



Consideraciones de Eficiencia

Térmica en la Edificación

a partir del programa Simulación Energética SITER vs I.I

Dr. Ing. Edwin Víctor Lamas Sivila
Carrera de Ingeniería Mecánica,
Ciudadela Universitaria, Zona sud

Resumen

En el presente trabajo se mencionan consideraciones técnicas de cara a la Eficiencia Térmica en la Edificación del Altiplano Boliviano, a partir del programa SITER v 1.1, software que fue realizado en la carrera de Ingeniería Mecánica-Electromecánica dentro el proyecto de investigación "Tecnologías de Climatización Térmica en Edificios del Altiplano Boliviano", las mejoras térmicas corresponden desde los conceptos de la arquitectura, la ubicación adecuada de las ventanas, el uso de aislante en las paredes, y mejora en la conductividad térmica de los vidrios. En el sistema de calefacción se mejora el rendimiento del equipo, usos horarios y la ventilación.

Las consideraciones antes mencionadas se ejemplifican en una vivienda tipo de la construcción en Oruro (vivienda unifamiliar), y como resultados se obtiene una disminución del consumo de energía en más del 40%, aspecto significativo de cara a administrar de manera eficiente los recursos energéticos y preservación del medio ambiente.

Palabras Claves: Eficiencia energética, Simulación térmica de Edificios, Demanda Térmica, Bajo carbono.

1. Introducción

La ingeniería y estudios dedicados a la climatización tienen los desafíos permanentes de mejorar las condiciones y estándares de vida de las personas, más aún, en lugares donde se tiene condiciones climatológicas desfavorables durante gran periodo del año.

En el altiplano boliviano la temperatura seca exterior promedio mensual es de 9 a 12°C y la humedad relativa está entre el 20 al 40 %, en esas condiciones los valores térmicos de las viviendas se encontraran por debajo de las recomendaciones realizadas por normas internacionales, ASHARE 2007, por ello la necesidad de implementar para nuestro medio herramientas de evaluación y recomendaciones térmicas en los edificios, de manera que se adopte criterios técnicos fundamentados.

En el presente trabajo se presenta los criterios de eficiencia energética en la edificación a partir de la herramienta de simulación térmica de edificio SITER vs 1.1, software que utiliza un modelo de cálculo dinámico del edificio, considerando: la climatología de las ciudades, datos meteorológicos de las ciudades La Paz y Oruro, conteniendo, la temperatura seca, temperatura húmeda, radiación total, radiación directa y difusa; inercia térmica de las soluciones constructivas de la arquitectura (paredes, techos, suelos y ventanas), cargas internas, equipos e iluminación, uso del edificio, ventilación (número de renovaciones hora), por otro lado las características técnicas del sistema de calefacción (curvas de funcionamiento entre otros), y como resultados el programa evalúa el consumo de energía del edificio realizando la simulación durante un año tipo 8760 hrs, producto de la simulación registra la demanda de energía mes a mes, si el termostato en encuentra definido en 18°C (set point).

El método de cálculo empleado en el desarrollo de la herramienta son los factores de respuesta RTS donde se evalúa (en la zona térmica) todas las ganancias y cargas de las diferentes aportaciones (condiciones meteorológicas, ocupación, ventilación, iluminación, envolvente del edificio y puentes térmicos) energía aportada de forma radiante, convectiva y conducción. El método disgrega todas las energías aportadas de forma convectiva y energía radiantes. La energía convectiva incide directamente al aire de la zona térmica y las energías radiantes inciden y se acumulan en el piso, muebles y paredes, se evalúan en periodos de 24 horas donde se determinara la cantidad de energía devuelta hora- hora de forma convectiva.

