

## ***Impacto de Proyectos***

### ***Sistema escudo para la radiación solar en techos y muros favorable al ahorro de energía***

David Morillón y Víctor H Hernández

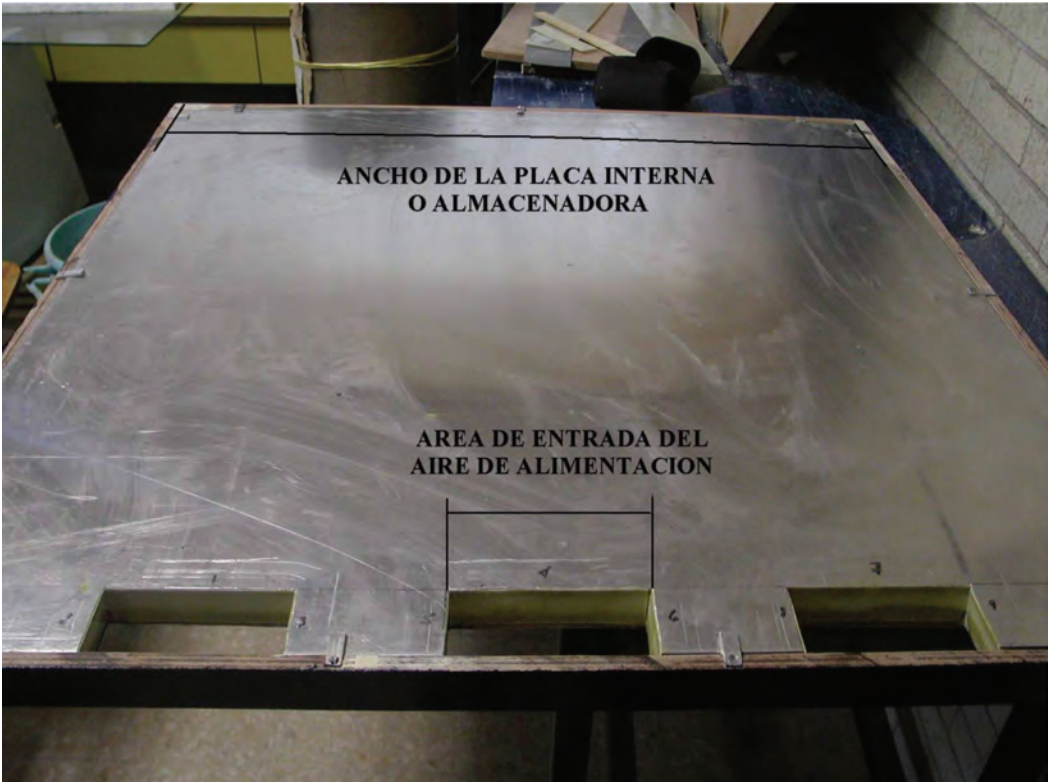
Se formuló un modelo analítico para simular el comportamiento de sistemas de descarga de calor y considerar

la variación en el tiempo la temperatura ambiente, radiación solar, almacenamiento de calor en el muro y temperatura del cuarto por ventilar. Los datos del prototipo experimental fueron asignados al modelo analítico para validarlo. Al comparar los resultados medidos con los calculados hubo una diferencia no mayor de 5 °C para la temperatura de la placa interna (aluminio) y 4 °C para la temperatura del aire a la salida de la cavidad. Al exponerlo a la radiación solar, se observó una diferencia de 5 °C para la temperatura de la superficie de la placa interna (aluminio) y de 5.5 °C para la temperatura a la salida de la cavidad. Al sustituir la placa de aluminio por una de cobre, la variación de la temperatura en la superficie de la hoja de cobre fue de 12 °C, mientras que la temperatura del aire a la salida de la cavidad fue 6 °C.

Se considera que el modelo analítico puede ser empleado para conocer el comportamiento de un sistema de descarga de calor en muros, definiendo las dimensiones del sistema de descarga de calor y las condiciones ambientales del lugar donde se va a utilizar.

