

ANÁLISIS NUMÉRICO TRIDIMENSIONAL PARA MEJORAR LA SUSTENTABILIDAD DE CASAS HABITACIÓN EN GUANAJUATO

Murillo Saldaña María Elena (1), Luviano-Ortiz J. Luis (2), Capetillo-González Juan Roberto (3)

1 [Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Universidad de Guanajuato] | [murillo.saldana.me@hotmail.com]

2 [Departamento de Mecánica, División de Ingenierías, Campus Irapuato Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [luis.luviano@ugto.mx]

3 [Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Universidad de Guanajuato] | [j.robertocapetillo@outlook.com]

Resumen

Hoy en día, un alto porcentaje de la energía producida mundialmente es destinada a la climatización de viviendas; debido a lo anterior, en los últimos años la preocupación por el diseño de viviendas energéticamente sustentables en todo el mundo ha ido en aumento. Por lo tanto, en este trabajo se realizó un análisis numérico tridimensional en un modelo de vivienda típica implementada en el estado de Guanajuato con el objetivo de conocer la dinámica del fluido al interior de la misma. Dentro de los resultados se obtuvo que se favorece la ventilación natural al implementar captadores de aire y redes de ductos distribuidos al interior de la casa.

Abstract

Today, a high percentage of the energy produced worldwide is destined to the air conditioning of houses, due to the above, in recent years the concern for the design of energetically sustainable homes around the world has been increasing. Therefore, in this work a three-dimensional numerical analysis was carried out in a typical housing model implemented in the Guanajuato State with the purpose of knowing the fluid dynamics inside the house. Within the results it was obtained that natural ventilation is favored through implementing air collectors and duct networks distributed inside the house.

Palabras Clave

Ventilación Natural; Enfriamiento Pasivo; Climatización de Edificios

INTRODUCCIÓN

El confort térmico expresa el bienestar de una persona ante determinados valores de temperatura, humedad y velocidad del aire. Actualmente la cantidad de energía destinada para conseguir el confort térmico representa un 6.7 % de la energía producida mundialmente [1], debido a lo anterior, existen técnicas de enfriamiento pasivo capaces de disminuir el consumo energético de las viviendas.

La ventilación natural es una estrategia de enfriamiento pasivo que consiste en permitir la entrada y salida de aire al interior de las casas con el fin remover calor, mantener niveles aceptables de oxígeno y eliminar el mal olor. La ventilación natural depende de tres factores climáticos; velocidad del viento, dirección del viento y gradiente de temperaturas.

Oropeza [2] aplicó un modelo matemático para calcular el factor potencial de ahorro energético debido a la ventilación natural y obtuvo valores para diferentes regiones de México.

Shichao [3] Realizó un análisis numérico en el que evaluó el desempeño de diferentes configuraciones de captadores de viento en relación con la dispersión de partículas de interiores.

El objetivo del presente trabajo consiste en desarrollar una propuesta en la cual se implemente el uso de captadores de viento y ductos de aire en una casa habitación con el fin de favorecer el confort térmico de las casas del estado de Guanajuato.

Para lograr una propuesta que favorezca la ventilación natural, se decidió realizar un análisis numérico computacional con el objetivo de conocer el comportamiento fluido dinámico del viento. Primero se recabaron datos climáticos de la ciudad de Salamanca, a la par, se realizó un modelo CAD (Diseño Asistido por Computadora, por sus siglas en inglés) del modelo de casa CUARZO. Posteriormente, se discretizó el modelo y finalmente se simuló en software especializado

haciendo un análisis de CFD (Fluido Dinámico Computacional, por sus siglas en inglés).

MATERIALES Y MÉTODOS

Recopilación de datos climáticos

Para la recopilación de datos climáticos, se contó con información proporcionada por las estaciones meteorológicas de Los Aguilares, Intebaj y El Fuerte, ubicadas en la ciudad de Salamanca. Se recabaron datos para el lapso comprendido entre mayo del 2007 hasta mayo del 2017 en donde se obtuvo que la velocidad promedio del viento en Salamanca es de 4.4 m/s y que los vientos predominantes provienen del Este.

