

RESUMEN

El hombre al buscar obtener comodidad en su hábitat no ha considerado el cuidado del medio ambiente y ha ocasionado que en la arquitectura actual se requiera o dependa de sistemas de climatización artificial, con el consecuente costo económico, energético e impacto ambiental, debido al origen de la energía que se consume. Aproximadamente el 80% de la energía consumida en México proviene de la quema de hidrocarburos, por tal motivo es necesario buscar alternativas que provean al hombre de un confort térmico sin necesidad de utilizar energía convencional. Afortunadamente se puede utilizar una energía con gran disponibilidad, la solar, que se encuentra en forma gratuita. Con base en lo anterior, el presente trabajo de investigación plantea utilizar la energía solar como alternativa para climatización, a través de la envolvente arquitectónica, como son los muros. Específicamente en los sistemas de descarga de calor y la capacidad de aislamiento de la envolvente. Realizando una revisión bibliográfica se pudo observar que en los sistemas de descarga de calor no se ha observado el comportamiento del flujo de aire generado al variar el área de entrada de aire de alimentación así como el de salida, no se ha cuantificado el enfriamiento que se puede alcanzar al emplear sistemas de descarga de calor ni se establece un potencial de ahorro de energía originado por el empleo de estos sistemas y sustitución de los sistemas de climatización artificial. Mediante balances térmicos aplicados a sistemas de descarga de calor se formuló un modelo analítico que simula el comportamiento de sistemas de descarga de calor y que considera la variación en el tiempo de la temperatura ambiente, radiación solar, el almacenamiento de calor en el muro y la temperatura del cuarto a ventilar. Para conocer la proximidad y veracidad de los resultados calculados se diseñó y construyó un prototipo experimental afín de comparar estos resultados con los medidos experimentalmente. El prototipo experimental constó de dos placas planas paralelas (interna y externa) separadas por donde circulaba aire, se empleó una placa de aluminio de $\frac{1}{16}$ pulg. de espesor (por sus características de conductividad y respuesta térmica) para simular el muro vertical (placa interna) y como segunda placa plana vidrio de 4 mm. o placa externa. Mide 1 m. de ancho por 1.02 m. de largo y la separación entre las placas interna y externa se puede variar de 3 a 15 cm, pero para evitar flujo turbulento debido a la unión de la capa límite del vidrio y la placa interna a la salida del canal, se estudió a partir de los 5 cm. La construcción así como la experimentación se realizó en el Laboratorio de Física de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, de la UNAM. El flujo de calor se suministró de dos formas, en cuatro pruebas en el prototipo experimental se calentó a la placa interna con un flujo de calor correspondiente a 150 W/m^2 , por medio de un arreglo de resistencias, posteriormente se varió el flujo de calor en periodos de una hora para tomar lectura del comportamiento del prototipo experimental en 150 W/m^2 , 250 W/m^2 , 350 W/m^2 , 450 W/m^2 y 600 W/m^2 . La otra manera de suministrar el flujo de calor fue empleando la radiación solar, por lo que el prototipo experimental se orientó al sur para que recibiera radiación solar la mayor parte del día. Se tomó lecturas cada media hora desde las 9 hrs. hasta las 17 hrs. Se observó que el comportamiento de la temperatura del aire a la salida de la cavidad (no presentaba una diferencia más grande a 1°C) y el de la temperatura en la superficie de la placa interna (La temperatura en la superficie de la placa interna (aluminio) no tenía una variación más grande a 2°C entre las pruebas) se comportaron en forma similar en todas las pruebas presentando variaciones pequeñas entre ellas, originadas por la variación de condiciones ambientales. El flujo de aire generado en las pruebas por el prototipo experimental, estuvo en rangos de velocidades, por ejemplo para la prueba 1, de 0.16 a 0.31 m/s , velocidades alcanzadas debido a la corta altura del prototipo (el número de Grashof está alrededor de 10^8 y 10^9 dentro del régimen laminar). Para contar con velocidades mayores es necesario ampliar la altura del prototipo experimental y aprovechar el efecto de chimenea. Al comparar los resultados medidos con los calculados se tuvo una diferencia no mayor a 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 del placa interna (aluminio) y de 5.5°C para la temperatura a la salida de la

cavidad. Al modificar la placa de aluminio por una de cobre se observó que la variación de temperatura para la temperatura en la superficie de la hoja de cobre fue de 12 °C mientras que para la temperatura del aire a la salida de la cavidad fue de 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 y con el fin de emitir recomendaciones de diseño, se procedió a realizar un análisis de sensibilidad, modificando el ancho del canal (espacio entre placas interna y externa), espesor de la placa interna (capacidad de almacenamiento), altura y ancho de la placa interna y la abertura de entrada del aire que alimenta al canal con el fin de obtener un mayor flujo de aire en el canal manteniendo la temperatura interna del cuarto a climatizar cercana a la ambiental. Se encontró que no es bueno incrementar la altura del sistema, el tamaño de la entrada del aire que alimenta al canal y la capacidad de almacenamiento de la placa, debido a que se disminuye la temperatura en la superficie de la placa almacenadora, reduciendo flujo de aire dentro del canal y da como resultado el incremento de la temperatura del espacio a climatizar. Para obtener mayor flujo de aire dentro del canal, cuidando que la temperatura del interior del espacio no se incremente, es recomendable combinar el incremento entre el ancho del sistema y el tamaño de la entrada del aire que alimenta al canal. Afín de reducir costos se recomienda un ancho del canal de 5 cm y un espesor de placa interna de $\frac{1}{16}$ pulg. Se realizó otra corrida reemplazando a la placa de aluminio por placa de cobre como placa almacenadora encontrando 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 mas uniformes. Por último, para conocer un posible potencial de ahorro de energía debido al 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 a 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 a climatizar con el sistema de descarga de calor. Cabe aclarar que en el título del proyecto doctoral se emplea el termino de enfriamiento, esto no quiere decir que el sistema de descarga de calor empleado, aporta aire frío al cuarto a climatizar sino que al evitar el sobrecalentamiento de la edificación se disminuye la temperatura interna del cuarto a climatizar, provocando sensación de confort. Con base a lo anterior se puede concluir que empleando sistemas de descarga de calor se puede disminuir el consumo de energía (de un ejercicio sencillo realizado se pudo obtener un ahorro porcentual promedio para la República Mexicana del 14 %) originado por el empleo de sistemas convencionales de aire acondicionado, reduciendo la contaminación ambiental debido al origen de la energía que lo alimenta y que estos no requieren de gran tamaño para su funcionamiento (lo que reduce su costo), por lo que puede ser considerado su empleo en la arquitectura actual. Además, el modelo analítico propuesto, puede ser empleado como una herramienta para el diseño de sistemas de descarga de calor en muros así como para conocer su comportamiento dependiendo del lugar a emplear.