Una vez conocida la diferencia entre las pruebas experimentales y las del modelo analítico, para emitir recomendaciones de diseño, se procedió a realizar un análisis de sensibilidad, modificando el ancho del canal (espacio entre placas interna y externa), el espesor de la placa interna (capacidad de almacenamiento), la altura y el ancho de la placa interna, y la abertura de entrada del aire que alimenta el canal, con el fin de obtener un mayor flujo de aire en éste, manteniendo la temperatura interna del cuarto por climatizar cercana a la ambiental.

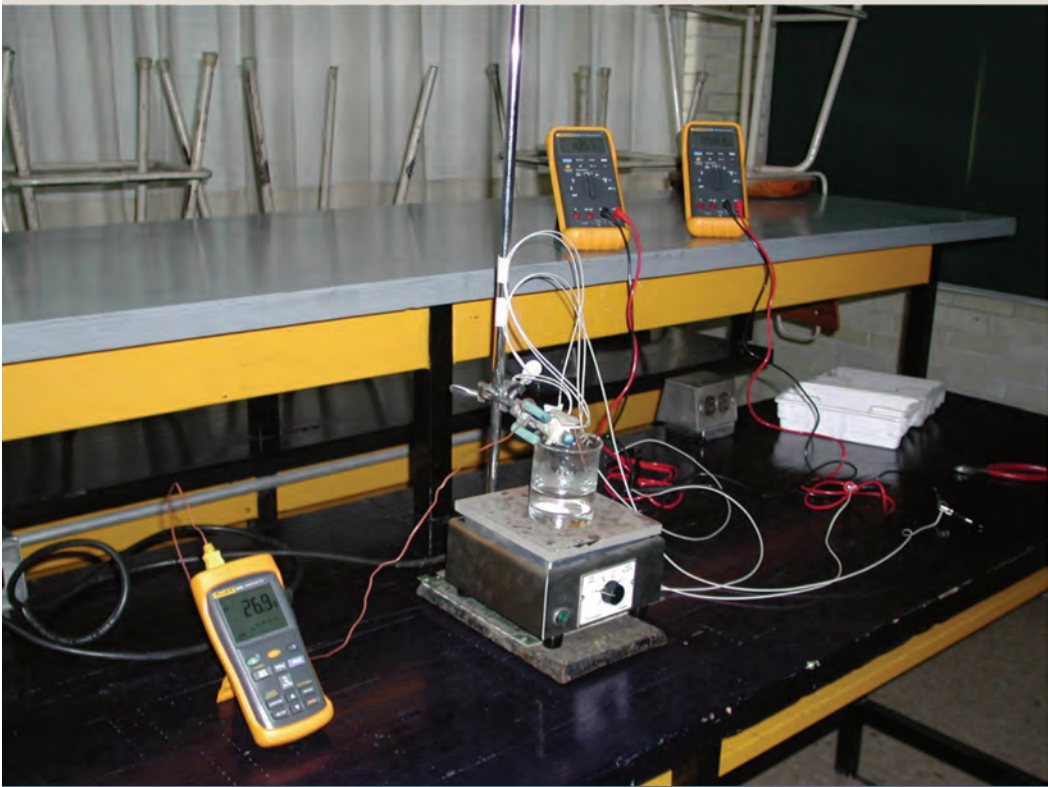
Se encontró que no es bueno incrementar la altura del sistema, el tamaño de la entrada de aire que alimenta al canal y la capacidad de almacenamiento de la placa, debido a que con ella se disminuye la temperatura en la superficie de la placa almacenadora, reduciendo el flujo de aire dentro del canal, lo que da como resultado el incremento de la temperatura del espacio que hay que climatizar. Para obtener mayor flujo de aire dentro del canal, cuidando de que la temperatura del interior del espacio no se incremente, es recomendable combinar el aumento entre el ancho del sistema y el tamaño de la entrada de aire que alimenta el canal. A fin de reducir costos, se recomienda un ancho de canal de 5 cm y un espesor de placa interna de 1/16 de pulgada.



ANCHO DE LA PLACA INTERNA  
O ALMACENADORA

AREA DE ENTRADA DEL  
AIRE DE ALIMENTACION

Esquema del sistema escudo: Placa almacenadora de calor con las aberturas



Monitoreo del sistema escudo para la radiación solar

Se realizó otra prueba reemplazando la placa de aluminio por una de cobre como placa almacenadora y se encontró un comportamiento similar al obtenido con el aluminio; pero, debido a las propiedades del cobre, aumentó la temperatura de la placa (lo cual provoca

incremento de temperatura en el interior de la edificación, según el análisis anterior) y las temperaturas sobre su superficie fueron más uniformes.

