

MODELIZACIÓN DEL FLUJO DE CALOR POR RADIACIÓN SOLAR EN UNA HABITACIÓN

^aANTA FERNÁNDEZ, I., ^bVIÑAS ARREBOLA, C. ^bBLASCO LAFFÓN, B.

^aDepartamento de Matemática Aplicada a la Arquitectura Técnica - Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica - U.P.M. ^bDepartamento de Tecnología de la Edificación - Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica - U.P.M.

^bGrupo de Investigación *Análisis Térmico y Ventilación en la Ingeniería y la Edificación*

RESUMEN

La energía que recibimos del sol es muy útil para evitar producir energía por otros medios, ya que a partir de ella se produce energía sin movimiento ninguno de fluido. Esta clase de energía recibe el nombre de energía solar pasiva, y su aplicación en arquitectura se conoce con el nombre de arquitectura pasiva o bioclimática.

La arquitectura bioclimática se ocupa tanto del confort como del ahorro energético de un edificio dedicado a cualquier propósito. Es por tanto, su objetivo, cubrir las necesidades de sus habitantes con el menor gasto posible, independientemente de la temperatura exterior. Se trata pues de conseguir el mayor aporte de calor posible, cuando se desee, y evitar las pérdidas o ganancias de calor según que estemos en invierno o en verano.

Existen técnicas experimentales y de simulación para estudiar tanto el diseño y los materiales utilizados en la edificación como su comportamiento energético y de confort.

Basándonos en estos conceptos, se ha desarrollado un estudio con el programa STAR-CD de CFD (Computational Fluid Dynamics) para modelizar el flujo de calor que por radiación solar directa, a través de una ventana, se produce en el interior de dos habitaciones construidas con paredes de dos materiales de distinta resistencia”

REFERENCIAS

INCROPERA, FRANK P.. *Fundamentos de transferencia de calor*. Naucalpan de Juárez (México). Prentice Hall Hispanoamericana, 1999. 886 p.

INSTITUTO EDUARDO TORROJA DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEL CEMENTO. *Bases para el diseño solar pasivo*. Madrid. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento.

1. Introducción

Los muros de un edificio responden a la radiación solar que reciben de manera gradual, lo que a su vez influye en el ambiente del interior del edificio y en el confort de sus habitantes.

La predicción de dichos cambios resulta fundamental para el diseño de las estrategias de climatización del edificio

Computational Fluid Dynamics analiza, mediante su simulación, el comportamiento de los fluidos en movimiento y de sus fenómenos asociados: transferencia de calor, combustión, mezcla, etc.

Creada en la década de los sesenta en el sector de la industria aeronáutica, en la actualidad Computational Fluid Dynamics constituye una potente herramienta para diversas actividades técnicas y profesionales.

Computational Fluid Dynamics trabaja dividiendo la geometría a estudiar y las condiciones de contorno adecuadas, a continuación malla la región (Fig 1) a estudiar y calcula las propiedades del flujo en cada elemento de la malla, dando la solución de las ecuaciones diferenciales que gobiernan el flujo.

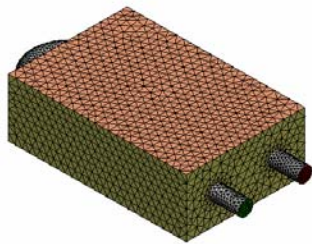
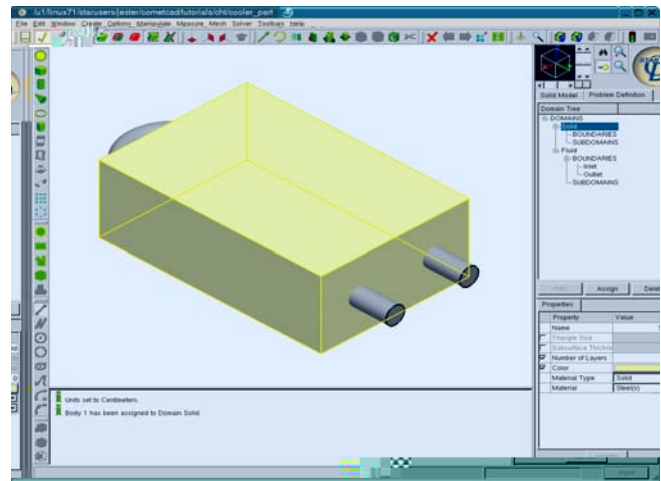
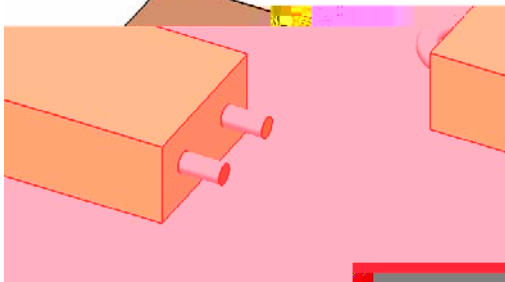


