

Proyectos Emblemáticos



en el **Ámbito** de la
Energía Geotérmica



Esta versión forma parte de la Biblioteca Virtual de la **Comunidad de Madrid** y las condiciones de su distribución y difusión se encuentran amparadas por el marco legal de la misma.



comunidad.madrid/publicamadrid

Depósito Legal: M -

DISEÑO E IMPRESIÓN:



Tel: 91 612 98 64

Agradecimientos

La Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, junto con la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, han elaborado esta segunda edición de la publicación “Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía Geotérmica”, que se presenta coincidiendo con la celebración del III Congreso de la Energía Geotérmica en la Edificación y la Industria – GeoEner los días 25 y 26 de abril de 2012.

Esta publicación se ha podido realizar gracias a la colaboración e interés mostrados por las diferentes empresas, entidades y propietarios que han intervenido en la puesta en marcha de los proyectos que en esta Guía se describen.

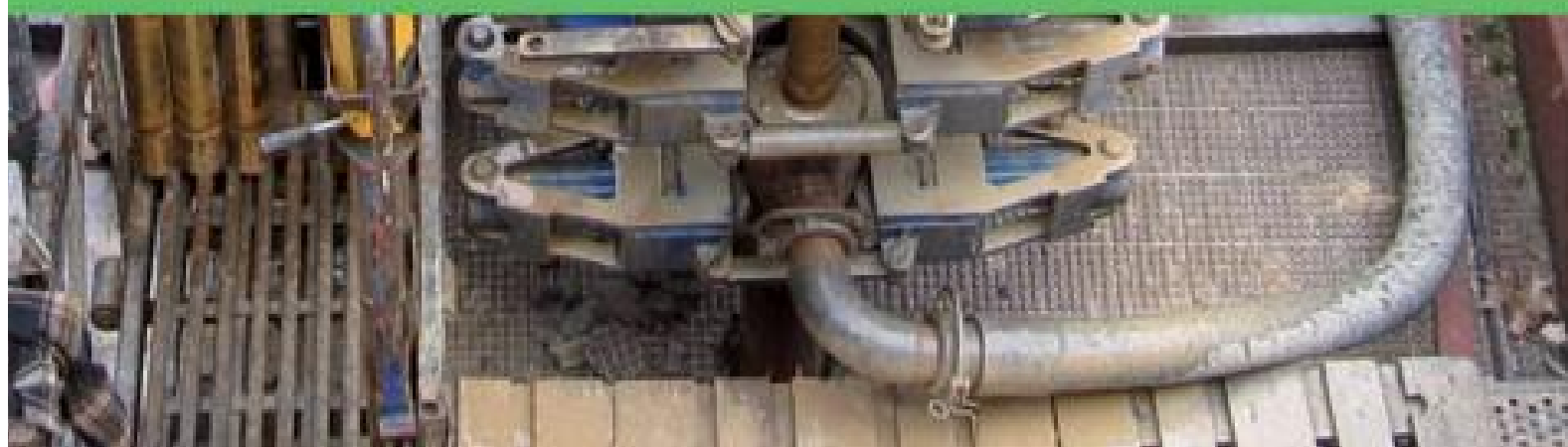
Con esta publicación se pretende dar una visión de la evolución de los aprovechamientos geotérmicos que actualmente se están realizando en nuestra región, confirmando las grandes posibilidades que este tipo de energía renovable presenta para la climatización de edificios, así como su aportación en el desarrollo energético sostenible de la Comunidad de Madrid.

En la elaboración de esta Guía, se ha contado con la colaboración de las siguientes entidades:

- Akiter Renovables
- BBVA
- Blue Energy Intelligent Services
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid
- Eneres Sistemas Energéticos Sostenibles
- Geomad Instalaciones
- Geoter
- Girod Geotermia
- Grupo CPs
- Grupo Ortiz
- IEP Geotermia
- Ingeo
- Tecapima 2010
- Valoriza Energía



Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía Geotérmica 2



Índice



Índice

Índice

Presentación

11

Proyectos

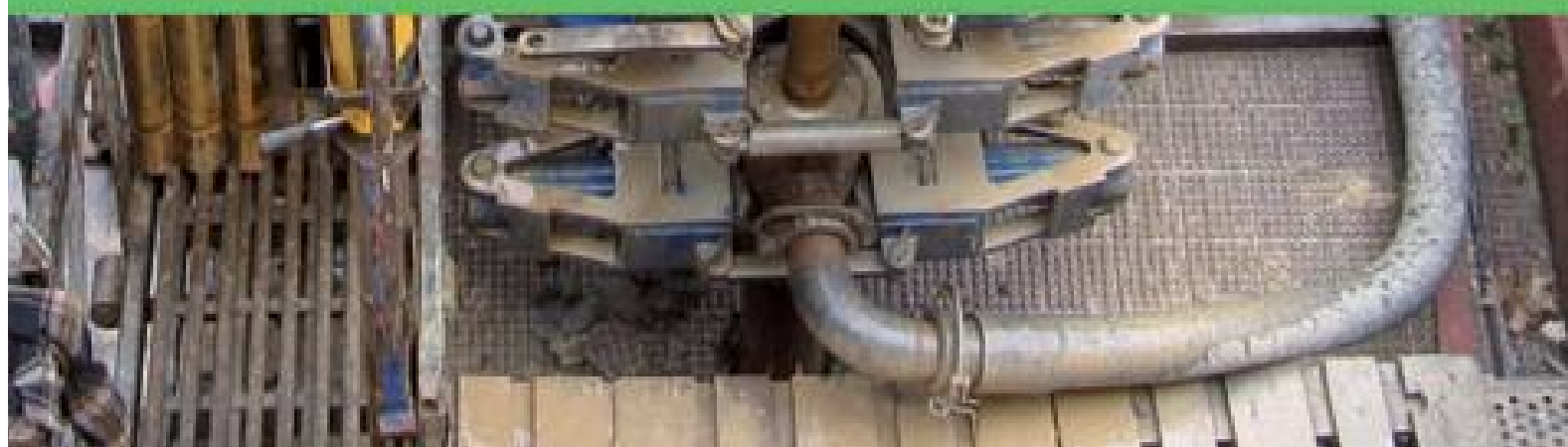
- 1 Edificación de la sede de IMDEA Energía 14
- 2 Aprovechamiento geotérmico en una vivienda unifamiliar en Pozuelo de Alarcón 16
- 3 Primer proyecto GEOTCASA de España: Rehabilitación energética de vivienda unifamiliar de Alcobendas 18
- 4 Sustitución de caldera de gasoil por energía geotérmica en vivienda con más de 10 años 20
- 5 Sistema geotérmico con dos bombas de calor para climatización de vivienda con piscina cubierta 22
- 6 Nuevo teatro infantil y centro cultural del Ayuntamiento de Madrid 24
- 7 Instalación de sistema geotérmico en vivienda unifamiliar 26
- 8 Instalación geotérmica en una vivienda unifamiliar en Pozuelo de Alarcón 28
- 9 Aprovechamiento geotérmico en edificio tecnológico del Grupo CPs en el Parque "Leganés Tecnológico" 30
- 10 Sistema geotérmico de alta eficiencia energética en vivienda unifamiliar singular 32
- 11 Instalación geotérmica en la nueva sede del BBVA 34
- 12 Optimización en el diseño del colector en una instalación con bomba de calor geotérmica 36
- 13 Aprovechamiento geotérmico para la primera catedral española de la Iglesia Ortodoxa Rumana de Madrid 38
- 14 Aprovechamiento de energías renovables en el Centro de Educación Ambiental El Campillo 40
- 15 Sistema geotérmico en el nuevo Edificio Polivalente de la Universidad de Alcalá de Henares 42
- 16 Nueva sede del Grupo Ortiz en el Ensanche de Vallecas 44
- 17 Instalación de geotermia en la nueva sede de Radiotrans en el Parque Tecnológico de Leganés 46
- 18 Instalación geotérmica en Soto del Real 48
- 19 Instalación de sistema geotérmico en vivienda unifamiliar 50

