

Oficinas Azimut: primer edificio de España con climatización híbrida (I Parte)

Energesis Ingeniería ha diseñado e implantado esta instalación híbrida que combina un sistema de climatización geotérmico y el sistema de climatización convencional, para climatizar un edificio de cuatro plantas con una superficie total de 1.350 m² que además de albergar las oficinas de la empresa Azimut contará con un museo náutico.

Consumo en climatización

Tal como se puede observar en la tabla 1, comparando las cargas totales que es necesario compensar tanto en refrigeración como en calefacción, aplicando las recomendaciones, se obtienen unos ahorros energéticos del 32% en refrigeración y un 36% en calefacción.

Instalación de climatización: bomba de calor geotérmica

La reducción del gasto energético en sistemas de climatización se relaciona directamente con el medio con el que se intercambia calor (aire, agua, suelo). El medio más empleado es el aire ambiente pero no el más eficiente, debido a la oscilación de su temperatura a lo largo del año.

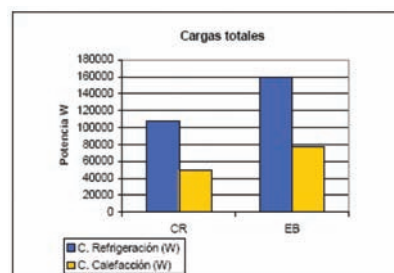
El intercambio con agua es más eficiente aunque presenta otros problemas asociados como la legionelosis (torres de refrigeración). El intercambio con el suelo es mucho más ventajoso, ya que la temperatura de la tierra es estable a lo largo del año a partir de una cierta profundidad (en torno a los 5 metros) y el intercambio se produce mediante un sistema cerrado sin contacto exterior. En la zona donde se situará el intercambiador tenemos una temperatura en el terreno de 18°C.

La manera de aprovechar dicho foco de temperatura constante a lo largo del año es mediante un intercambiador de calor embebido en el terreno. En este proyecto dicho intercambiador se realizará con perforaciones verticales en las cuales se introducirán tuberías de PE por las que circulará agua, de esta manera el sistema funcionará absorbiendo calor del terreno en invierno (evaporación de la bomba de calor) y cediendo calor al terreno en verano (condensación de la bomba de calor).

Tabla 1. Comparativa de las demandas de calefacción y refrigeración aplicando las recomendaciones o sin aplicarlas.

	Con Recomendaciones	Edificio Base	Ahorro
C. Refrigeración (W)	107.526	158.727	32%
C. Calefacción (W)	49.645	77.368	36%

Tabla 2. Cargas del edificio



Vista en sección del núcleo de la escalera utilizado como convector y climatizador natural.

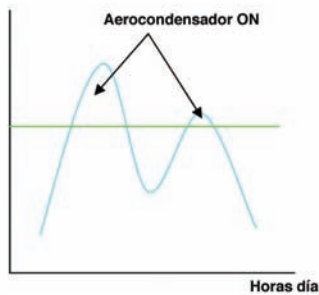
Este sistema, implementado mediante las denominadas bombas de calor geotérmicas, está menos extendido en el mercado, debido fundamentalmente al coste asociado al movimiento de tierras (zanjas y perforaciones), aunque está demostrado que es una tecnología eficaz en la producción de calor y frío, ya que consume una menor cantidad de energía primaria que el resto de sistemas convencionales, reduciéndose por consiguiente el consumo de combustibles fósiles y, como consecuencia, las emisiones de gases noci-

vos para el medio ambiente, como el dióxido de carbono.

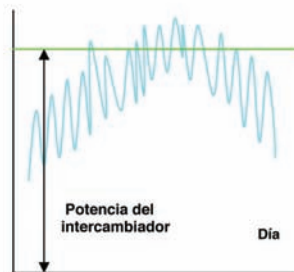
En muchas ocasiones, principalmente en los diseños relativos a edificios del sector terciario, es difícil conjugar la implantación de un sistema energéticamente eficiente, como es un sistema geotérmico, con un sistema económicamente rentable, con periodos de retorno de la inversión atractivos, debido a los sobrecostes por perforación. En estos casos, los diseños se basan en una combinación de sistemas que intercambian tanto con el aire como con el suelo, con el objeto de realizar un sistema energético y económicamente viable. Estos diseños, denominados sistemas híbridos, se implementan mediante la combinación de tecnologías y equipos existentes, no diseñados específicamente para este fin, por lo que es necesario un cuidadoso proyecto para la combinación de equipos formando un sistema global, así como el desarrollo de una estrategia de control específica.

A continuación se describen los principios de diseño de un sistema híbrido de bomba de calor acoplada al terreno mediante intercambiadores enterrados (bomba de calor geotérmica) y torre seca (sistema aerocondensador) para la climatización de edificios del sector terciario, principalmente oficinas y centros de trabajo, caracterizados por un uso energético intensivo en refrigeración, debido a la elevada carga térmica por iluminación, ocupantes y equipos. El sistema permite elevados aho-

Carga del edificio



Potencia media diaria



Modo de funcionamiento del sistema geotérmico híbrido

ros energéticos (entre el 20 y el 40%) respecto a los sistemas existentes actualmente en el mercado, optimizando a la vez los costes de implantación.

