

## ANTECEDENTES

“Confort Térmico”, se define como la combinación adecuada de: Temperatura, velocidad y humedad relativa del aire, radiación térmica, grado de actividad y cantidad de ropa a las que la mayoría de las personas expresan “satisfacción con el ambiente. En general se considera como “Rango de Confort” la humedad relativa entre el 30% y el 70% y una temperatura entre 20°C y 25°C. En nuestro país las viviendas todavía se construyen, sin tomar en cuenta el desempeño térmico. Y se registra que el mayor consumo de energía se debe al concepto de “acondicionamiento”, registrando un incremento notable para la zona norte y costera del país en el verano y para la zona norte incluso en el invierno. Buscando el ahorro energético, esta ya en vigor en nuestro país la norma NOM-008-ENER-2001, “Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales”. Para vivienda existe ya el anteproyecto de norma NOM-020-ENER, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios residenciales hasta tres niveles, que se espera pronto entre en vigor también.

La diversidad topográfica y de latitudes del Estado de Chihuahua origina climas extremos a lo largo del año y a lo largo de cada día. Los datos climatológicos históricos de la Comisión Nacional del Agua, CNA, para el comportamiento típico horario de la temperatura de la ciudad de Chihuahua, se tiene que la primera semana de enero es la más fría, (-5 a 50C), y la más caliente es la tercera semana de junio, (hasta 37oC).

## OBJETIVOS

Simular el comportamiento térmico de una vivienda de interés social a lo largo de un año de operación bajo las condiciones climáticas típicas de la ciudad de Chihuahua, utilizando el paquete TRNSYS; estudiando el efecto de varios tipos de materiales de construcción, grados de aislamiento térmico y la orientación geográfica de un mismo tipo de vivienda

## METODOLOGIA

El estudio se realizó con el paquete de simulación TRNSYS, (Transient Systems Simulator), programa de simulación de sistemas termomecánicos en estado transitorio, creado en el laboratorio de Energía de la Universidad de Wisconsin, Madison, y es utilizado para la simulación térmica de edificios en Estados Unidos, Canadá, España, Alemania, Francia y Brasil y otros más. La vivienda analizada fue una vivienda de dos plantas, con una superficie construida de 50 m<sup>2</sup> por planta.

El trabajo se dividió en las siguientes etapas:

Estudio y adaptación del programa TRNSYS, seleccionando los componentes necesarios para configurar las viviendas a simular.

Recopilación y adaptación de los datos climatológicos de la ciudad de Chihuahua, en la CNA, dicho datos fueron proporcionados en promedios mensuales de humedad relativa, temperatura, velocidad de viento e insolación.

Calculo de los datos de irradiación requeridos por TRNSYS para la simulación a partir de los datos de insolación proporcionados por el CNA:

Definición de los materiales de construcción necesarios para la vivienda y obtención de las propiedades termo físicas en la norma NOM-008-2001(2) y en la ASHRAE, 2001(1).

Alimentación del programa con todos los datos climatológicos, termofísicos y constructivos.

Simulación del comportamiento de la vivienda, analizando las siguientes opciones constructivas: muros de ladrillo o block, con y sin aislamiento térmico (polyisocianurato), techos de losa sólida, aligerada (con bloque de poliestireno) y aligerada con aislamiento adicional (polyisocianurato); orientación del frente de la vivienda: norte, sur, este y oeste y vivienda con o sin acondicionamiento.

Estimación del consumo de energía necesario para acondicionamiento en todos los casos, y con ello del costo económico incurrido, lo que permitió estimar el ahorro posible entre los casos eficientes e ineficientes analizados.

## RESULTADOS y DISCUSION

De la simulación se obtuvieron datos horarios para todo un año y datos promediados y totales semanales y anuales. Se obtuvieron predicciones de temperatura, humedad relativa, porcentaje de personas no satisfechas y cargas térmicas. La información generada en las corridas de simulación ocupó más de 120 MB de archivos de texto, que fueron interrelacionados y graficados para su análisis.

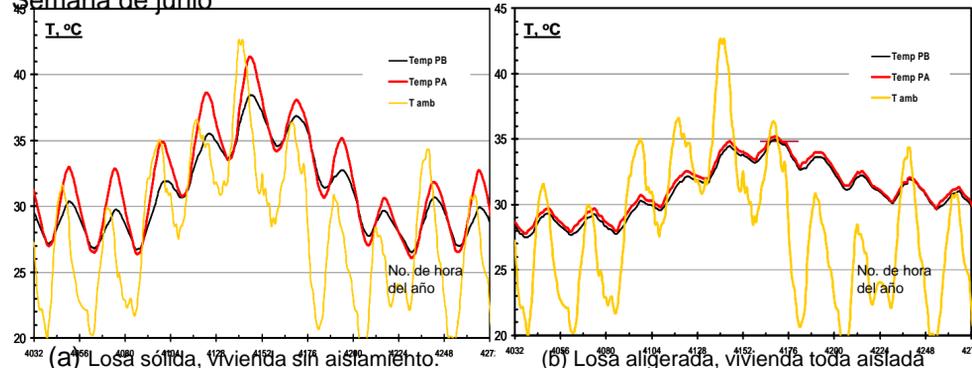
La adición de aislamiento térmico en viviendas acondicionadas atempera la temperatura de muros, techos y pisos, de forma tal que el grado de confort se ve mejorado y se reduce notablemente el costo de operación de los equipos de acondicionamiento térmico.