Anexo

- Situación geográfica de los proyectos en la Comunidad de Madrid 54
- Información acerca de esta Guía 56



Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía Geotérmica 2



Presentación



Presentación

P Presentación

La energía geotérmica, gran desconocida hasta hace poco tiempo, es una fuente energética que ha despertado últimamente un gran interés, tanto en los promotores de instalaciones relativamente grandes que aprovecharían esta energía para generación de electricidad o de calefacción de distrito, como en los pequeños consumidores que la demandan para calefacción, refrigeración o producción de agua caliente sanitaria.

Y es precisamente en este último tipo de aprovechamiento de la energía geotérmica para climatización de edificios en el que la Comunidad de Madrid está experimentando un espectacular incremento en el número de instalaciones que hasta hace muy poco tiempo eran prácticamente inexistentes, ya que en la actualidad se ha alcanzado un parque de, aproximadamente, 120 instalaciones ya autorizadas, que se traducen en más de 4.400 kW de potencia instalada.

Además, 34 de estas instalaciones han recibido algún tipo de subvención por parte de la Comunidad de Madrid a través del actual Plan de Impulso a las Energías Renovables.

Paralelamente, se ha observado un importante aumento del tamaño o potencia de las bombas de calor, pasando de pequeños proyectos en viviendas unifamiliares a instalaciones más grandes en el sector industrial y terciario.

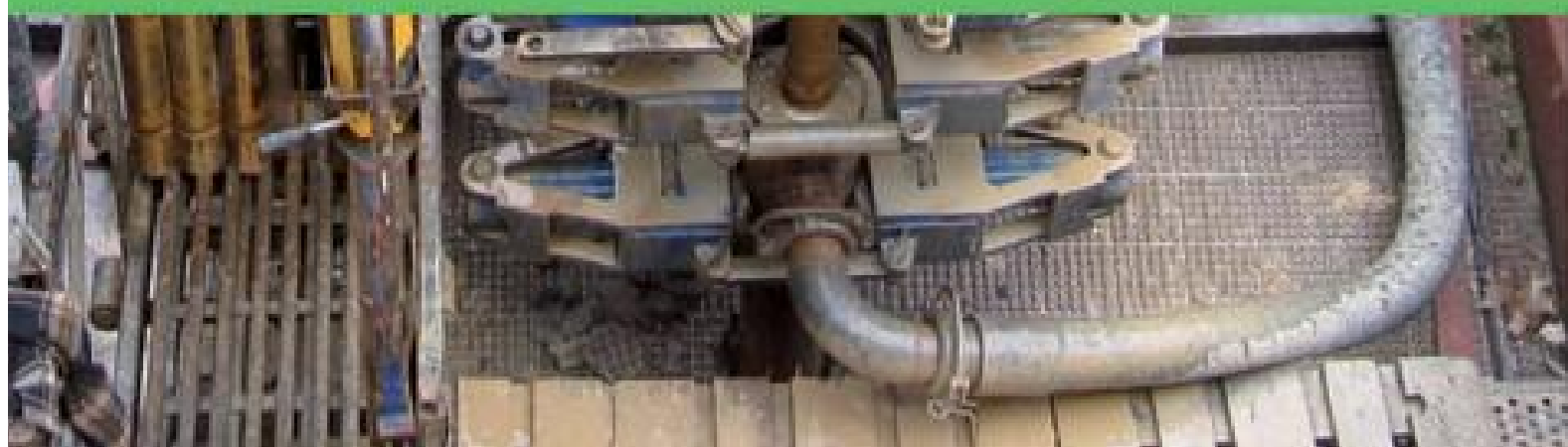
Estas cifras permiten apuntar a un constante aumento del parque a corto y medio plazo, a lo que en buena medida ha contribuido el esfuerzo realizado desde la Administración Autonómica durante los últimos años.

Así, desde el año 2008, la Comunidad de Madrid, a través de su Dirección General de Industria, Energía y Minas, está realizando una serie de iniciativas y actividades con el objetivo de difundir y potenciar las enormes posibilidades energéticas que este tipo de instalaciones presenta en nuestra región, ya que su aprovechamiento encaja perfectamente con las líneas estratégicas marcadas en la planificación energética, puesto que es una fuente autóctona y renovable, y proporciona un considerable ahorro energético.

En este entorno se enmarca esta segunda edición de **“Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía Geotérmica”** que se presenta en el III Congreso de Energía Geotérmica en la Edificación y la Industria – GeoEner 2012, donde se recogen una serie de proyectos con los que se pretende mostrar la evolución y desarrollo que está sufriendo el aprovechamiento de este tipo de energía en nuestra región.



Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía Geotérmica 2



Proyectos



Proyectos

1 Edificación de la sede de IMDEA Energía



Edificación de la sede de IMDEA Energía

Lugar: C/ Ramón de la Sagra, 3

Municipio: Móstoles

Fecha de ejecución: 2010 - 2011

Participantes:

- Propiedad: Fundación IMDEA Energía
- Arquitectos: Arkitoools
- Constructor: Sacyr
- Geotermia: Valoriza Energía - Iberese (Grupo SyV)

Descripción

La sede de IMDEA Energía (Instituto Madrileño de Estudios Avanzados) ha sido construida por Sacyr, cerca de la Universidad Rey Juan Carlos en el municipio de Móstoles (Madrid). El edificio utiliza energías renovables, como la solar fotovoltaica y la geotérmica, así como cogeneración para la climatización y generación de agua caliente sanitaria.

Este edificio es pionero en la hibridación de diferentes energías renovables, combinado con una arquitectura en la que la orientación de las diferentes fachadas busca una mayor eficiencia energética, aplicando criterios de arquitectura bioclimática, de manera que se optimicen los recursos y se minimicen las pérdidas energéticas. Esto lo convierte en un edificio sostenible y de alta eficiencia energética.

La Fundación IMDEA Energía ha establecido entre sus objetivos la consecución de la Certificación LEED del edificio, para lo cual se han tomado diversas medidas en el desarrollo de los trabajos y la adopción de una serie de buenas prácticas durante el proceso constructivo, con el objeto de disminuir su impacto ambiental y energético.

Intercambiador de calor terrestre (ICT). Sondeos y pilotes termoactivos

La instalación geotérmica es una obra de referencia por combinar perforaciones geotérmicas con cimentación termoactiva, y por haber empleado materiales poliméricos de última generación y máxima calidad, polietileno reticulado (PE-Xa) de Rehau, tanto para los intercambiadores como para su conexionado hasta la sala técnica HVAC.

El intercambiador geotérmico se compone de 15 pilotes termoactivados de 24 m de profundidad, que forman parte de la cimentación del edificio, alojando un total de 1.600 m lineales de tubería Ø25 mm en la cimentación, y 24 perforaciones geotérmicas de 125 m de profundidad, dotadas de doble bucle 32 mm, que suman en total 3.000 m lineales de intercambiador geotérmico.



Las conexiones de las perforaciones y los pilotes fueron realizadas mediante la técnica de "retorno invertido", también conocida como sistema Tichelmann. Se dividieron en 6 grupos de 4 perforaciones y 3 grupos de 5 pilotes termooactivos, instalando un total de 800 metros de colector horizontal hasta la sala técnica.



instalación geotérmica: distribución espacial de los sondeos, optimización del conexionado horizontal, ensayos hidrogeológicos, perfiles de temperatura en profundidad y realización de 5 ERT.

Bomba de calor reversible

La sede consta de 2 edificios unidos entre sí, y para climatizar la Fase I se ha instalado una bomba de calor geotérmica reversible DYNA-CIAT de 100 kW de potencia calorífica y 77 kW de potencia frigorífica que cubre cerca del 50% de la demanda base de climatización.

La potencia se puede ampliar para cubrir las necesidades de climatización de la Fase II mediante la instalación de una bomba de calor geotérmica suplementaria. Los sondeos y pilotes podrían llegar a aportar hasta 240 kW para calor y 200 kW de frío a todo el conjunto.

Beneficios – Impactos positivos

Este sistema geotérmico de alta eficiencia permite ahorrar hasta un 75% de la energía eléctrica empleada en comparación con otros sistemas convencionales de menor eficiencia. Esto supone un ahorro aproximado del 20% de la energía total demandada por el edificio.

Así mismo, la producción total de emisiones del edificio a la atmósfera se reduce en un 15%, en comparación con un sistema convencional de producción mediante calderas. Este ahorro supone una reducción de emisiones de CO₂ cercano a las 70 t/año.

Las técnicas y soluciones empleadas para la construcción de los intercambiadores han permitido aumentar el rendimiento del intercambio térmico de los captadores con el terreno. Se han empleado morteros geotérmicos de última generación, asegurando conductividades superiores a 2,0 W/(m·K).



Además, el equipo de especialistas de Geotermia liderados por Daniel Muñoz ha efectuado una serie de mejoras que hacen más eficiente la



2 Aprovechamiento geotérmico en una vivienda unifamiliar en Pozuelo de Alarcón



Aprovechamiento geotérmico en una vivienda unifamiliar en Pozuelo de Alarcón

Lugar: C/ Arizónicas 14

Municipio: Pozuelo de Alarcón

Fecha de puesta en marcha: 2010

Participantes:

- Girod Proyectos, S.L.
- Perforaciones Jofer, S.L.
- Itra, S.L.

Descripción

El consumo energético destinado a la climatización y a la producción de ACS constituye una parte muy importante del consumo total de las viviendas, máxime teniendo en cuenta que la demanda de refrigeración va en aumento en nuestro país. Es por ello que cualquier ahorro que se produzca en dicho consumo será beneficioso para todos.

Dichos ahorros pueden venir por diferentes caminos, tales como un buen aislamiento, usos racionales de la energía o mediante el empleo de sistemas eficientes que optimicen dichos consumos energéticos. Los sistemas de climatización mediante bomba de calor geotérmica están considerados como los sistemas más eficientes para la producción de calefacción, refrigeración y ACS.

La vivienda, situada en Pozuelo de Alarcón, aprovecha esta tecnología para la producción de calefacción, refrigeración y ACS, además del alargamiento de temporada de la piscina exterior. Se trata de una vivienda de 850 m². El sistema de distribución es mediante suelo radiante (frío y calor) y fancoils (frío).

Los equipos instalados son:

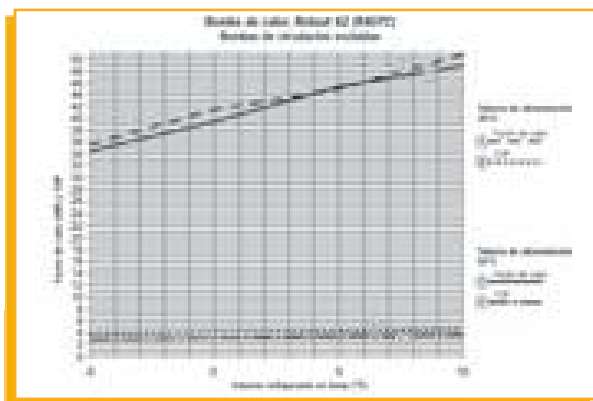
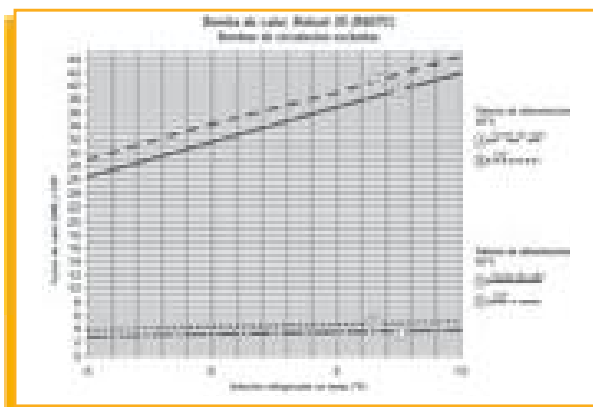
- Dos bombas de calor Thermia modelos Robust 35 y Robust 42.
- Dos tanques Thermia para ACS modelos KBH de 200 y 1.000 litros.



