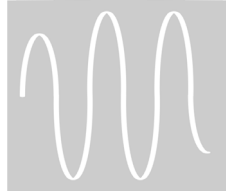


# Análisis de cargas térmicas en TRNsys para el Hotel Mansión



## Colaboración

Oralia Santiago Chimal; Alan Robin Rivas Monroy; Josué Addiel Venegas Sánchez, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

**RESUMEN:** En el presente proyecto se realizó el análisis de cargas térmicas para el hotel Mansión, ubicado en la localidad de Ajacuba. El cual se segmentó en 3 puntos: el primer punto consistió en la obtención de datos, las características arquitectónicas, climatológicas y geográficas del lugar antes mencionado. Como segundo punto se realizó el análisis de cargas térmicas del lugar especificado, de acuerdo con el método "CLTD". El tercer punto se refiere a la simulación del comportamiento de las cargas térmicas lo cual se realizó mediante el software TRNsys al trabajar en sinergia con SketchUp. Como complemento a este trabajo se realizó la selección de un equipo de refrigeración y aire acondicionado capaz de cubrir la demanda del establecimiento, se plantea instalar una bomba de calor geotérmica cuyo objeto de esta es extraer el calor del interior y liberarlo al subsuelo.

**PALABRAS CLAVE:** Simulación, cargas térmicas, bomba de calor geotérmica, transferencia de calor, confort, refrigeración.

**ABSTRACT:** In the present project, the thermal loads analysis for the Mansion hotel, located in the town of Ajacuba, was carried out. Which consisted of 3 points: the first point consisted in obtaining data, the architectural, climatological and geographical characteristics of the aforementioned place. In point 2 the analysis of thermal loads of the specified place was carried out, according to the "CLTD" method. The third point refers to the simulation of the behavior of the thermal loads, which was done by the TRNsys software working in synergy with SketchUp. Complementing this work was the selection of a refrigeration and air conditioning equipment capable of meeting the demand of the establishment, it is proposed to install a geothermal heat pump whose purpose is to extract the heat from the interior and release it to the subsoil.

**KEYWORDS:** Simulation, thermal loads, geothermal heat pump

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha presentado un aumento en la temperatura del planeta, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles, esto presenta un riesgo para la humanidad en muchos aspectos. Los seres humanos, para mantener condiciones de confort, necesitan mantener una temperatura ambiente de alrededor de 25°C (McQuiston et al, 2003); para esto se han ideado diferentes métodos de refrigeración de espacios y aire acondicionado, sin embargo, muchos de estos sistemas tienen una baja eficiencia por su excesivo consumo de energía eléctrica. Para disminuir el consumo de energía de estos dispositivos se han desarrollado tecnologías que aprovechan las energías renovables para disminuir el consumo eléctrico, una de estas es el aprovechamiento de la energía geotérmica.

La energía geotérmica se puede definir como “Aprovechamiento del calor geotérmico de la capa superficial de la Tierra” según Fernández 2009. Para Llopis, 2009 geotermia es una palabra de origen griego, deriva de “geos” que quiere decir tierra, y de “thermos” que significa calor: el calor de la Tierra. Se emplea indistintamente para designar tanto a la ciencia que estudia los fenómenos térmicos internos del planeta como al conjunto de procesos industriales que intentan explotar ese calor para producir energía eléctrica y/o calor útil al ser humano. El aprovechamiento final se realiza para producción directa de electricidad (vapor a alta T), calentamiento (directamente o por medio de intercambiadores de calor), o mediante bombas de calor geotérmicas según Rendo, 2013.

Las bombas de calor geotérmico (BCG) se presentan como una opción viable para la refrigeración de espacios. Una bomba de calor geotérmica o bomba de calor con intercambiador enterrado es una bomba de calor convencional a la cual se le acopla un intercambiador bajo tierra para mejorar las condiciones de operación de la máquina. El uso de la energía geotérmica en ámbito doméstico en su aplicación para climatización es relativamente reciente. Este hecho se debe al elevado coste inicial de perforación en comparación con el coste inicial de un sistema convencional (Villar 2003).

La ventaja que poseen las bombas de calor frente a otros sistemas, reside en su capacidad para aprovechar la energía existente en el ambiente, que le permite refrigerar las dependencias interiores con una aportación relativamente pequeña de energía eléctrica, ya que se conjugan el concepto de ahorro y eficiencia (entre el 40% y el 60% de la energía primaria que se utiliza en climatización, según el sistema con el que se compare), el hecho de ser una fuente de energía renovable y múltiples ventajas en cuanto a integración arquitectónica, facilidad de mantenimiento y escasez de ruido. Adicionalmente, son sistemas basados en tecnologías bien conocidas y, por consiguiente, su introducción puede basarse en gran medida en elementos ya disponibles en el mercado (ATECYR, 2010).