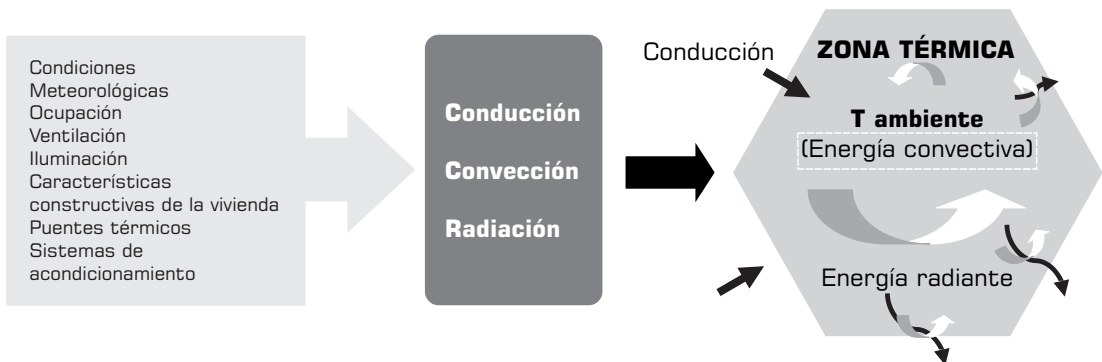


Figura 1. Secuencia de cálculo

El método RTS se explica de una forma más amplia en el artículo hoja de **cálculo para determinar cargas térmicas**, existiendo una diferencia en la aplicación del método en ambos trabajos, en el presente trabajo se ha utilizado como base de cálculo para realizar la simulación horaria del comportamiento térmico de una vivienda, sin embargo en lo citado se utiliza para determinar la carga térmica y dimensionamiento de sistemas.

2. Criterios de Eficiencia Energética

En la asunción de los criterios técnicos de cara a la eficiencia térmica en los edificios, se incorpora una vivienda unifamiliar modelo (ver figura siguiente), situada en la ciudad de Oruro cuya superficie construida es de 102.73 m² y 308.2 m³ de volumen acondicionado.

La evaluación de reducción de la demanda energética se realiza a través del análisis de simulación, herramienta incorporada en el programa que presenta un diagnostico de demanda energética asociada a los elementos constructivos, ventilación y otras cargas, información que es de gran ayuda en la proyección de un edificio y/o vivienda unifamiliar.

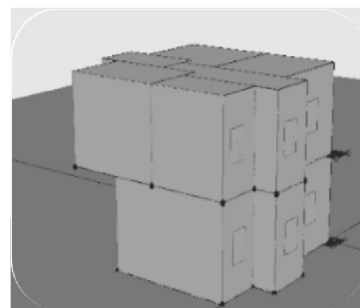
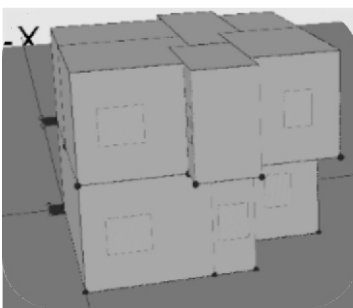


Figura 2: Modelo de vivienda unifamiliar.

Ítem	Superficie [m ²]	U _{global} [W/m ² °C]
Pared al exterior	178,3	1,89
Cubierta al exterior	54,9	2,92
Suelo al exterior	7,1	2,92
Suelo en contacto al terreno	47,8	3,1
Ventanas	9,1	5,7
Puerta	2	4
Volumen acondicionado [m ³]	308,2	
Suelo acondicionado [m ²]	102,73	

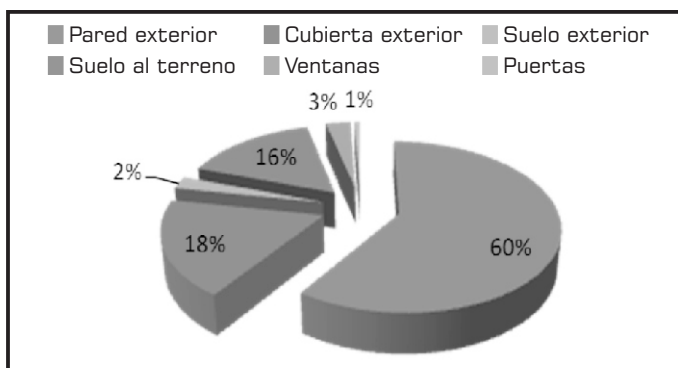


Figura 3. Datos constructivos de la vivienda.

