

## TIPOLOGIAS DE TUBOS DE VACÍO

En el interior del sol parte de los núcleos atómicos de hidrogeno se fusionan para dar origen a núcleos atómicos de helio. Durante este proceso parte de la masa atómica se transforma en energía térmica que provoca temperaturas de millones de grados que permite al Sol suministrar una energía de aproximadamente  $1.360\text{W/m}^2$  a una distancia de 150 millones de Km. Evidentemente las nubes reducen la radiación sobre la superficie terrestre, que soporta una parte de radiación difusa y otra, directa (fig.1) En un día nublado que el aporte solar podría parecer nulo, es posible conseguir un ahorro de energía gracias a la actual tecnología solar que es capaz de aprovechar los dos tipos de radiación.

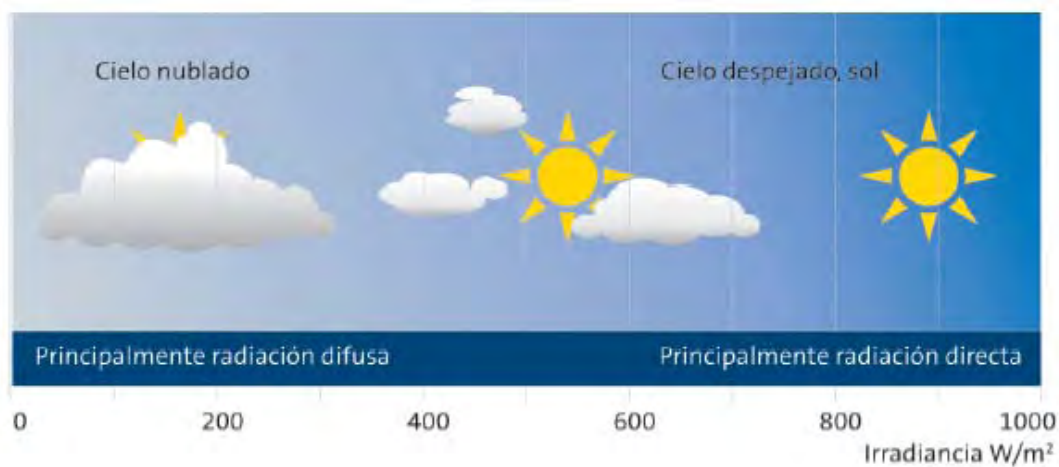


Fig.1

Esta nueva tecnología solar encuentra el máximo de su aprovechamiento en los captadores de vacío.

Estos modelos de captador pueden reducir las pérdidas por convección con un vacío ligero, de alrededor de 0,001 atmósferas y las pérdidas por conducción de  $10^{-6}$  atmósferas, con un vacío fuerte. Por tanto, su aplicación es ideal en el norte de Europa donde se alimentan sobretodo de la radiación difusa ya que reduciendo al mínimo las pérdidas, consiguen "capturar el calor" de forma más eficaz.

Antes de optar por un determinado tubo de vacío es necesario analizar las condiciones climáticas de la zona donde se va a instalar, para que su "sobrepeso" respecto a un captador plano convencional, se compense con el mayor rendimiento que se puede alcanzar con el mismo.

Realizamos la comparación de las curvas del colector plano selectivo Ferrolí, EcotoV (fig.2) y del tubo de vacío Ferrolí, Ecotube 14 (fig.3).