Fig.1. Interfaz del programa

2. Desarrollo de la simulación

Se comenzó construyendo la geometría de la habitación (fig. 2) y una claraboya, en el programa STAR-Design, posteriormente se generó la malla (fig. 3)

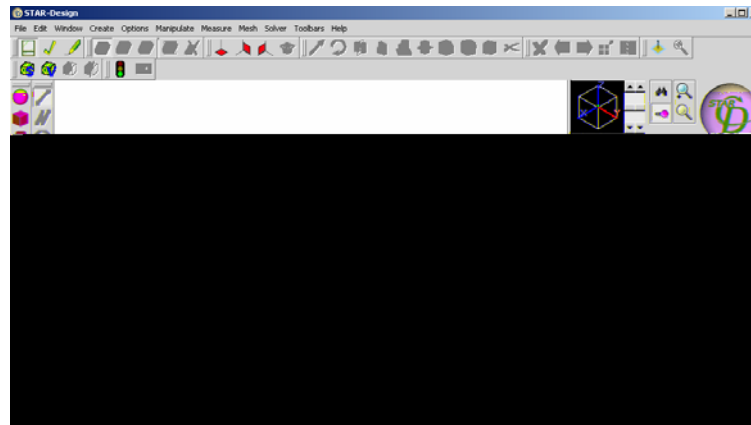


Fig. 2. Rejilla base

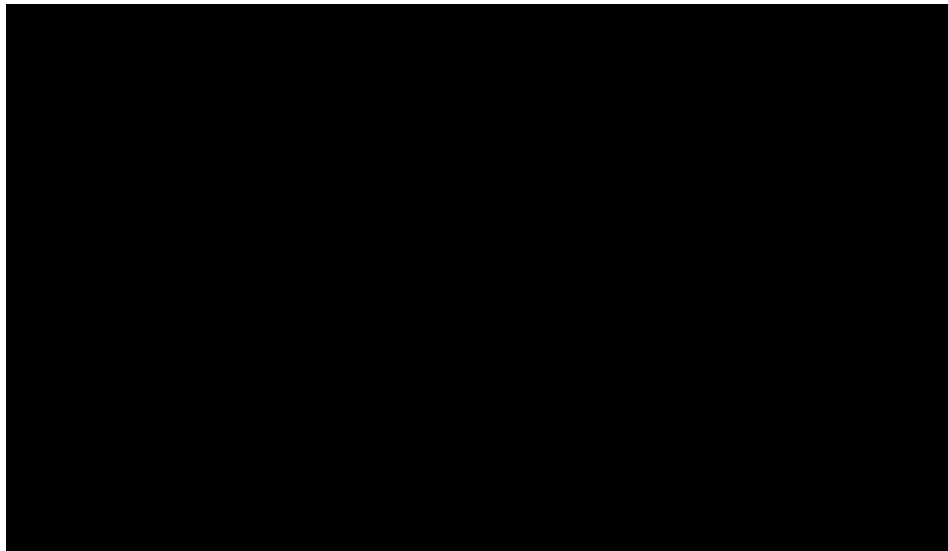


Fig. 3. Caja (habitación) con claraboya ya mallada

Se abrió el modelo mallado en el programa pro-STAR (fig 4) y se definieron las condiciones fronteras en las paredes (fig 5).