Concluida la simulación, la demanda anual de energía en condiciones iniciales de construcción de la vivienda es 51,288.00 [kWh/año], siendo julio el mes de mayor energía demandada, representado el 20% del total anual. En la figura 4, se muestra el análisis de la simulación representada en la demanda de energía asociada a los elementos constructivos, ventilación y otras cargas, donde los cerramientos opacos y cerramientos transparentes y la ventilación son los elementos que mayores ratios de demanda de energía requieren.

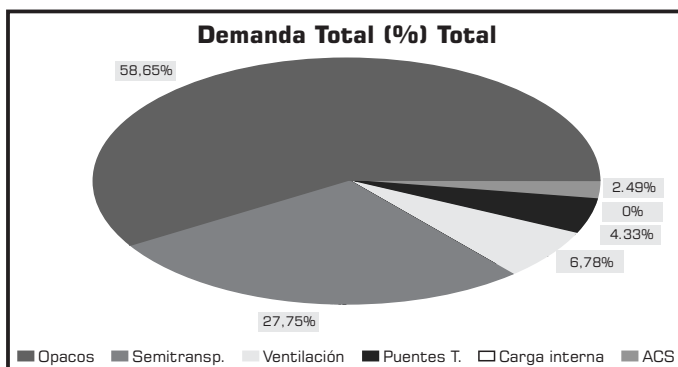


Figura 4. Demanda de energía asociada a los elementos constructivos.

A partir de la información mostrada se determina mejorar la conductividad térmica U_{global} en: los muros al exterior en sus diferentes orientaciones, el suelo y los vidrios, bajo el siguiente criterio:

Muro al exterior, U_{global} actual $1,89 \text{ [W/m}^2\text{°C]}$ se incrementa a la solución constructiva polietileno de 5 cm de espesor cambiando el U_{global} a $0,98 \text{ [W/m}^2\text{°C]}$ (aislante ubicado en la parte media del cerramiento). Suelo en contacto con el terreno de U_{global} $3,01 \text{ [W/m}^2\text{°C]}$ actual, se mejora el terreno y la impermeabilización del mismo cambiando U_{global} $2 \text{ [W/m}^2\text{°C]}$. Vidrios, actualmente la vivienda tiene un vidrio simple y de pésimas características térmicas, la mejora consiste en emplear 2 vidrios en vez de uno (distancia de separación entre vidrios de 5 [mm] mejorando la conductividad térmica de 5,7 a 2,8 $\text{[W/m}^2\text{°C]}$).

Finalmente se mejora el rendimiento del sistema en un 15% (de 75 a 90%) y se reduce el número de renovaciones hora (nr) de 1,2 a 0,6 aceptable para este tipo de viviendas.

Los resultados de la simulación denotan una reducción considerable en la demanda de energía