La potencia total instalada en la vivienda es de 95 kW en modo calefacción (B10W35 según Norma EN255) y de 77 kW en modo refrigeración.

Los tanques KBH son de doble pared Thermia con tanque interior de cobre para mayor eficiencia. Para calentar el agua, las bombas de calor disponen de un segundo condensador denominado de "gas caliente" situado antes del condensador principal, que eleva la temperatura en muy corto espacio de tiempo. No se dispone de tanque de inercia para calor ya que la bomba de calor trabaja con curva de calor. Esto es, en función de la temperatura exterior, se impulsará el agua de calefacción a diferente temperatura: a menor temperatura externa, mayor temperatura de impulsión. Con ello se consiguen elevados ahorros energéticos, ya que se evita la acumulación de elevadas temperaturas para posteriormente realizar una mezcla.

Las siguientes gráficas muestran las potencias de las bombas de calor en función de la temperatura del terreno.



El campo de captación está constituido por cinco perforaciones verticales de 170 m de profundidad, rellenas con cemento-bentonita. Se introdujeron captadores energéticos en configuración de U simple marca Muovitech PEM 40x3,7 PN16 PE100 2x170 m con peso de retorno de 22 kg incluido y punta reforzada.

Se realizó un test de respuesta térmica para comprobar las características del terreno mediante el conocimiento de la conductividad térmica y la resistividad. Los datos obtenidos fueron:

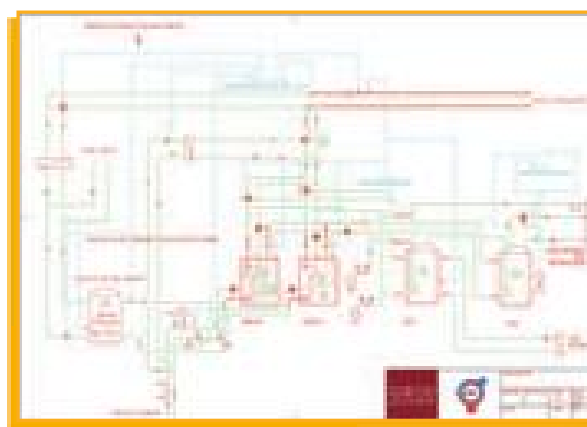
- Conductividad térmica λ : 2,5 W/m·K.
- Resistividad: 0,078 K/(W/m).



Consumos y ahorros energéticos

El consumo previsto por la vivienda para la calefacción y refrigeración es de 122.724 kWh/año y de 7.000 kWh/año para la producción de ACS. La energía consumida por parte de la instalación geotérmica es de 38.800 kWh/año, el cual incluye el compresor, las bombas de circulación y el apoyo eléctrico. Ello supone un ahorro del 70%.

En cuanto a la emisión de gases de efecto invernadero, el empleo de la geotermia supone un ahorro frente a un sistema convencional del 45%, siendo el total de CO₂ emitido de 13.965 kg.



Una ventaja importante en esta instalación es la capacidad de simultanear diferentes demandas que surjan a la vez. Por ejemplo, se puede suministrar frío a una zona determinada mediante fancoils mientras se suministra calefacción en otra zona por suelo radiante. Adicionalmente a las ventajas de ahorro energético, el arquitecto ha podido desarrollar su proyecto sin tener que colocar ventiladores de aire acondicionado ni paneles solares. Las perforaciones y la arqueta de unión están totalmente integradas en el paisaje del jardín.

En verano, cuando los equipos están enfriando la casa, disipan primero todo su calor a la piscina para asegurar una agradable temperatura sin ningún coste adicional. Cuando la piscina está a la temperatura deseada, se disipa el calor sobrante en el terreno, mejorando la temperatura de la tierra para aumentar la eficiencia en otoño.

El sofisticado ordenador de Thermia Robust gestiona el frío y el calor. Con su servidor integrado se puede hacer un seguimiento detallado vía internet.

3

Primer proyecto GEOTCASA de España: Rehabilitación energética de vivienda unifamiliar de Alcobendas



Primer proyecto GEOTCASA: Rehabilitación energética de vivienda unifamiliar

Lugar: Soto de La Moraleja

Municipio: Alcobendas

Fecha de puesta en marcha: 2011

Participantes:

- Servicios Energéticos Geoter & Clysema A.I.E.

Introducción

La utilización de la geotermia como base energética renovable aporta a las instalaciones en las que se implementa una serie de ventajas comparativas importantes, lo cual dota a esta tecnología de un interés ciertamente especial, ya que la disponibilidad del recurso energético es total en términos temporales.

Partiendo de esta base y conscientes de la situación energética presente, el Instituto para el Ahorro y la Diversificación Energética del Gobierno de España (IDAE) ha puesto en marcha, dentro del Plan de Energías Renovables, el denominado programa GEOTCASA. A través de este programa se pretende impulsar la energía geotérmica como fuente de energía en instalaciones térmicas de edificios.

Se trata de una línea de financiación mediante la cual IDAE quiere promover la utilización de la energía geotérmica a través de instalaciones de

calidad que garanticen un correcto funcionamiento, para lo cual cuenta con una serie de empresas de servicios energéticos habilitadas. De estas empresas, el grupo GEOTER&CLYSEMA ha conseguido ser la primera empresa de servicios energéticos en realizar los dos primeros proyectos bajo este programa gubernamental.

Descripción

El proyecto sobre el que versa el presente artículo es, como ya se ha apuntado, el primero en realizarse dentro del programa GEOTCASA. Se trata de una rehabilitación energética de una vivienda unifamiliar adosada en la zona norte de Madrid, en concreto en el Soto de la Moraleja, en la localidad de Alcobendas.

Se trata de una vivienda de 190 m² en la cual se va a dar respuesta a las necesidades térmicas de la misma, tanto de calefacción como de refrigeración y de agua caliente sanitaria. La demanda energética es de 30.066 kWh/año.