Debido a esto, el presente proyecto analiza las cargas térmicas para el hotel Mansión y propone un sistema de BCG que pueda cubrir la demanda de refrigeración del establecimiento.

**MATERIAL Y MÉTODOS**

**Cálculo de cargas térmicas**

Primero se determinó las características climatológicas y del suelo para el municipio de Ajacuba Hgo; donde se encuentra situado el hotel Mansión. Las cuales fueron tomadas de INEGI (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Ajacuba, Hidalgo.

Tabla 1. Características Generales de la edificación.

Número de zonas	Número de paredes	Orientación	Número de cuartos	Área de pared m <sup>2</sup>	Área de ventana m <sup>2</sup>	Área de piso m <sup>2</sup>
1	1	N	3	71.8298	3.9602	346.69
2	1	S	5	104.3436	22.0704	346.69
3	1	E	3	73.5687	17.2963	346.69
4	1	O	3	80.3218	3.1352	346.49

Recabados los datos necesarios se realizó un análisis de las cargas térmicas siguiendo el método CLTD planteado por ASHRAE 2001, en el cual se analiza las zonas de la edificación mostradas en la tabla 1.

Tabla 2. Carga Térmica en el Techo.

Hora	CLTD	CLTDc	Q
9	16	8.1	278.964
10	25	17.1	588.924
11	33	25.1	864.444
12	41	33.1	1139.964
13	46	38.1	1312.164
14	49	41.1	1415.484
15	49	41.1	1415.484
16	46	38.1	1312.164
17	41	33.1	1139.964
18	33	25.1	864.444

Posteriormente se realizó un modelo en SketchUp de la edificación (fig.1) el cual se importó a TRNBuild en donde se definieron los materiales de la construcción, para importar nuevamente el archivo a la interfaz Studio del software TRNsys para la simulación de las cargas térmicas calculadas anteriormente, utilizando el siguiente modelo (fig. 2), así como la simulación de la incidencia solar en los edificios (fig. 3).

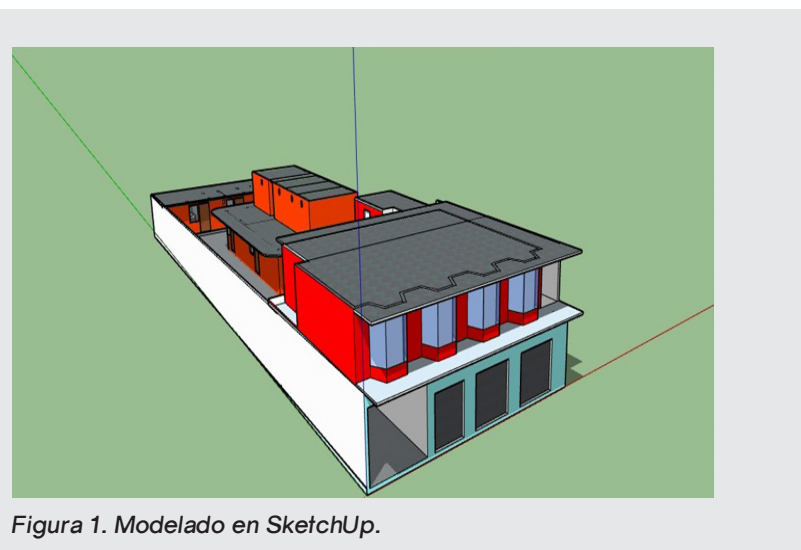


Figura 1. Modelado en SketchUp.

Finalmente se realizó el dimensionamiento del equipo de refrigeración para cubrir las necesidades de refrigeración del edificio, de acuerdo con el método presentado por ATECYR, 2010. Se propuso un sistema de bomba de calor geotérmica y se realizó la simulación

(figura 4), en el software Matlab, de la transferencia de calor que se lleva a cabo entre el subsuelo y el intercambiador de calor de la BCG, para cuando el sistema funciona en refrigeración.