Fig. 4. Panel de inicio del programa

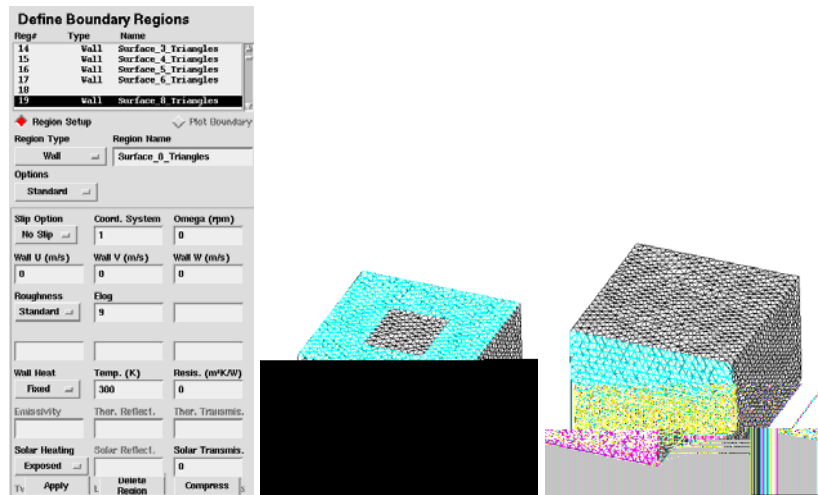


Fig. 5. Paneles de condiciones en las paredes

La radiación solar recorre 150 millones de Km hasta llegar al exterior de la atmósfera de la Tierra, incidiendo con una intensidad constante de 1353 W/m^2 , llamada *constante solar*. La radiación solar

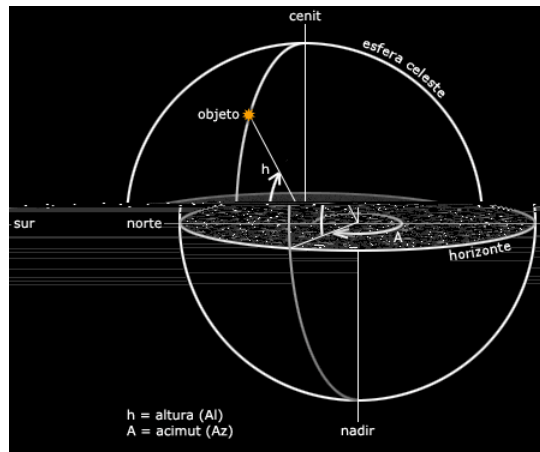
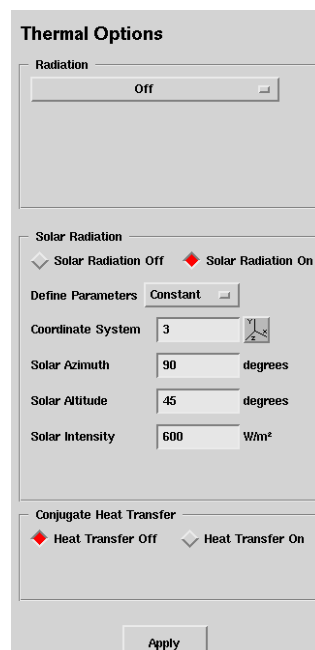
Fig. 8. Coordenadas astronómicas horizontales³

Fig.9. Paneles de establecimiento de la posición del sol y de la intensidad de la radiación solar

Se establecieron las variables primarias, el número de iteraciones y se ejecutaron los cálculos con el programa, utilizando el módulo de radiación solar (fig.10).