Descripción del modelo CAD

La casa modelo CUARZO cuenta con dos plantas. La planta baja cuenta con sala-comedor, cocina, cuarto y baño, a su vez, la planta alta cuenta con dos habitaciones, sala y baño. Para fines prácticos del análisis, se escogió la planta alta como objetivo de análisis. Como se observa en la IMAGEN 1, para el análisis se propone un captador de viento de entrada y una torre extractora. La forma del captador de entrada es cuadrada con 30 mm de longitud por lado mientras que la torre de salida tiene forma cuadrada con 37.5 mm de longitud por lado. El área de la torre extractora es 0.25% mayor al área del captador, esto con el fin de facilitar la evacuación del aire interior y favorecer la succión de aire fresco. Se cuenta además con un ducto con una descarga al interior con forma cuadrada de 30 mm de longitud por lado. Esto se puede observar con mayor detalle en la IMAGEN 1.

Es importante mencionar que se tuvo especial cuidado en respetar las dimensiones mínimas de vivienda de acuerdo con disposiciones y reglamentos oficiales proporcionadas por Infonavit

[4] y a su vez respetar las dimensiones mínimas establecidas por el reglamento de construcción proporcionado por el municipio de Salamanca.

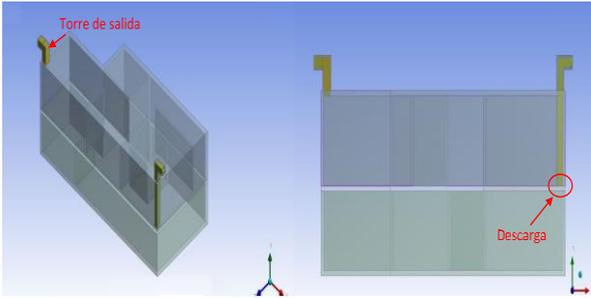


IMAGEN 1: Casa CUARZO.

Análisis numérico

El análisis numérico es la parte central de este trabajo ya que permite comprender el comportamiento del fluido al interior de la casa.

Las ecuaciones gobernantes involucradas en este modelo son las ecuaciones de Continuidad y Conservación de Momento.

La ecuación de continuidad en su forma tridimensional para flujo turbulento, incompresible y en estado estacionario está dada por la Ec. (1) [5]:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

De igual manera, las ecuaciones de conservación de Momento en las direcciones x , y y z para flujo turbulento, incompresible y en estado estacionario están dadas por las Ecs. (2 – 4) [5]:

$$v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_x}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\mu}{\rho} \nabla^2 v_x \quad (2)$$

$$v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_x}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\mu}{\rho} \nabla^2 v_y \quad (3)$$

$$v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_x}{\partial z} = -\left(g \frac{1}{p} \frac{\partial p}{\partial z}\right) + \frac{\mu}{\rho} \nabla^2 v_z \quad (4)$$

Las condiciones de frontera establecidas para resolver el problema fueron una velocidad de entrada uniforme de 4 m/s, presión atmosférica a la salida, condición de no deslizamiento en pisos, paredes y techos.

Para la solución de las ecuaciones gobernantes se realizó una simulación Fluido Dinámica Computacional (CFD), dicha simulación consistió en una metodología numérica para resolver las ecuaciones gobernantes de flujo de fluidos. Cabe señalar que estas ecuaciones diferenciales son parciales que al ser discretizadas se transforman en ecuaciones algebraicas que pueden ser resueltas por un algoritmo de volúmenes finitos [6]. Por lo tanto, para la discretización se generó una malla con 2 544 859 elementos hexaédricos. En la IMAGEN 2 se muestra una región de la malla generada.

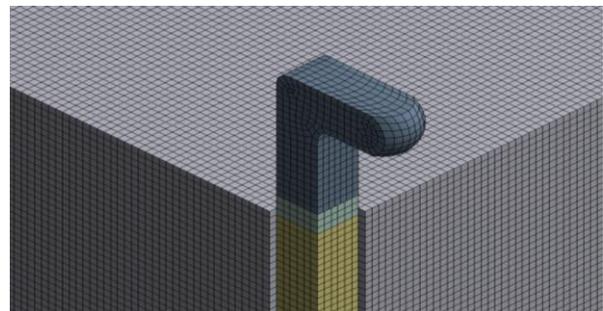


IMAGEN 2: Malla generada con elementos hexaédricos.

Para resolver el conjunto de ecuaciones se optó por usar el algoritmo SIMPLE ya que éste acopla la presión y velocidad para hacer cumplir la conservación de la masa y el campo de presión. Una descripción breve del algoritmo se establece a continuación: establecer condiciones de frontera, calcular los gradientes de velocidad y presión, resolver la ecuación de momento para calcular el campo de velocidad intermedia, calcular los flujos de masas no corregidas en las caras, corregir la presión, actualizar el campo de presión, corregir los

flujos máxicos, velocidades y actualizar los valores de densidad debidos a los cambios de presión

El modelo de turbulencia utilizado fue $\kappa - \epsilon$. Mientras que el criterio de convergencia propuesto fue de 1×10^{-5} .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo la velocidad promedio del viento en Salamanca al igual que la dirección de los vientos predominantes.