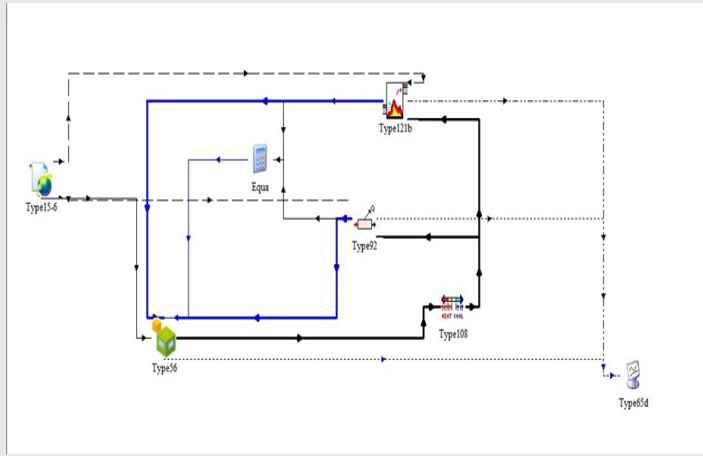


Figura 2. Sistema de simulación de cargas térmicas en TRNsys

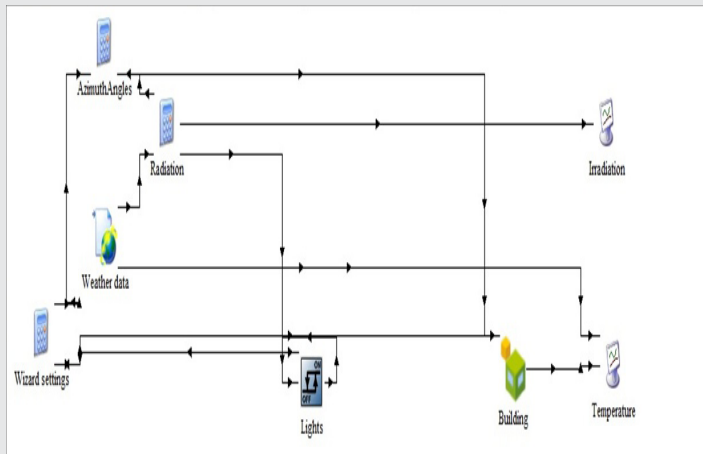


Figura 3. Sistema de simulación de incidencia solar en TRNsys

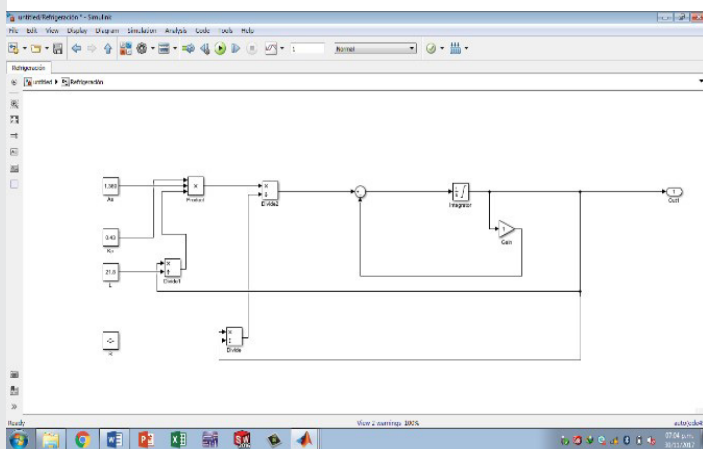


Figura 4. Sistema de Refrigeración

## RESULTADOS

De acuerdo con los datos recabados durante el estudio de campo se procedió a realizar el análisis de cargas térmicas de acuerdo con el procedimiento de ASHRAE 2001 de donde se obtuvo la tabla 3 la cual muestra las cargas térmicas de la zona sur del establecimiento, donde se concentra la mayor cantidad de irradiancia.

Tabla 3. Carga total para habitaciones dobles - zona 2 (sur).

Tiempo (hrs.)	Q Total (W/h)
9	9900.426209
10	11817.2197
11	13701.65049
12	14922.70639
13	15891.43871
14	15598.79035
15	15147.70001
16	14229.87909
17	13347.79403
18	12654.1459

En la tabla anterior podemos observar que el horario con mayor carga térmica de refrigeración se encuentra a las 13 horas. Posterior a ello se analizaron las edificaciones por medio de la interfaz Studio de TRNsys, tanto para las cargas térmicas, así como la radiación solar, que incide sobre los muros de las edificaciones, obteniendo así la figura 5, donde podemos observar una gráfica que muestra las temperaturas a lo largo del mes de mayo (verano), así como la carga de refrigeración necesaria para las edificaciones, en la figura 6, se muestra la radiación a lo largo de una semana del mismo mes.

