietileno extruído con un alto valor de resistencia térmica (R). La Figura 3 muestra el llamado Panel Azul en la parte exterior de una casa, antes de ser cubierto, ya que no resiste la humedad.



Figura 3

- Si en el verano anticipa sol constante, diseñe la caja con una tapa con bisagras. Controlando el ángulo de cierre, podrá reducir la energía solar que llega al tanque colector en el verano. Si agrega papel de aluminio a la parte inferior, podrá aumentar la radiación solar usándola como superficie reflectora en el invierno (sol más bajo).
- Si el material aislante no tiene una superficie reflectora, pegue papel de aluminio a la aislación.
- Si usa dos capas de vidrio (recomendado) limite la separación entre ellas a 1,5 veces el espesor del vidrio. Una separación mayor deja un volumen en donde circulará el aire entre los dos vidrios, ocasionando pérdidas. El mejor vidrio es el que contiene un mínimo contenido de plomo.
- **Selle todas las uniones para evitar pérdidas. Use un sellador que no se deteriore con la alta temperatura.**

- Si no consigue un vidrio grande, puede hacer marcos y colocar vidrios más chicos. La Figura 4 muestra una caja colectora con varios vidrios. Vea como el dueño integró su diseño, de manera que no apareciere como un cajón en frente de ella.



Figura 4- Caja colectora con varios vidrios

- No se olvide de inclinar la caja para permitir el drenaje de la misma, como se explicó anteriormente.

Tanque de colección

- Maximice la superficie colectora, como se explicó anteriormente.
- Lave con agua lavandina los tanques que vaya a usar por higiene y **NUNCA** use recipientes que hayan sido usados para almacenar productos nocivos.
- Si usa dos tanques en serie, recuerde la secuencia: agua fría entra abajo; agua caliente sale de arriba. La salida del 1er tanque se considera agua fría para el 2do.
- Pinte la parte externa del tanque del calentador solar con pintura negra opaca para alta temperatura. Esto aumenta la colección de energía solar. La que se usa en los hornos para asar carne (barbacoa) es adecuada.

Orientación

- Oriente el calentador lo mejor posible. Una línea perpendicular al vidrio deberá formar un ángulo con la horizontal igual o cercano a la de la latitud del lugar más 15°. **Ver Capítulo 1 del Manual para Sistemas Fotovoltaicos.**

MEDICIONES QUE DEBERA HACER

- 1- Su consumo diario
- 2- La mínima temperatura del agua fría en el invierno
- 3- La cantidad de radiación solar

CONSUMO DIARIO

Su valor le ayudará a estimar los volúmenes para el tanque del colector y el de reserva.

En EEUU se calculan que unos 15 a 18 galones (57 a 68 lts) se utilizan en tomarse un baño de lluvia, pero esto asume que la presión en la cañería es elevada y que la cañería tiene un diámetro de ½" (12,7 mm). Es común en otros países que la presión de agua sea muy inferior a la del país del norte. En un viaje reciente a la Argentina en septiembre del 2006 (Buenos Aires) verifiqué que la presión de cañería era *la tercera parte* de la de los EEUU, de manera que el lector deberá usar un balde y un reloj y medir la cantidad de litros/minuto que usa al tomar un baño. Si le resulta difícil controlar el tiempo, el mejor método es medir el volumen entregado en dos minutos y dividir el resultado por dos. La determinación de los litros puede hacerla contando cuántas botellas de ese volumen puede llenar.

Luego deberá estimar el tiempo que toma para su baño. En los EEUU usan 15 a 18 minutos. Ahora puede determinar cuánta agua necesita por baño/por persona/por día.

Si quiere agua caliente para lavar platos y/o ropa, haga la mejor estimación posible para estos consumos, siguiendo el ejemplo del baño.

MINIMA TEMPERATURA DEL AGUA FRIA

Le ayudará a estimar las pérdidas.

Determine, usando un termómetro, la temperatura del agua fría en invierno, ya que toma más energía calentarla. Si tiene un tanque para presurizar la línea de agua fría, como éste no está térmicamente aislado, la temperatura del agua en este tanque es una buena aproximación.

RADIACION SOLAR

Le ayudará a calcular la máxima energía que puede recibir. Recuerde que puede perder hasta un 20%, dependiendo en el cuidado puesto en los detalles.

Use los mapas dados en el **Capítulo 1 del Manual para Sistemas Fotovoltaicos** para estimar el valor de su día solar promedio para el invierno (condición más desfavorable) y cuánto se alarga en el verano.