

## CALENTAMIENTO DE AGUA CALIENTE SANITARIA

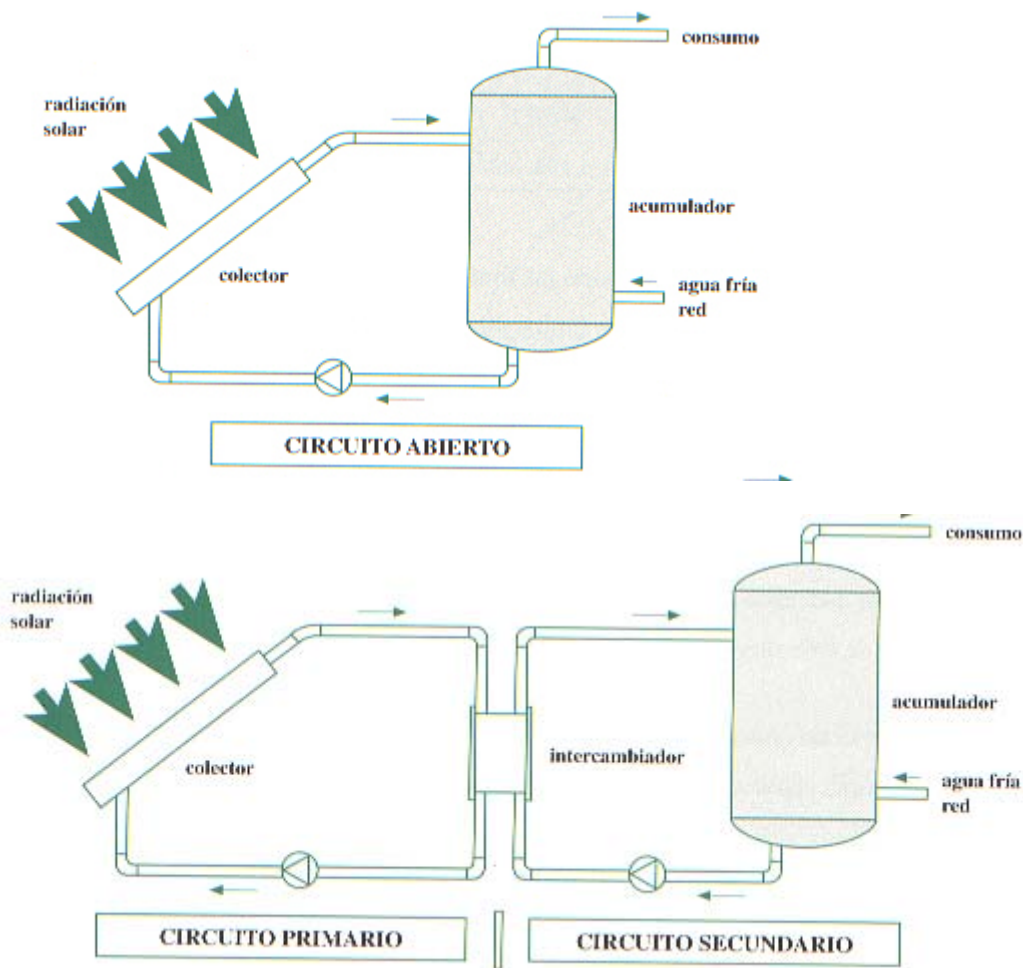
De todas las formas de captación térmica de la energía solar, las que han adquirido un desarrollo comercial en España han sido los sistemas para su utilización a baja temperatura mediante colectores planos sin seguimiento solar.

La aplicación más generalizada es la producción de agua caliente sanitaria (A.C.S.).

El principio de funcionamiento es sencillo, se basa en la captación de la energía solar mediante un conjunto de colectores y su transferencia a un sistema de almacenamiento, que abastece el consumo cuando sea necesario.

Una instalación de energía solar térmica a baja temperatura se compone principalmente de tres subsistemas:

- SUBSISTEMA DE CAPTACIÓN
- SUBSISTEMA DE ALMACENAMIENTO
- SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN



Esquemas de instalaciones solares en circuitos abierto y cerrado

## **SUBSISTEMA DE CAPTACIÓN**

El colector solar es el elemento encargado de captar la energía contenida en la radiación solar y transferirla al fluido a calentar. El tipo de colectores más extendido es el denominado colector solar plano, aunque existen distintos tipos de colectores que, si bien se encuentran en fase comercial o de experimentación, tienen un grado de implantación menor, como son los colectores solares de vacío (muy empleados en países como Alemania y Suiza) y los colectores cilíndrico-parabólicos. Otros elementos de captación, provistos de sistemas concentradores de la radiación, sistemas de seguimiento, etc. son también experimentales y se destinan a aplicaciones de media y alta temperatura.