Se implantó un sistema de distribución térmica de suelo radiante/refrescante que sustituye al anterior basado en radiadores y unidades tipo split, lo cual redundará en unos mejores parámetros de confort, así como en una mayor inercia térmica de la instalación.



Como fuente energética de la instalación se diseñó y ejecutó un sistema geotérmico de tipo cerrado vertical, basado en una única perforación realizada en el patio delantero.

La captación energética se basa en un intercambiador geotérmico vertical de 170 m de profundidad realizado con personal y maquinaria específica para geotermia mediante la técnica de circulación directa y lodos, empleando agua como fluido de perforación y realizando labores de doble entubación simultánea hasta 63 m para garantizar la completa estabilidad de la perforación.

El intercambiador de calor geotérmico se equipa con una sonda geotérmica de tipo doble U de diámetro 40 mm y con características técnicas PE RC SDR 11 PN16 TÜV, rellenándose el espacio anular entre las paredes del sondeo y la sonda mediante una suspensión térmica específica de aplicaciones geotérmicas denominada ThermoCem PLUS.

La captación geotérmica ha sido diseñada por el gabinete de ingeniería de GEOTER&CLYSEMA y simulado mediante el software geotérmico Earth Energy Designer (EED) en su versión 3.15, garantizándose la sostenibilidad de funcionamiento del sistema durante un período global de 25 años.

La sala técnica de la instalación está integrada por una bomba de calor geotérmica de última generación y alta eficiencia energética del fabricante alemán Stiebel Eltron. En concreto, se trata del modelo WPF 13 Cool, capaz de satisfacer, como ya se ha apuntado, las necesidades térmicas de calefacción, agua caliente sanitaria y refrigeración de la vivienda objeto de proyecto.

La instalación se completa con un depósito de inercia de 260 litros y otro destinado a la acumulación de agua caliente sanitaria de 300 litros de capacidad que aportan inercia y estabilidad térmica a la instalación, optimizando el funcionamiento de la misma.

Los ratios de funcionamiento de esta instalación se cifran en unos valores de COP de 4,4 en términos de calefacción y de 5,5 para el modo refrigeración, en las condiciones más desfavorables, lo que conlleva un importante ahorro en la explotación de la instalación en comparación con otras tecnologías disponibles.

De esta forma, la instalación conllevará un ahorro económico en su explotación de aproximadamente el 14,5%, reduciendo además las emisiones de CO₂ a la atmósfera en un total de 5,48 t/año.

4 Sustitución de caldera de gasoil por energía geotérmica en vivienda con más de 10 años



Sustitución de caldera de gasoil por energía geotérmica en vivienda con más de 10 años

Municipio: Manzanares el Real

Fecha de puesta en marcha: 2011

Participantes:

- Geomad Instalaciones

Descripción

La conciencia de particulares por el respeto a la naturaleza y al medio ambiente ha sido la principal razón de cambio para el propietario de esta vivienda.

Cuando se inició este proyecto, se buscaban dos objetivos claros: la máxima eficiencia de la nueva instalación y la integración de la instalación con la vivienda existente.

La vivienda consta de una parcela amplia con fácil acceso y 160 m² a climatizar.

El método elegido para el aprovechamiento de la energía geotérmica es la captación vertical. Gracias al terreno granítico de la zona y a la cantidad de agua encontrada en el sondeo, se garantiza una buena transmisión térmica.

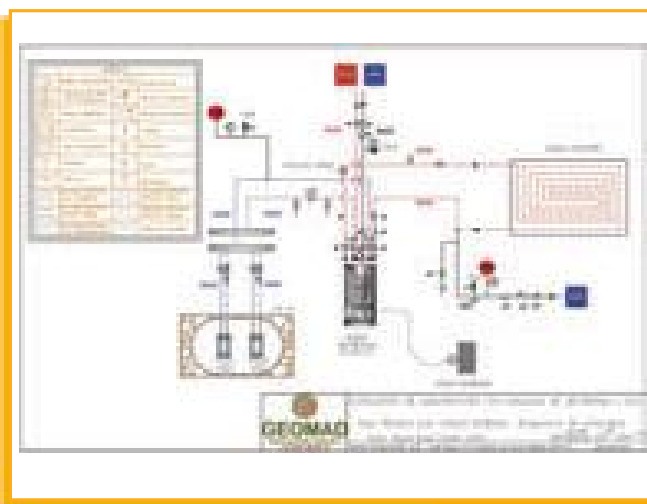
El circuito hidráulico se conecta a los intercambiadores de las bombas y ésta, a su vez, al suelo radiante y el ACS, respectivamente.

Utilización

Para este proyecto se ha contemplado una perforación de 140 metros conectada a una bomba de 8 kW, con depósito de ACS de 180 l integrado en la bomba, los cuales suministran a la vivienda el 100% de ACS y calefacción.

La conexión del circuito se ha realizado en polietileno PE 100 en sus diferentes diámetros.

Con una correcta instalación, esta tubería resiste muchas décadas, pues es inerte ante las sustancias químicas del suelo, tiene buenas propiedades de conducción térmica y no soporta realmente la presión pues está confinada en el hormigón.



Beneficios - Impactos positivos

El impacto positivo es patente en tanto en cuanto la reducción de CO₂, el consumo mensual y la comodidad de no tener que depender de reabastecerse continuamente de combustible.



Cálculo de la demanda y consumo estimado

Como ya se ha comentado, se estima una necesidad energética en la vivienda de 18.304 kWh/año, incluido el ACS (3.000 kWh/año).

La bomba geotérmica NIBE Fighter 1245-8 tiene un consumo de 4.412,65 kWh/año, a lo que hay que añadir los 755 kWh/año de consumo de la bomba de recirculación y los 256 kWh/año de la resistencia auxiliar utilizada como apoyo.

Un consumo total de 5.423,65 kWh/año que reduce en algo más de un 70% el gasto energético del edificio.

SITUACIÓN INICIAL

Combustible	Gasoil
Producción	100% calefacción 100% ACS

SITUACIÓN FINAL

Bomba geotérmica	NIBE Fighter 1245-8
Acumulador ACS	180 l (integrado en la bomba)
Perforación	140 m



El COP conseguido es superior a 4 en valores absolutos y de 3,3 si se considera el total de los componentes que intervienen en la instalación.