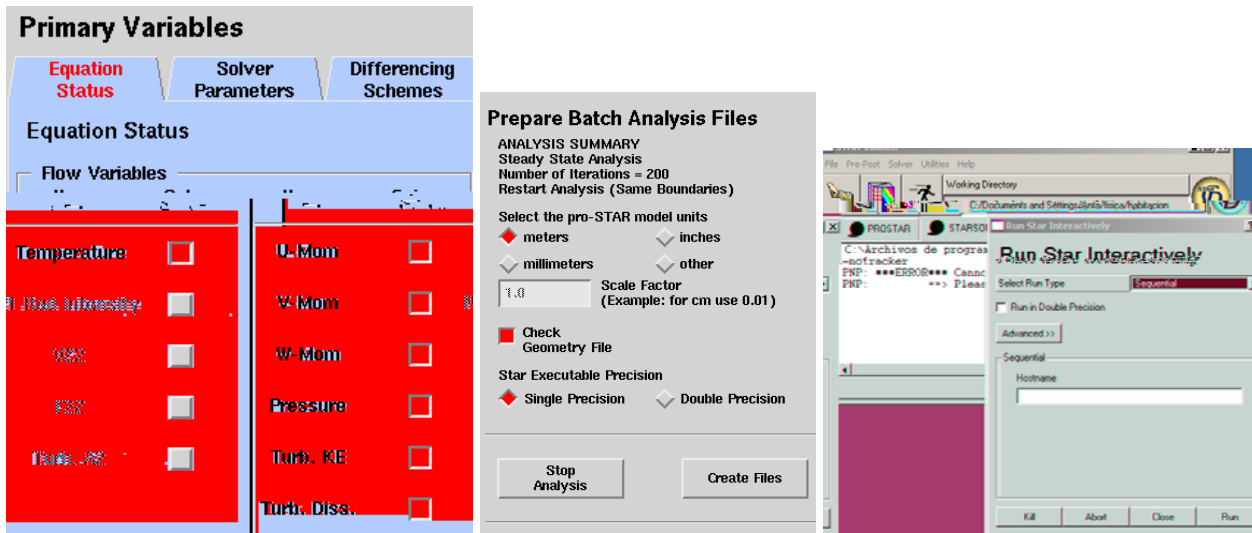


Fig. 10. Paneles variables primarias y de ejecución de cálculos

3. Resultados

El programa determina la distribución del flujo de calor por conducción-convección generado a partir de la radiación solar directa que reciben las paredes a través de la claraboya. Se han realizado dos modelos de habitación con las mismas características geométricas figura.11 Las condiciones iniciales de temperatura en las paredes y del aire interior de la habitación fueron las mismas para los dos modelos sin embargo, las resistencias térmicas se consideraron distintas.

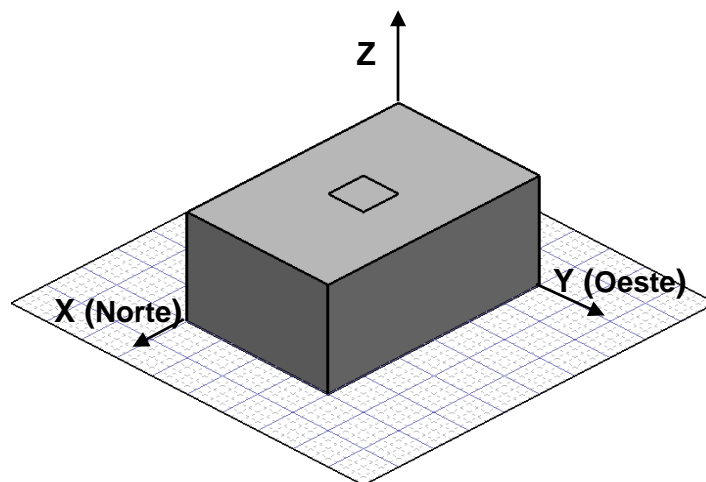


Figura.11 Esquema general de la habitación utilizada en modelo

Los valores de las resistencias térmicas, para cada una de las simulaciones realizadas, fueron $0.12 \text{ m}^2 \cdot \text{C}/\text{W}$ y $0.63 \text{ m}^2 \cdot \text{C}/\text{W}$. Asignando, en cada caso, el mismo valor de resistencia térmica a todas las superficies de la habitación.