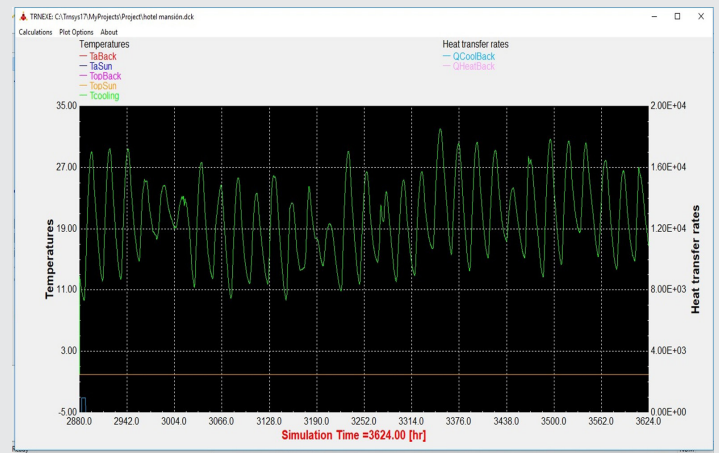


Figura 5. Análisis de temperatura y cargas térmicas para el mes de mayo

Analizando los gráficos y comparándolos con los resultados obtenidos en el análisis matemático de las cargas térmicas se puede determinar la necesidad de refrigeración en las instalaciones y el periodo du-

rante el cual sería necesario un equipo de climatización. Este análisis permite desarrollar un plan de administración de la energía destinada a este equipo, así como permitir seleccionar el equipo adecuado para cubrir la demanda de refrigeración.

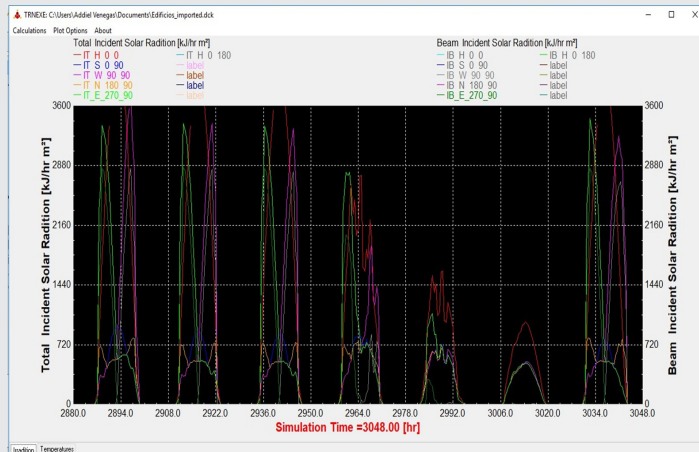


Figura 6. Análisis de radiación para la primera semana de mayo.

De acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente, se seleccionó un equipo de refrigeración basado en una bomba de calor geotérmica, con una capacidad de 16 kW de refrigeración y con un COP de 4.57. En la figura 7 se muestra la simulación del sistema de refrigeración de la BCG, que nos permite observar el cambio de temperatura que se lleva a cabo en el intercambiador de calor y el trabajo que debería realizar la bomba de calor para llevar a las condiciones de confort, el espacio a refrigerar.

## CONCLUSIONES

En conclusión, se determinó que la edificación sólo requiere de un sistema de refrigeración en verano, ya que para el invierno las condiciones de temperatura ambiente se mantienen cercanas a los rangos de condiciones de confort, con una demanda máxima de refrigeración de 15.89 kW/h. Por otra parte, se seleccionó un sistema de BCG Buderus Logatherm WPS 16 R con una capacidad de refrigeración de 16 kW y un COP de 4.57; aunque estos sistemas tengan un costo inicial más elevado que los sistemas convencionales su eficiencia y compatibilidad con otros sistemas de energía renovable los vuelve competitivos en el mercado.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] ATECYR. (2010). *Diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica*. IDAE. Madrid, España.

[2] McQuiston F., Parker J., Spitler J. (2003). *Calefacción, ventilación y aire acondicionado: análisis y diseño*. LIMUSA. México.

[3] 2001 ASHRAE Handbook of Fundamentals

[4] INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Ajacuba, Hidalgo; Clave geoestadística 13005*. INEGI. México.

[5] Fernández S. (2009). *GEOTERMIA*. Vaillant. España.

[6] Llopis G; Rodrigo V. (2009) *Guía de la energía geotérmica*. DGIE. Madrid, España.

[7] Villar Y. (2003). *Bombas de calor geotérmicas*.

[8] RENEDO C. (2013). *Energía Geotérmica*. Universidad de Cantabria. Santander, España.