5 Sistema geotérmico con dos bombas de calor para climatización de vivienda con piscina cubierta



Sistema geotérmico con dos bombas de calor para climatización de vivienda con piscina cubierta

Lugar: Urbanización Santa María

Municipio: Villanueva del Pardillo

Fecha de puesta en marcha: 2009

Participantes:

- Akiter Renovables SL

Descripción

Durante los años 2008 y 2009, Promociones Swandance construyó en el término municipal de Villanueva del Pardillo (Madrid) una vivienda unifamiliar de lujo, que será empleada como primera residencia, con una superficie construida de 670 m² y piscina climatizada en su interior.

El cliente, consciente del elevado consumo energético que supone satisfacer la demanda de calefacción, refrigeración, ACS y la necesidad de climatizar una piscina cubierta de uso permanente, recurrió a Akiter Renovables para que desarrollara el proyecto de ejecución de una instalación geotérmica de alta eficiencia.

El objetivo era conseguir unas condiciones de confort total tanto en la zona de vivienda como en la de piscina, durante todos los días de año, mediante el uso de una energía que pone énfasis

en la economía de explotación, el confort de uso y la condición de energía renovable.

En base al estudio de cargas y necesidades térmicas realizado, con una potencia pico de 48.444 kW, se determina la instalación de dos bombas de calor geotérmicas de 20 y 36 kW, que darán servicio al suelo radiante/refrescante de la vivienda, a una red de apoyo de emisores de baja inercia tipo fancoils, al consumo de agua caliente sanitaria y al circuito de calentamiento del agua del vaso de la piscina cubierta y climatización del local.

El terreno sobre el que se asienta la edificación es areno/arcilloso de naturaleza inestable, con abundante presencia de agua. Fue por eso que, originalmente, se diseñó un sistema geotérmico en bucle abierto.

Una vez realizado el primer sondeo, se procedió a realizar el aforo del mismo para evaluar si se disponía de un caudal de extracción de, al menos, 7 m³/h que fuera suficiente para su aprovechamiento.

Los resultados obtenidos manifestaban la insuficiencia de caudal existente y hubo que abandonar el planteamiento inicial de hacer una captación en bucle abierto y se optó por un sistema vertical en bucle cerrado mediante la instalación de cuatro sondas geotérmicas de doble bucle de 150 metros de profundidad cada una.



Instalación

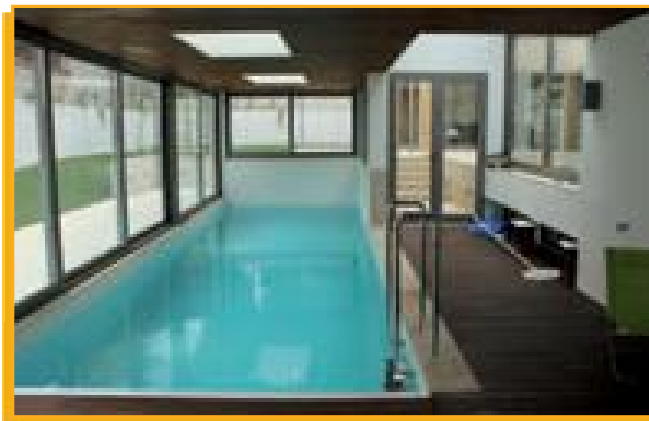
El campo de captación, compuesto por un conjunto de tuberías de PE de alta densidad electrosoldadas por donde circula agua con glicol que actúa como fluido caloportador, se acopla al sistema geotérmico por medio de un colector de distribución provisto de caudalímetros individuales de regulación.

La producción de frío y calor se resuelve con la instalación de dos bombas de calor geotérmicas, modelo AGEO 65HT y 120HT, con una potencia nominal de 19,8 y 36,3 kW, respectivamente. Los COP declarados por el fabricante en condiciones de ensayo de B5W35 son superiores a 5.

La instalación se diseña para que la bomba de calor geotérmica de menor potencia, AGEO 65HT, se encargue de cubrir la demanda de ACS, con un depósito de 300 litros que tiene prioridad sobre el resto de servicios. También es la responsable de la climatización de la piscina cubierta, tanto del calentamiento del vaso (25 °C) mediante intercambiador de placas de 32 kW, como de la climatización del local (27 °C) por medio de una deshumectadora BCP que cuelga del sistema geotérmico.

La otra bomba de calor, de 36,3 kW, cubre las necesidades de calefacción y refrigeración de la superficie habitable de la vivienda, con suelo radiante refrescante como emisor principal y una red de 9 unidades de fancoils de apoyo de respuesta rápida.

La AGEO 120HT trabaja contra un depósito de inercia de 300 litros donde almacena agua a 40 °C aproximadamente, para ser impulsada directamente a la red de fancoils si cualquiera de ellos es encendido, y para ser aprovechada en el suelo radiante/refrescante mediante una válvula mezcladora de tres vías regulada con curva de calefacción en función de las condiciones externas.



La puesta en marcha del sistema geotérmico se realizó en el año 2009, habiendo configurado unos parámetros de funcionamiento óptimos para obtener la máxima eficiencia energética.

Beneficios - Conclusiones

La instalación geotérmica materializada por Akiter Renovables, desde la fase inicial de diseño hasta la ejecución de la captación geotérmica, cuarto técnico y unidades de climatización interiores, se traduce en la satisfacción plena del cliente.

El buen funcionamiento del sistema, con una elevada eficiencia energética, es fruto de un diseño acertado y de la vigencia de un mantenimiento adecuado, lo que repercute en la disminución de la factura energética mensual.

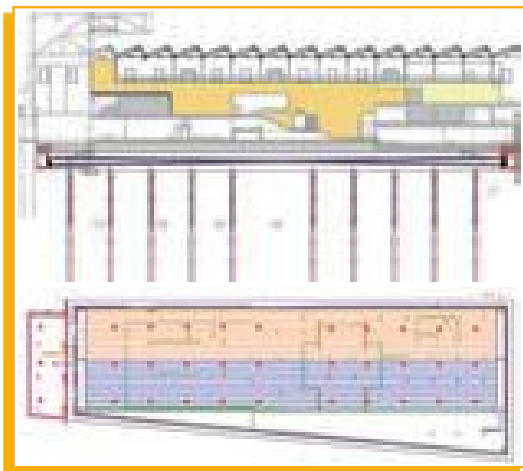
Los ahorros producidos por el sistema geotérmico en comparación con un sistema convencional con caldera de gasóleo y enfriadora, son de, aproximadamente, el 40% en el consumo de energía primaria, y del 43% en emisiones de CO₂ a la atmósfera con una disminución de 15,8 t/año.