En los dos modelos la resistencia térmica del cristal fue de $0.05 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$, la temperatura inicial de las pared 300K y la del aire interior 298.6K . En cuanto a los datos de radiación solar incidente en la ventana se toma $350 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ de radiación solar, 50° de altitud solar y 40° de azimut solar.

Con estas condiciones se ejecutó el programa en los dos modelos en estudio. La figura 12(a) muestra la distribución de los flujos en todas las paredes de la habitación, comprobando que en términos generales la pared Norte y la pared Este son las que tienen mayor flujo de calor, por el proceso de convección, generado por la radiación solar incidente en dichas paredes. En esta figura se observa, también, que las paredes laterales Sur y Oeste pierden calor.

Esta pérdida de calor se atribuye al hecho de que el proceso de transferencia de calor por conducción, desde las paredes con mayor energía a las de menor energía, se invierte, en parte, en elevar la temperatura de las partículas del aire muy próximas a las superficies de las paredes consideradas hasta alcanzar la temperatura inicial de 300k de las paredes.

En la figura 12(b) se presenta para una mejor visualización los flujos correspondientes a la pared Norte.

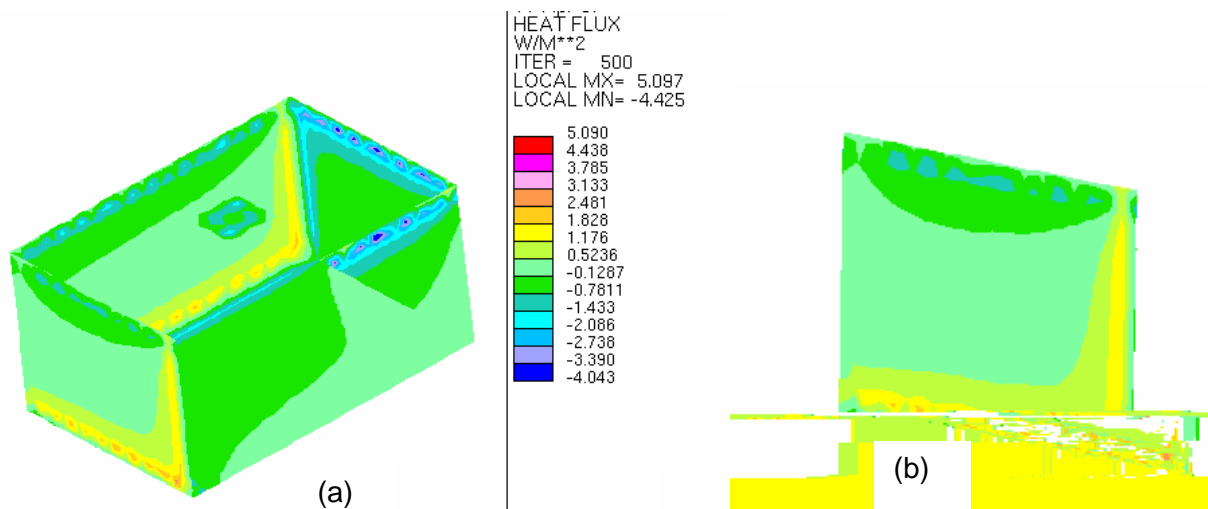


Fig. 12. Flujo en las paredes, para una resistencia térmica $0.12 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$

La figura.13 corresponde al estudio de la distribución de los flujos en el caso de que la resistencia térmica de todas las superficies sea de $0.63 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$.

De los resultados obtenidos se desprende que el comportamiento de los flujos es semejante al caso anterior estudiado, incrementando sus valores en términos absolutos en las paredes laterales (Norte y Este) que son las que reciben radiación solar directa.

Se muestra en la figura.13(b) el flujo correspondiente a la pared Norte como ejemplo. El incremento de flujo, en las paredes radiadas, se atribuye al aumento de resistencia térmica del

material, respecto del caso anterior, que hace que se eleve más la temperatura de la pared en el proceso influyendo en el flujo de calor, que la pared recibe, por convección en la capa de aire adyacente a la superficie de la pared (Capa Límite).