Al comparar una vivienda con muros de ladrillo, losa sólida, sin aislamiento y con el frente al este, que tiene una carga térmica anual de acondicionamiento de 16,967 kW-h, contra una vivienda con muros de block, losa aligerada, muros y techos aislados y frente al norte, con un consumo anual de 5,426 kW-h, se observó una disminución de 68% en las cargas térmicas de acondicionamiento, así como un 60% de disminución en el gasto económico anual.

La mejor orientación geográfica para la vivienda aquí analizada correspondió a la de frente al norte, pero el efecto de la orientación solo se vuelve relevante una vez que la vivienda cuenta con aislamiento térmico, de otra forma la rapidez de las pérdidas térmicas anula las ventajas de la orientación.

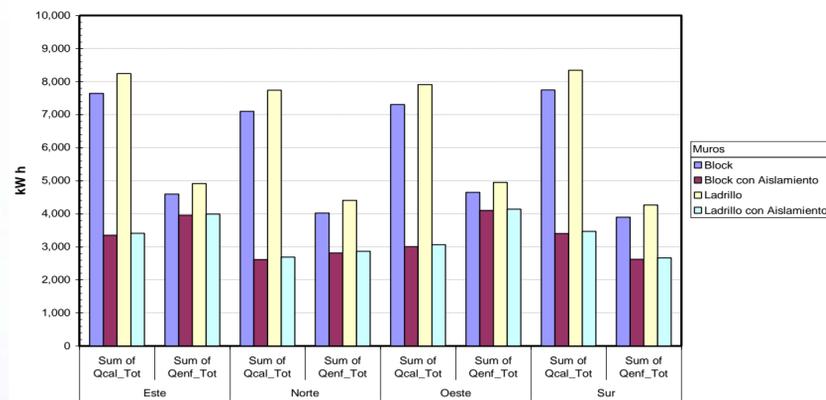
En la Figura 1 se muestra el comportamiento predicho de las temperaturas de las plantas alta y baja, de una vivienda con muros de ladrillo, losa sólida sin aislamiento y frente al sur (1a), y una vivienda con las mismas características pero toda aislada (1b). El periodo simulado corresponde a la 3ª semana de junio, que históricamente es la semana con temperaturas más altas en el año, en la ciudad de Chihuahua. En la figura 2 se muestran las cargas totales por temporada para las cuatro orientaciones, para viviendas de block o ladrillo, con losa aligerada con aislamiento, como sin aislamiento en muros.

**Figura 1** Temperatura de la vivienda con muros de ladrillo durante la 3ª semana de junio



En la figura se observa el efecto de atemperamiento en las temperaturas de la vivienda como resultado del aislamiento térmico.

**Figura 2.** Cargas térmicas totales anuales, por temporada, losa aligerada con aislamiento .



## CONCLUSIONES

Comprando los casos extremos aquí estudiados, se observó una reducción máxima posible anual de hasta un 68% de la carga térmica de la vivienda.

El simulador TRNSYS tiene capacidad para incluir en una simulación la mayoría de los parámetros que influyen el fenómeno de intercambio térmico entre una vivienda y su entorno, y de analizar viviendas de cualquier geometría y tamaño.

La precisión de los resultados de una simulación dependerá fuertemente de la validez (calidad) que tenga la información climática, geográfica y de los materiales de construcción con que se le alimente al programa, los cuales deberán validarse experimentalmente para garantizar su veracidad.

El desarrollo del presente estudio permitió la adquisición, adaptación y una primera aplicación de un poderoso paquete de cómputo, que en lo subsiguiente podrá utilizarse para realizar estudios sobre diversos tipos de sistemas térmicos.

Dadas las condiciones climáticas del estado de Chihuahua el acondicionamiento de las viviendas resulta indispensable en la mayoría de los casos, pero un buen diseño térmico y bioclimático permiten una importante reducción en los costos de operación de los equipos de acondicionamiento climático.

## BIBLIOGRAFIA

- ASHRAE 2001, Fundamentals Handbook, American Society of Heating Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers. Atlanta, GA USA (2001).
- NOM-008-ENER-2001. Norma Oficial Mexicana. Eficiencia Energética en edificaciones envolventes de edificios no residenciales.



**Miercoles 26 y Jueves 27 de Octubre 2005**

**Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.**

**Chihuahua, Chih. México**