Características de la instalación

Captación geotérmica (nº sondas)	4x150 m
Potencia total instalada	19,8 + 36,3 kW
Estimación energía demandada	131.618 kWh/año
Consumo energía primaria convencional	12.148 kWh/año
Consumo energía primaria geotermia	7.313 kWh/año
Ahorro económico anual	4.788 €

6

Nuevo teatro infantil y centro cultural del Ayuntamiento de Madrid



Sección y planta del edificio con los intercambiadores geotérmicos aire-tierra y aire-agua superpuestos. Fuente: Eneres

Nuevo teatro infantil y centro cultural del Ayuntamiento de Madrid

Lugar: Cuartel de Daoiz y Velarde. C/ Alberche s/n. Distrito de Retiro

Municipio: Madrid

Propiedad: Ayuntamiento de Madrid

Participantes:

- Fernández Molina Obras y Servicios
- ENERES Sistemas Energéticos Sostenibles
- Rafael de la Hoz. Arquitectos

Descripción

Se trata del proyecto y obra de recuperación de una antigua nave de los antiguos cuarteles en el complejo de Daoiz y Velarde para su reconversión en Teatro Infantil y Centro Cultural.

El hecho de que el edificio esté destinado a ser usado por niños, un grupo sensible y activo, que por su acelerado metabolismo intercambia energía y aire con el medio en proporciones mucho mayores que la población adulta, exige un estricto cuidado de las condiciones higrotérmicas y de la calidad del aire de los espacios interiores. Por esa razón, se presta especial atención en este

edificio a los dos grandes vectores de la eficiencia energética: la climatización y la renovación de aire. A ellos se aplican con excelentes resultados, en términos de calidad y eficacia en la cobertura energética, sistemas de intercambio geotérmico.



Vista aérea general de la nave a rehabilitar. Fuente: Eneres

Climatización geotérmica y termoactiva

Para cubrir la totalidad de la demanda energética del edificio en climatización la actuación contempla la construcción de 33 intercambiadores verticales geotérmicos con una profundidad de 157 m y bombas geotérmicas con una potencia en calefacción de 174 kW y 127 kW en refrigeración.

Con el fin de asegurar un rendimiento óptimo del sistema energético, la climatización se resuelve tanto para la calefacción como para la refrigeración, utilizando las losas del forjado del edificio como losas termoactivas, 7.200 m², en todas las dependencias del edificio, que al igual que el terreno, trabajan en bandas ajustadas de moderada temperatura, acumulando mucha energía a baja potencia y asegurando un excelente nivel de confort radiante a los usuarios.



Losas termoactivas e intercambiadores geotérmicos. Sistema inercial, radiante e integrado de climatización del edificio. Fuente: Eneres

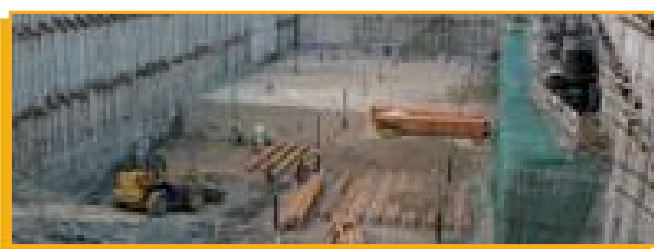
Tratamiento del aire

Un aporte fundamental para la eficiencia energética y la calidad ambiental asociada a la renovación de aire es la instalación de intercambio tierra-aire, construida sobre la red de intercambio vertical, y constituida por dos intercambiadores de idénticas características, correspondiendo cada uno a una red de tubería de PVC, sistema AKWADUT de Rehau de diámetro 315 mm, formada por 12 tubos de 80 m de longitud, enterrados a una profundidad mínima de 1 m bajo la losa de cimentación del edificio. La red de tubería está conectada a galerías colectoras, que, a su vez, alimentan las unidades de tratamiento de aire a través de recuperadores rotativos de alto rendimiento.

24.000 m³/h de aire de renovación se introducirán desde el exterior en esta red de conductos enterrados y, por intercambio con el terreno circundante, captará o cederá calor al mismo antes de distribuirse a través de las UTAs en el interior del edificio, a temperaturas aproximadas a las de confort interior con el consiguiente ahorro de energía en la climatización.



Esquema de funcionamiento del sistema de renovación de aire con pretratamiento geotérmico y recuperación de energía. Fuente: Eneres



Ejecución de los intercambiadores geotérmicos verticales del sistema de climatización y los intercambiadores geotérmicos horizontales del sistema de pretratamiento del aire de renovación. Fuente: Eneres

Beneficios – Impactos positivos

La aplicación de criterios y medidas eficientes para el pretratamiento del aire de aportación y la

recuperación de la energía del aire expulsado en este edificio, supone un enorme factor de reducción de la demanda, prácticamente se reducen las necesidades de aporte energético a 1/3 de la demanda original sin aplicar estos dispositivos.



Distribución mensual de la energía demandada por el edificio para calefacción y refrigeración en un periodo anual. Fuente: Eneres



Distribución mensual de la energía demandada por el edificio para calefacción y refrigeración en un periodo anual una vez incorporados el pretratamiento de aire y el recuperador de calor. Reducción de 2/3 de la demanda. Fuente: Eneres

La cobertura de la demanda resultante con los dispositivos de intercambio geotérmico asociados a las bombas de calor y los dispositivos inerciales de climatización radiante a baja temperatura, permite resolver la calefacción y la refrigeración con un consumo energético de, aproximadamente, un 40% del que tendría un sistema convencional con caldera y enfriadora. La combinación de ambos factores resulta en una reducción del consumo energético en climatización en el edificio de, aproximadamente, un 70%.

Además del importante ahorro energético y de emisiones conseguido en la climatización y la renovación del aire, aproximadamente un 70%, la reducción estimada de los costes de mantenimiento de la instalación se cifra en torno a un 60% a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio.

Los parámetros de confort higrotérmico y de calidad ambiental conseguidos son óptimos. En espacios de este tipo y para usuarios infantiles, son considerablemente mejores que los que se consiguen con los sistemas tradicionales todo aire.

7

Instalación de sistema geotérmico en vivienda unifamiliar



Instalación de sistema geotérmico en vivienda unifamiliar

Lugar: Urb. La Florida

Municipio: Madrid

Fecha de puesta en marcha: 2011

Participantes:

- Geomad Instalaciones

Descripción

Cuando se comenzó la realización de este proyecto se tenía el encargo por parte del arquitecto de realizar una instalación capaz de cubrir el 100% de las necesidades de su proyecto.

En esta vivienda se ha tenido en cuenta un nivel de aislamientos y detalles constructivos al más alto nivel.