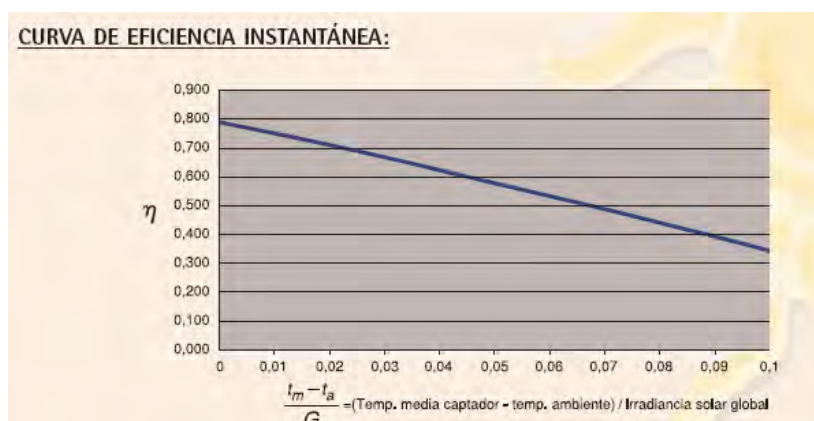




Fig. 2 Captador selectivo plano Ecotop V

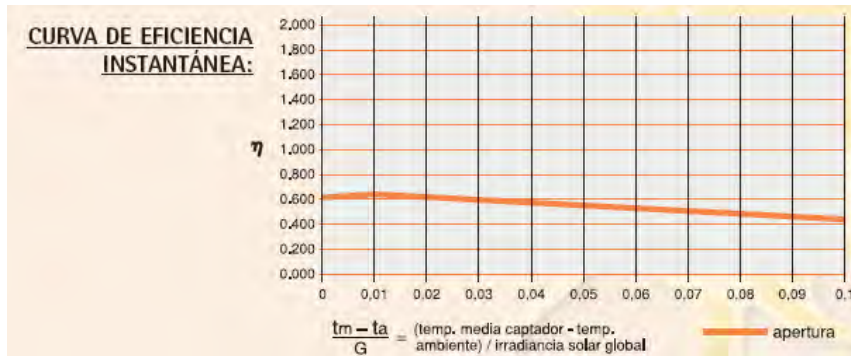


Fig.3 Captador tubo de vacío Ecotube

Analizamos ahora la curva de rendimiento general de un panel

$$h_a = h_{0a} - a_{1a} \left( \frac{t_m - t_a}{G} \right) - a_{2a} G \left( \frac{t_m - t_a}{G} \right)^2$$

Se puede subrayar que la diferencia fundamental de rendimiento se observa sobretodo alrededor de zonas con  $T^{\circ}$  ambiente bajas y  $T^{\circ}$  de trabajo altas (por ejemplo en el caso de trabajo para apoyo a calefacción). Nuestro país, por su alto valor de irradiación, por los altos valores de la temperatura ambiente y por las bajas temperaturas de trabajo del colector ( $T_m$ ) en la mayoría de las instalaciones (apoyo para producción de ACS), no suele ser territorio favorable para la instalación del tubo de vacío, aunque su desarrollo para grandes instalaciones y el sector industrial-terciario juega claramente en su favor. Debido al continuo desarrollo de esta tipo de instalaciones, en este artículo se analizarán varios de los modelos presentes en el mercado:

### ***Tubo de vacío de flujo directo***

En este tipo de modelo el fluido de trabajo fluye por un tubo coaxial (entra por el interior y sale por el exterior) y eleva su temperatura en contacto con el absorbedor, que se encarga de transformar la radiación solar en calor. El conjunto tubo-absorbedor se encuentra dentro un tubo de vidrio al vacío. Los tubos se ensamblan, como se ve en la figura4, de manera que cada uno de ellos está conectado a la tubería de ida y retorno. Para lograr su óptimo rendimiento, las aletas del absorbedor se pueden orientar para conseguir la mejor posición con respecto al sol, permitiendo lograr siempre una óptima integración arquitectónica, que se obtiene también si se disponen perfectamente planos a 0 grados.



Fig.4

- **Tubo de vacío tipo “heat pipe”**

En este tipo de modelos, un fluido “vaporizante” circula por un tubo interior. Este fluido se evapora, se eleva en forma de vapor, condensándose en el condensador y retornando en forma líquida al interior del tubo. En el condensador el calor latente de vaporización se transfiere al fluido de trabajo del circuito primario (fig.5)

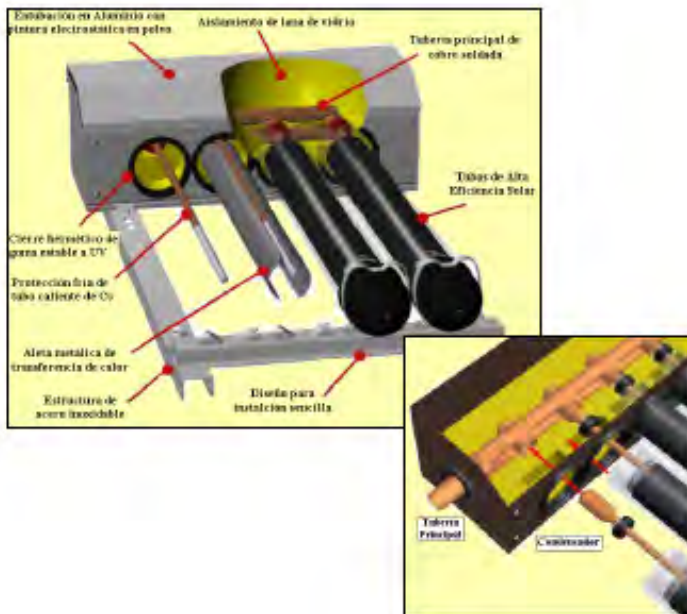


Fig.5

La indiscutible ventaja de este modelo es la óptima resistencia que ofrece a las altas temperaturas, ya que el ciclo evaporación/condensación se detiene cuando se alcanza la temperatura crítica del fluido “vaporizante”. Tampoco se producen pérdidas de calor por la noche ya que el proceso de transmisión de calor es unidireccional y no se puede transferir del acumulador al fluido.