Los colectores solares planos destinados al calentamiento de agua pueden estar fabricados en distintos materiales (acero, cobre, aluminio, plásticos...) pero están basados siempre en el mismo principio, denominado "efecto invernadero", consistente en captar en su interior la energía solar, transformándola en energía térmica e impidiendo su salida al exterior.

La característica específica de los colectores planos es que carece de cualquier tipo de concentración de la energía incidente; captan tanto la radiación directa como la difusa y carecen de cualquier forma de seguimiento de la posición del sol a lo largo del día.

## **SUBSISTEMA DE ALMACENAMIENTO**

Tanto la energía que se recibe del sol como la demanda de agua caliente son magnitudes que dependen del tiempo y no siempre los requerimientos de ésta se producirán cuando se dispone de suficiente radiación. Por tanto, si se quiere aprovechar al máximo las horas de sol, será necesario acumular la energía en aquellos momentos del día en que ésto sea posible y utilizarla cuando se produzca la demanda.

Lo habitual es almacenar la energía en forma de calor sensible por medio del agua que se pasará a consumo posteriormente. La dimensión de los tanques de almacenamiento deberá ser proporcional al consumo estimado y debe cubrir la demanda de agua caliente de uno o dos días.

Es importante determinar la relación superficie de captación / volumen de acumulación adecuada para nuestra aplicación ya que grandes superficies de captación con volúmenes relativamente pequeños dan lugar a temperaturas de almacenamiento (y de trabajo) más altas, reduciendo la eficiencia de los colectores por otro lado.

Para aplicaciones de ACS, se suele dimensionar unos 60-100 litros por m<sup>2</sup> de superficie de captación.

En el acumulador, el agua tiende a estratificarse por temperaturas debido a las densidades en función de la temperatura, de esta manera, la temperatura en la parte superior del depósito será algo mayor a la de la parte inferior. Es importante potenciar este efecto utilizando depósitos verticales con la altura al menos igual a el doble del diámetro.

El agua que pasa por los colectores se toma de la parte inferior del depósito (zona fría) y retorna a la parte superior (zona caliente) por lo que el rendimiento de la instalación se verá favorecido al trabajar a temperaturas lo más bajas posibles. El agua para consumo se toma también de la zona superior del depósito.

## SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

En este subsistema se engloban todos los elementos destinados a la distribución y acondicionamiento para el consumo:

Apoyo energético: Para prevenir las posibles faltas derivadas de la ausencia de insolación, casi la totalidad de los sistemas de energía solar térmica cuentan con un sistema de apoyo basado en energías "convencionales" (eléctricos, calderas de gas ó gasóleo)

Control

Tuberías y conducciones

Vasos de expansión

Bombas

Purgadores

Válvulas

Etc....

## COLECTORES SOLARES DE TUBO DE VACÍO

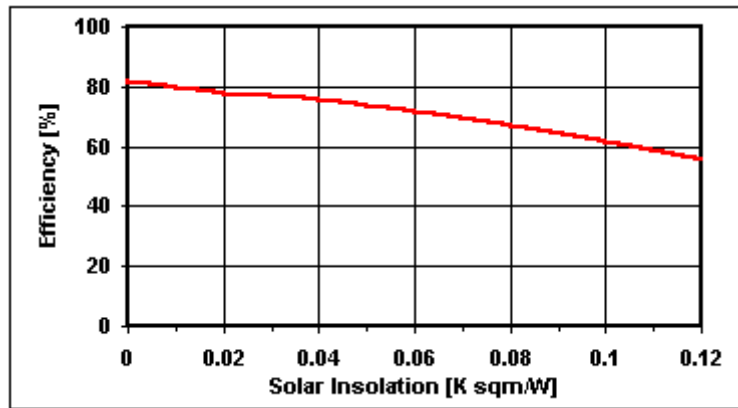
La conversión de la energía radiante del sol en energía térmica lleva asociadas unas pérdidas por radiación, conducción y convección, cuyo efecto es la progresiva disminución del rendimiento a medida que aumenta la diferencia de temperatura entre la placa absorbedora y el ambiente, según se expresa en la ecuación característica del colector.

La cubierta de vidrio (simple o doble), el tratamiento selectivo de la placa y la evacuación del aire en el interior del colector, son técnicas encaminadas a la reducción de las pérdidas en el colector y, en consecuencia, a la mejora de su eficiencia.