Por último, para conocer el potencial de ahorro de energía con el empleo de estos sistemas de descarga de

calor, se modificaron las condiciones ambientales correspondientes a varios climas, y se observó que se puede mantener la temperatura del interior del cuarto por ventilar cercana a la ambiental en condiciones climáticas muy altas (valores de radiación y temperatura ambiental altos), evitando el sobrecalentamiento, o bien la inercia térmica del cuarto por enfriar, con el sistema de descarga de calor.

Con base en lo anterior, se concluye que emplear sistemas de descarga de calor hace posible disminuir el consumo de energía generado por los sistemas convencionales de aire acondicionado (un sencillo ejercicio determinó 14 % de ahorro promedio para la República Mexicana). Consecuentemente, reduce la contaminación ambiental debido al origen de la energía que alimenta los sistemas convencionales, que así pueden ser de menor tamaño y, por ende, de menor costo. Por tanto, considerar los sistemas de descarga de calor debe ser de interés para la arquitectura actual.

El modelo analítico propuesto puede emplearse como una herramienta para diseñar sistemas de descarga de calor en muros, así como para conocer su comportamiento de acuerdo con el lugar donde sea empleado.

### ***Estudio de un sistema híbrido solar geotérmico en Cerro Prieto, BC***

Rafael Almanza

Cerro Prieto es el campo geotérmico más importante del país, donde además se presentan los mayores niveles de irradiancia solar de México, por lo que se propone la creación de un sistema híbrido solar geotérmico para aprovechar ambos recursos energéticos renovables. La forma de hacerlo es integrar un campo solar de concentradores de canal parabólico al ciclo de generación eléctrica de Cerro Prieto.

La ciudad más cercana es Mexicali, donde en el verano crece la demanda de electricidad para satisfacer los requerimientos de aire acondicionado, ya que la temperatura ambiente máxima puede superar los 50 °C.

Para dicho sistema híbrido se han propuesto cuatro alternativas técnicas, las cuales varían según la localización del campo solar en el ciclo geotérmico de generación eléctrica que ya existe. Por ejemplo, los concentradores solares podrían ubicarse a la salida del pozo de extracción o después del primer equipo de separación de fases; en ellas se usaría salmuera geotérmica como fluido de trabajo.

Entre los aspectos que se toman en cuenta está la orientación del campo de concentración solar, que puede ser norte-sur o este-oeste. Se hicieron cálculos para ambas opciones tomando como base un aumento de 10 % en la calidad del vapor que sale de cualquiera de los pozos geotérmicos. Para ello es muy importante vigilar la incrustación que puede ocurrir dentro de los tubos por la presencia de diversas sales y sílice en el agua.

En este trabajo, se calcularon el tamaño de los campos de concentración solar y la producción anual de vapor extra que se obtiene con cada opción propuesta. Fue necesaria una simulación teórico-experimental de la mezcla vapor-salmuera dentro de un tubo absorbedor en un concentrador solar de canal parabólico, lo que dio por resultado un proceso complejo de caracterizar por la presencia de flujo bifásico (líquido-vapor) con dos patrones diferentes de flujo: estratificado y anular.

La problemática principal por resolver fue el comportamiento térmico de un tubo absorbedor cuando dentro de él fluye agua en dos fases con un patrón de flujo anular, es decir en el centro fluye vapor y en la periferia sólo líquido, que se calienta continuamente por medio de la energía radiante del sol concentrada en la parte inferior y lateral de dicho tubo. Para ello, se llevó a cabo un análisis matemático con el que se planteó un modelo de temperaturas para una determinada sección transversal de tubo absorbedor. Como parte experimental en la planta solar del Instituto, se generaron datos que permiten caracterizar un proceso de baja potencia con generación directa de vapor ( $G_{DV}$ ), lo que también sirve para corroborar los resultados del modelo matemático. Las variables tomadas en cuenta fueron presión, temperatura y flujo de vapor obtenido en el proceso, bajo condiciones controladas de flujo alimentado y un intervalo amplio de condiciones de irradiancia solar directa normal, que es la que llega directa del Sol, sin ser dispersada.