El análisis numérico permitió conocer los campos de velocidades y presión en zonas de interés de la vivienda. En la IMAGEN 3 se observa el campo de velocidades en la planta alta. El cuarto numero 1 presenta una mayor remoción del aire debido a que el captador y la puerta están en ventilación cruzada.

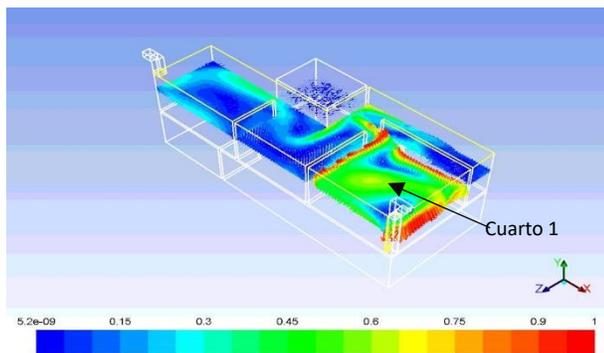


IMAGEN 3. Vista isométrica de campo de velocidades [m/s].

En la IMAGEN 4 se muestra el campo de presiones, en esta imagen se observa que la magnitud de la presión es ligeramente mayor en la región cercana al captador de viento.

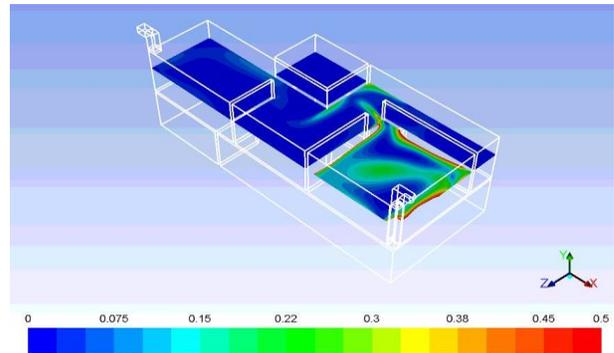


IMAGEN 2. Vista isométrica de campo de presiones [m/s].

CONCLUSIONES

Como conclusión, se obtuvo que la ventilación natural es una herramienta de arquitectura verde que al implementarse en el diseño y construcción de casas habitación podría traer consigo un confort térmico favorable a través de una fuente de energía limpia. El enfriamiento pasivo requiere de un estudio muy completo puesto que es extenso el número de factores involucrados en un buen enfriamiento pasivo. Factores tales como la configuración de los edificios del entorno, rugosidad del suelo, clima, posición de captadores y torres de salida, altura de descargas, entre muchas otras.

AGRADECIMIENTOS

Al comité organizador del Quinto Encuentro de Jóvenes Investigadores por aceptarme en este programa que me ha llenado de experiencias nuevas en el ámbito de la investigación.

Al Dr. José Luis Luviano Ortiz por darme la confianza y oportunidad de trabajar en este proyecto, por todos los conocimientos adquiridos y el apoyo brindado en las dificultades que se presentaron en la realización de este trabajo.

A los miembros del grupo de investigación dirigido por el Dr. Abel Hernández Guerrero y el Dr. José Luis Luviano Ortiz.

REFERENCIAS

[1] Dehghani-sanij A.R., Soltani M & Raahemifar K.. A new design of wind tower for passive ventilation in buildings to reduce energy consumption in windy regions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 42 (2015), 182–195.

[2] Oropeza I., Morillon D. Potential of natural ventilation in Mexico according to its Hours of hygrothermal comfort. *Smart grid and renewable energy*, 2 (2011), 417-426.

[3] Shichao L., JianLei N. Numerical evaluation of louver configuration and ventilation strategies for the windcatcher system. *Building and environment*. 46 (2011), 1600-1616.

[4] Disposiciones y reglamento de vivienda (2006). Recuperado de http://www.infonavit.org.mx/infonavit_ampliado/calidad_vida/reglamentos.pdf Fecha de consulta 06/09/2017.

[5] *Boundary Layer Theory, Schlichting and Gersten*, 8th Ed. Springer Editorial, 2000.

[6] Basarir, M. Numerical Study of the Airflow and Temperature Distributions in an Atrium. Master's thesis, Queen's University, 2009.