Respecto de las paredes Sur y Oeste, que no reciben radiación solar directa, los valores negativos del flujo fig.13(a) se pueden considerar debidos, como en el caso anterior, a que parte del flujo de calor que por conducción es transmitido desde las paredes más calientes, se invierte en aumentar la temperatura de las partículas de aire, muy próximas ellas, hasta que alcanzan la temperatura inicial de 300k de las paredes.

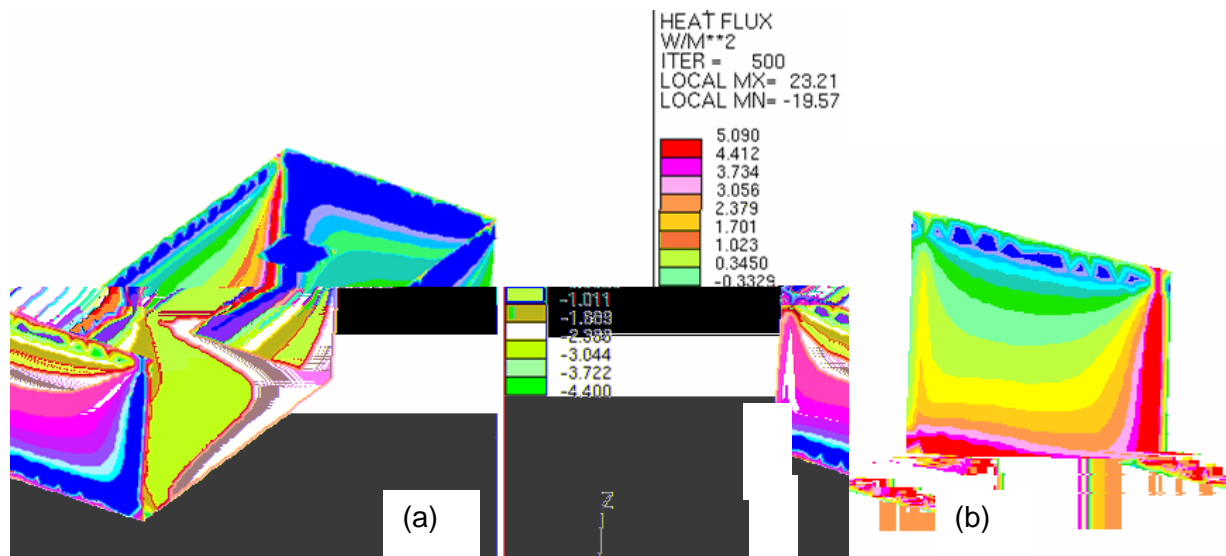


Fig.13. Flujo en las paredes para una resistencia térmica $0.63 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$

4. Conclusiones

Se han descrito, de forma general, las propiedades de la radiación solar y los principios básicos de ejecución del programa STAR_CD. De todo el trabajo realizado podemos concluir:

- Existe entre los dos materiales analizados una concordancia, por zonas, en la distribución de los flujos generados por conducción-convección.
- El material de mayor resistencia térmica ($0.63 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$) tiene mayor inercia térmica, tal como se desprende del estudio de los flujos, dado que para las mismas condiciones iniciales de las magnitudes físicas que intervienen en el problema absorbe mayor cantidad de calor.
- Los programas de simulación permite predecir los flujos de calor generados por la radiación solar directa y, por tanto, conocer el comportamiento térmico de los materiales que se van a utilizar en una edificación antes de ser construida.



5. Bibliografía

ÇENGEL, YUNUS A.. *Transferencia de calor*. 2ª ed. México. McGraw-Hill Interamericana. 2004. 793p. ISBN 970-10-4484-3

INCROPERA, FRANK P.. *Fundamentos de transferencia de calor*. Naucalpan de Juárez (México). Prentice Hall Hispanoamericana, 1999. 886 p. ISBN: 970-17-0170-4