Planta solar del Instituto de Ingeniería

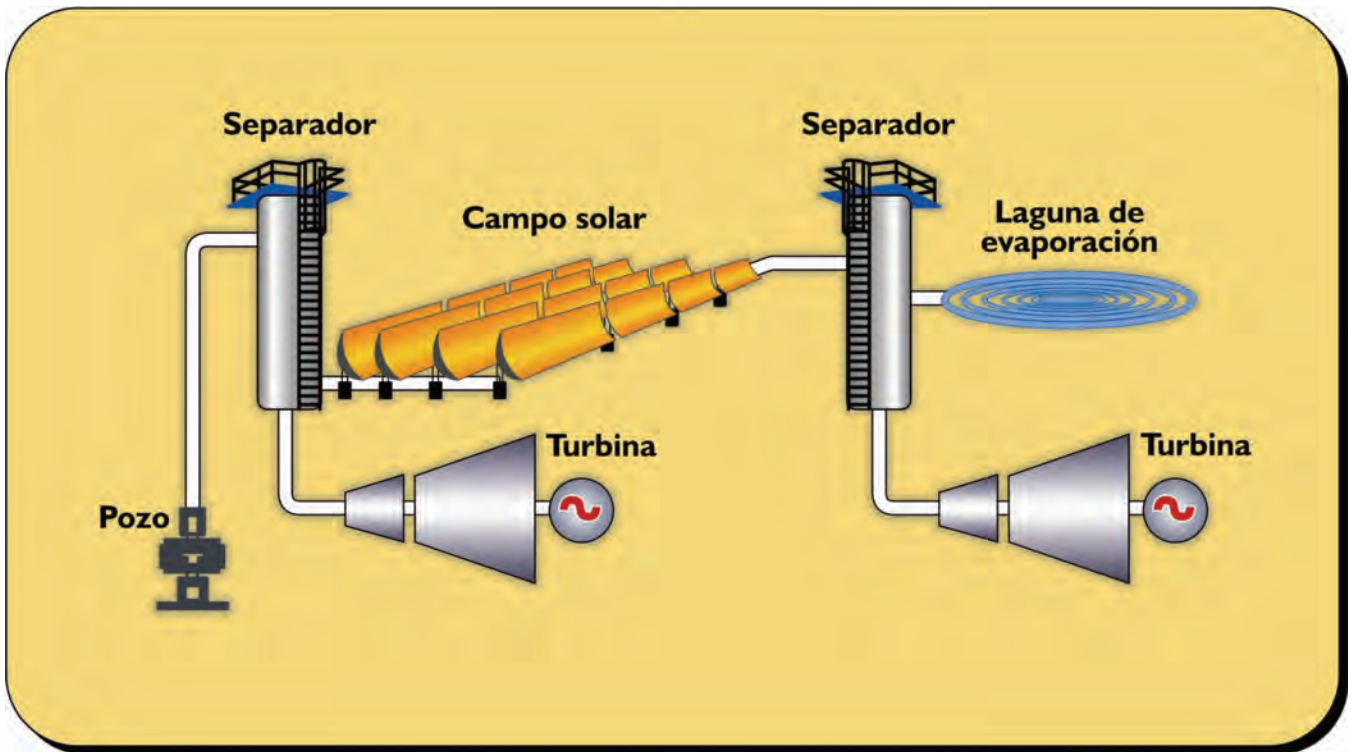


Diagrama de la segunda opción del sistema híbrido solar geotérmico

La principal aportación de esta investigación es la capacidad de extrapolar y predecir el comportamiento de las variables mencionadas bajo ciertas condiciones físicas con diferentes tamaños de planta, es decir, de media y gran potencia. De esta manera se amplía el

conocimiento sobre procesos de GDV en sistemas termosolares. Se espera que la aplicación directa se dé en un sistema híbrido de generación de potencia del tipo geotérmico solar. Con este proyecto se han graduado tres doctores en energía y se han publicado 5 artículos en revistas indizadas.