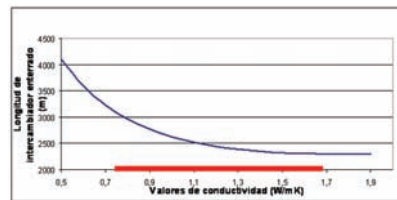
Diseño de un sistema híbrido

Generalmente en los edificios del sector terciario en las zonas de clima mediterráneo la demanda energética de climatización en refrigeración es mucho mayor que la de calefacción, por dicho motivo las bombas de calor cederán más calor al terreno (condensación) que el que absorban en calefacción (evaporación); este funcionamiento de las bombas de calor produce un aumento progresivo de la temperatura del terreno, produciéndose un descenso progresivo de la eficiencia (COP) de las bombas de calor.

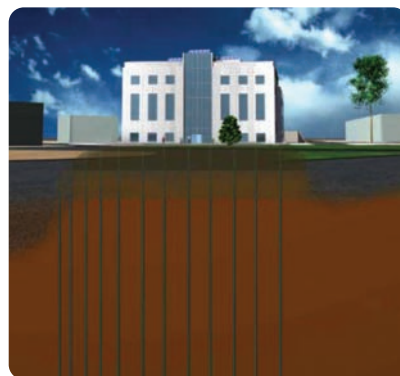
Para evitar este problema se plantea un diseño innovador consistente en una instalación geotérmica apoyada por un aerocondensador, denominada instalación geotérmica híbrida.

El uso de este tipo de instalaciones híbridas permite:

- Regenerar el terreno. Cuando en épocas de refrigeración aumenta la temperatura del terreno se puede evacuar el calor al ambiente mediante el aerocondensador. De esta misma manera también se puede preparar el terreno para la época estival disminuyendo su temperatura.
- Utilizar en todo momento el foco de calor más eficiente. En épocas de primavera-otoño donde se puede tener demanda de refrigeración es posible que sea más eficiente trabajar contra el ambiente que contra el terreno.
- Reducir considerablemente el tamaño del intercambiador geotérmico puesto que el dimensionamiento del intercambiador se realiza para la potencia de refrigeración nominal del edificio, no para la potencia pico. De es-



Evolución de la longitud del intercambiador con la conductividad



Esquema instalación geotérmica.

- ta manera en los momentos en donde por simultaneidad u otros factores tengamos una potencia por encima de la nominal se pondrán en funcionamiento ambos sistemas (intercambiador y aerocondensador) para condensar las bombas de calor.
- Reducir considerablemente el coste del intercambiador y el tiempo de amortización de la instalación debido a la reducción de los metros de perforación.
- Mejorar la eficiencia de la instalación. Desarrollando un sistema de control adecuado se puede llegar a ahorrar más de un 30% respecto a un sistema convencional.

El criterio de dimensionado de un sistema híbrido, es decir, el tamaño del intercambiador de calor enterrado (metros de perforación necesarios) y la potencia del aerocondensador auxiliar se basa en el periodo de retorno de la inversión. Existe un punto óp-

timo de diseño si representamos el cociente entre el coste de la instalación y el ahorro energético en la explotación en función de la potencia condensada en el foco aire. Esto significa que, en función del factor de utilización de la instalación, la instalación geotérmica puede estar más o menos sobredimensionada para la demanda base de energía, con lo que el aumento de coste de inversión es más significativo que el ahorro económico en la explotación.

Como se observa en la figurma que muestra el modo de funcionamiento de la instalación híbrida a lo largo de un día de verano y a lo largo de todo el año. Como se observa, el aerocondensador únicamente entraría en funcionamiento en determinadas horas del día en refrigeración, cuando el sistema demandara una potencia superior a la de diseño del sistema geotérmico.

Se ha realizado una simulación del sistema mediante el programa TRNSYS para verificar los ahorros mencionados anteriormente. Dicho software cuenta con diferentes módulos cada uno de ellos caracterizado por unas determinadas ecuaciones de comportamiento, las variables de entrada y salida de cada uno de los módulos se pueden interconectar para formar un sistema lo más cercano a la realidad. También contamos con la base climática de la zona donde está ubicado el edificio, de esta manera podemos realizar la simulación del sistema y obtener el consumo energético obtenido.

Para realizar correctamente un dimensionado de un sistema geotérmico es muy importante saber con precisión las características térmicas de dónde se va a realizar el intercambiador. Por ello en algunas ocasiones es factible llevar a cabo una medida de la conductividad del terreno in situ.

Es posible observar la fuerte influencia de la conductividad respecto a los metros de intercambiador necesario.

Como se puede ver, una variación pequeña de la conductividad implica una variación considerable de la longitud del intercambiador. La forma de llevar a cabo la medida de la conductividad es mediante un laboratorio el cual realiza mediante introducción de un pulso de calor o frío y con la toma de datos de las temperaturas de entrada y de salida del agua un análisis mediante el que se puede llevar a cabo la caracterización del terreno. La pendiente de la recta calculada es la resistencia del pozo donde se va a instalar el intercambiador en las condiciones exactas de trabajo.