En la siguiente tabla se muestran valores típicos de los parámetros característicos eficiencia óptica ( $\eta_0$ ) y coeficiente general de pérdidas ( $U_L$ ), así como el rango normal de temperaturas de trabajo para distintos tipos de colectores:

COLECTOR	RANGO T (°C)	$\eta_0$	$U_L$ (w/°C·m <sup>2</sup> )
Sin cubierta	10-40	0.9	15-25
Cubierta simple	10-60	0.8	7
Cubierta doble	10-80	0.65	5
Superficie selectiva	10-80	0.8	5
<b>Tubos de vacío</b>	<b>10-130</b>	<b>0.70</b>	<b>2</b>

FUENTE: CENSOLAR (CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ENERGÍA SOLAR)



Curva característica de un colector de tubo de vacío, en el eje de abscisas  $X=(T_{\text{colector}}-T_{\text{ambiente}})/\text{Irradiación}$

A la vista de lo anterior, se observa que los colectores de vacío encuentran su principal aplicación en los sistemas de temperaturas intermedias (sistemas de acondicionamiento de aire, procesos industriales, etc.) y en lugares fríos con diferencias elevadas entre la temperatura del colector y la del ambiente; donde la mejora sustancial del rendimiento del sistema puede compensar el aumento de coste debido a su utilización.

Su reducido coeficiente de pérdidas los hace especialmente aptos para el aprovechamiento de la radiación solar difusa, manteniendo un rendimiento aceptable, no sólo a mediodía o en días soleados, sino también cuando el sol está bajo o el tiempo es frío y parcialmente nublado.

El vacío no solo contribuye a la reducción de pérdidas, sino también a minimizar la influencia de las condiciones climáticas (condensación, humedad, etc.) sobre los materiales empleados, evitando su rápido deterioro y mejorando así la durabilidad y el rendimiento global del sistema.

Mediante la aplicación de un vacío “ligero”, en torno a 0.001 atmósferas, se puede conseguir, esencialmente, la eliminación de las pérdidas por convección; mientras que es necesario un vacío “fuerte”, inferior a  $10^{-6}$  atmósferas (<0.1 Pascal), si se desean eliminar también las pérdidas por conducción.

Debido a la presión atmosférica, que produciría fuerzas muy grandes al aplicarse a toda la superficie de la cubierta, y a los problemas técnicos relacionados con el sellado de la carcasa del colector, la construcción de un colector de vacío con la forma de uno convencional de placa plana, entraña gran dificultad.

Sin embargo, la técnica de vacío utilizada por los fabricantes de tubos fluorescentes, entre otros, se ha desarrollado hasta el punto de hacer rentable la producción en masa y la comercialización de sus equipos. Mediante la aplicación de esta tecnología, ha sido posible la construcción de los colectores solares de vacío que se comercializan en la actualidad y el mantenimiento de su elevado vacío (similar al de las lámparas o los tubos de TV). Debido a sus características geométricas, reciben el nombre de colectores de tubos de vacío.

Existen dos tipos de colectores tubulares de vacío, según sea el método empleado para el intercambio de calor entre la placa y el fluido caloportador:

- De flujo directo.
- Con tubo de calor (heat pipe)

Además del vacío en los tubos, estos colectores poseen un recubrimiento altamente selectivo de las superficies absorbentes, mejorando todavía más su rendimiento.

## **COLECTORES DE VACÍO CON TUBO DE CALOR**

En éste tipo de colectores el intercambio de calor se realiza mediante la utilización de un tubo de calor cuyo funcionamiento se describe a continuación.

### ***El tubo de calor:***

El tubo de calor consiste en un tubo hueco cerrado por los dos extremos, sometido a vacío y con una pequeña cantidad de un fluido vaporizante (mezcla de alcohol) en su interior.

Cuando se calienta la parte del tubo donde se encuentra el fluido, éste se evapora absorbiendo el calor latente de vaporización.

Este vapor se desplaza hasta alcanzar la parte del tubo que se encuentra a menor temperatura, produciéndose allí su condensación y la consiguiente liberación del calor latente asociado a este cambio de estado.

El líquido retorna por capilaridad o debido a la acción de la gravedad (caso de los colectores solares) y el ciclo de evaporación-condensación se repite. Los tubos de calor son considerados como los “superconductores” del calor, debido a su muy baja capacidad calorífica y a su excepcional conductividad (miles de veces superior a la del mejor conductor sólido del mismo tamaño).

El uso del tubo de calor está muy extendido en la industria y, basándose en este principio de funcionamiento se fabrican los actuales colectores de vacío con tubo de calor.

### ***El colector:***

En este tipo de colectores la placa absorbedora de los tubos lleva adosado un tubo de calor. La radiación solar incidente calienta la placa y provoca la evaporación del fluido, absorbiendo calor y transfiriéndolo a la parte superior.

Allí el vapor se enfría (en un condensador especialmente diseñado) al paso del agua fría de la red, cediéndole su calor latente de condensación. El fluido condensado retorna a su posición original en la parte inferior del tubo de calor, debido a la acción de la gravedad, y el ciclo se repite.