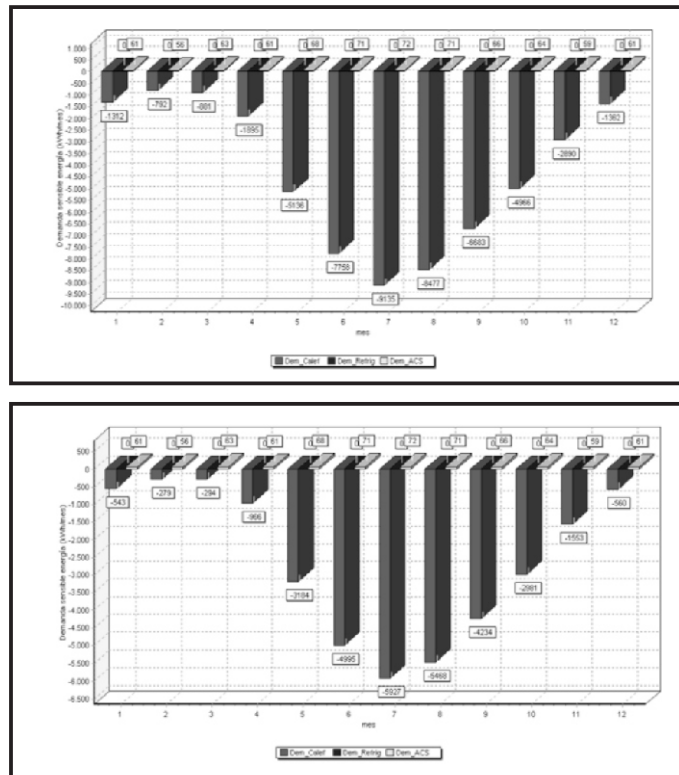


Figura 5. Simulación de la demanda de energía en los dos casos de análisis.

en el segundo caso (ver figura 5), la diferencia del mes de julio de -3208 [kWh/mes] respecto al estado inicial de construcción, logrando reducir de forma significativa el consumo de energía.

Considerando la utilización de energía eléctrica para los servicios de calefacción en la vivienda simulada, en la tabla siguiente se enseñan los ahorros económicos que representa la utilización de soluciones constructivas tradicionales en la construcción local versus la implementación de

nuevos criterios técnicos constructivos más la inclusión de un mejor sistema y la reducción de nr. Determinando un ahorro económico anual del 41% y en el caso del mes de julio del 46 %.

Tabla nº 1 Ahorros en el consumo de energía

	Vivienda convencional	Vivienda con mejoras	Diferencia	% Ahorro
Factura por consumo de energía eléctrica anual	40.481,62 Bs.	16.501,11 Bs.	23.980,51 Bs.	41%
Factura por consumo de energía eléctrica mes de Julio	7.207,52 Bs.	3.346,94 Bs.	3.860,58 Bs.	46%
Construcción de Viviendas Sociales		120		
Consumo de energía por servicio de calefacción Anual	4.857.794,21 Bs.	1.980.132,70 Bs.	2.877.661,51 Bs	

Si el mismo análisis se extrapola a la construcción de viviendas sociales en un número de 120 viviendas, el ahorro económico representa 2,877,661.51 Bs.

3. Conclusiones

La utilización de un programa de simulación permite a usuarios conceptualizar y profundizar criterios del ahorro energético a partir de variar los diferentes parámetros y/o variables de las soluciones constructivas, orientación y sistemas de calefacción, etc., lo que permite la reducción de emanación de CO2 por el inadecuado consumo de la energía primaria y energía final en el uso de los sistemas de climatización.

Evaluar y justificar los criterios técnicos en la proyección arquitectónica, principalmente en la adecuada selección y ubicación de las soluciones constructivas; la evaluación de demanda de energía ya sea eléctrica, gas natural y/o otro combustible líquido o sólido.

De cara a la administración es importante sentar bases técnicas para la generación de la Normativa Boliviana de la Construcción en el Altiplano Boliviano.

Finalmente del punto de vista de eficiencia energética permite evaluar aspecto significativo en administrar de manera eficiente los recursos energéticos y de esa manera preservar del medio ambiente.

Bibliografía

- 📖 Bereket A. Nigusse, Improvements to the Radiant Time Series Method Cooling Load Calculation Procedure, Oklahoma State University, December (2007)
- 📖 Centro Meteorológico de la Carrera de Ingeniería Mecánica Facultad Nacional de Ingeniería.

-  Edwin V. Lamas, V. M. Soto E.J. Sarabia, Air conditioning production by a single effect absorption cooling machine directly coupled to a solar collector field. application to Spanish climates. Solar Energy 85 (2108-2121), 2011.
-  Edwin Víctor Lamas Sivila. Análisis y Propuesta de un Nuevo Método de Simulación Abreviado para la Certificación Energética en Edificios Residenciales, PhD. Thesis, Universitat Politècnica de València. , Mayo 2011.
-  Ip Seng Lu, Experimental Validation of the Radiant Time Series Method Cooling Load Calculation Procedure, Oklahoma State University, December (2007)
-  Pinazo Ojer J,M, Manual de Climatización, Tomo II: SPUPV, Valencia 1996.