En ambos modelos, el vacío se efectúa en el interior de una soldadura vidrio-metal y como los dos materiales tienen diferentes coeficientes de dilatación, pueden afectar al “almacenamiento” del mismo bajo cambios climáticos muy bruscos (verano).

***Tubo de vacío tipo Sydney ,modelo ECOTUBE FERROLÍ***

Es un tubo de vacío concebido como un vidrio de doble pared entre las cuales se crea el vacío (fig.6). Su objetivo es evitar las pérdidas de vacío a través de la conexión entre el metal y el vidrio que se producen en los otros tipos de modelos antes analizados.

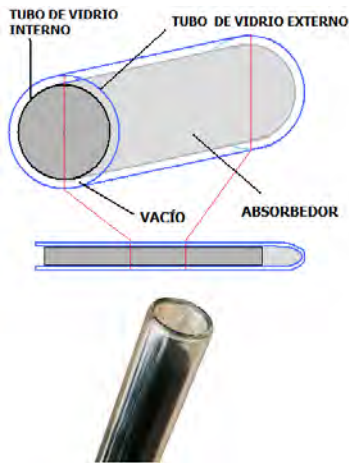
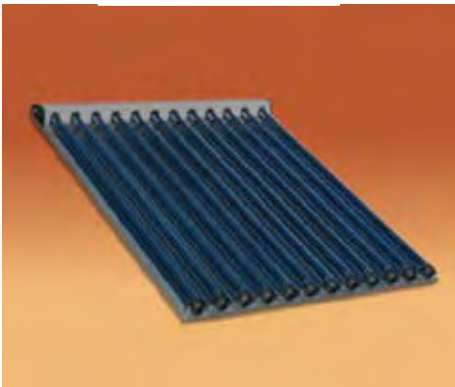


Fig.6

Gracias al absorbedor circular de este tipo de captador, se produce un óptimo aprovechamiento de la radiación directa y difusa del sol. Para que la radiación llegue a la parte del absorbedor que no es alcanzada por el sol, el captador tipo Sydney está dotado de reflectores que se utilizan como concentradores de la radiación solar (fig.7). Por este motivo, estos tipos de captadores se suelen llamar también CPC (captador de concentración cilindro-parabólico compuesto).

**ECOTUBE 14**



**REFLECTORES**

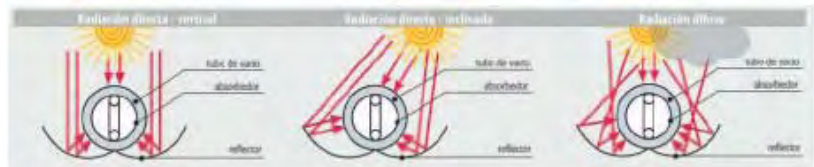


Fig.7



La función de los reflectores es fundamental para el correcto funcionamiento del captador y habrá que efectuar las oportunas operaciones de limpieza y mantenimiento y se aconseja dejar siempre una pendiente de más o menos 15°, para asegurar que la lluvia se “encargue” de su limpieza para no permitir que la nieve o suciedad afecten a su rendimiento.

Es importante también subrayar que, comparando los coeficientes de las curvas de rendimiento de un colector tipo Sydney con uno de flujo directo siempre tendremos coeficientes de ganancias mayores en el caso del modelo de flujo directo, porque la radiación consigue llegar más fácilmente al líquido, teniendo como barrera solo un estrato de vidrio y no dos como en el modelo Sydney. Por la misma razón, en el caso del captador flujo directo, los coeficientes de pérdidas, serán , ya que la radiación se perderá más fácilmente, al tener solo un estrato de vidrio y no dos como en el modelo Sydney. Es por este “efecto invernadero” que el modelo Sydney consigue en su interior, que este tipo de tubo de vacío resulte una óptima referencia en el mercado porque aprovecha de forma muy eficiente la radiación solar, consiguiendo óptimos resultados.

**Antonella Calia**  
*Jefe de Producto de Energía Solar Térmica*  
GRUPO FERROLI ESPAÑA