Los materiales constructivos utilizados, desde la estructura hasta los acabados, han sido estudiados para dotar a la vivienda del máximo confort.

La vivienda consta de una parcela amplia con fácil acceso.

Con respecto a la climatización, se han tenido en cuenta estos datos y se ha dotado a la vivienda de una instalación geotérmica conec-

tada a un sistema de suelo radiante calor/frío apoyado de un sistema de fancoils en la zona más desprotegida térmicamente debido a los altos ventanales.

La vivienda cuenta con una superficie a climatizar de 435 m², además de una piscina exterior.

El método elegido para el aprovechamiento de la energía geotérmica es la captación vertical. La perforación se ha realizado con balsa de lodos.

Utilización

Para este proyecto se han contemplado dos perforaciones de 150 metros y una tercera de 120 metros conectada a una bomba de 26 kW, con depósito de ACS de 500 litros, además de un depósito de inercia de 500 litros, los cuales suministran a la vivienda el 100% de ACS y calefacción, además de refrigeración por suelo radiante y apoyo de fancoils en el salón.



Por otro lado, se climatiza la piscina aprovechando el calor sobrante.

La conexión del circuito se ha realizado en polietileno PE 100 en sus diferentes diámetros.

Con una correcta instalación, esta tubería resiste muchas décadas, pues es inerte ante las



sustancias químicas del suelo, tiene buenas propiedades de conducción térmica y no soporta realmente la presión, pues está confinada en el hormigón.

■ Beneficios – Impactos positivos ■

El impacto positivo es claro en tanto en cuanto la reducción de CO₂ es drástica y el consumo mensual es también muy significativo, con ahorros superiores al 70%.

■ Cálculo de la demanda y consumo estimado ■

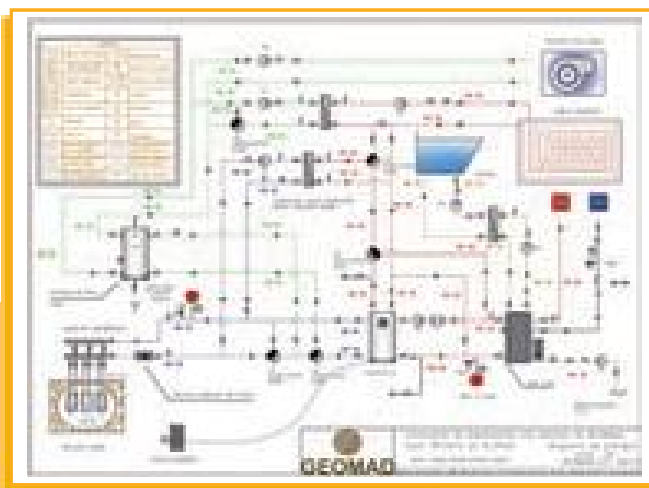
La demanda energética de esta vivienda es de 62.190 kWh/año, incluido el ACS (4.000 kWh/año).

La bomba geotérmica tiene un consumo de 18.949 kWh/año, a lo que hay que añadir los 3.839 kWh/año de consumo de la bomba de recirculación y los 296 kWh/año de la resistencia auxiliar utilizada como apoyo. Un consumo total de 23.084 kWh/año que reduce en algo más de un 65% el gasto energético del edificio.

El COP conseguido es superior a 4 en valores

absolutos. El ahorro energético de esta instalación asciende a 39.106,5 kWh/año.

Como se puede observar en el esquema de principio, además de climatizar la vivienda se climatiza la piscina de forma gratuita, dado que cuando la bomba produce frío para la vivienda, el calor sobrante se está intercambiando con el circuito de la piscina, subiendo su temperatura.



Situación final

Bomba geotérmica	26 kW
Acumulador ACS	500 l
Depósito de inercia	500 l
Perforación	2 x 150 m + 1 x 120 m

8 Instalación geotérmica en una vivienda unifamiliar en Pozuelo de Alarcón



Instalación geotérmica en una vivienda unifamiliar en Pozuelo de Alarcón

Lugar: C/ Sanchidrián 31

Municipio: Pozuelo de Alarcón

Fecha de puesta en marcha: 2011

Participantes:

- Girod Proyectos, S.L.
- Ángel de Diego y Blanca Díez. Diego-Díez Arquitectos, S.L.
- Perforaciones Jofer, S.L.
- Uponor

Descripción

La climatización de viviendas mediante bombas de calor geotérmicas en combinación con suelo radiante como sistema de distribución presenta numerosas ventajas tanto energéticas como de diseño, siendo ésta la combinación perfecta para conseguir los máximos ahorros energéticos y, por tanto, económicos, así como los máximos niveles de confort. Esta combinación de bomba de calor geotérmica y suelo radiante es la verdadera climatización invisible.

La casa diseñada por Ángel de Diego y Blanca Díez del estudio Diego-Díez Arquitectos, S.L. se aprovecha de dichas ventajas para crear una vivienda destinada a estudio y uso particular.

Se trata de una vivienda de tres plantas, con una superficie construida de 411 m², de los

cuales 350 m² serán calefactables y 295 m² demandarán frío.

Además, la vivienda dispone de piscina que será aprovechada como foco difusor de energía en aquellos momentos en los que se esté generando frío. Esto es debido a que el calor sobrante generado en dicho proceso se puede emplear bien en la producción de agua caliente sanitaria o bien disipándolo en dicha piscina o en las perforaciones. Los equipos Thermia tienen la excelente posibilidad de distribuir el calor y el frío simultáneamente a la vivienda gracias al ordenador de control de la bomba de calor. Una ventaja que agrega eficiencia al COP de la instalación, ya que reduce las horas de compresor y no se desperdicia nunca la energía que se genera.

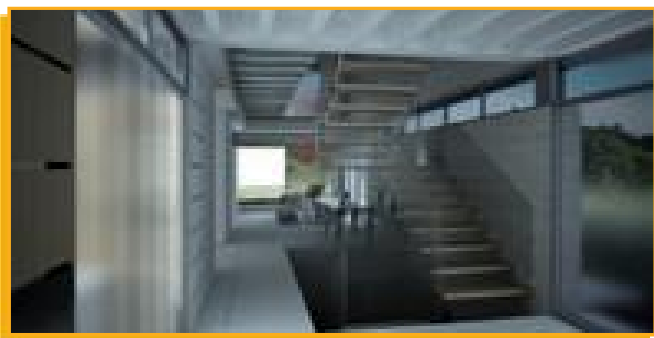


Como sistema de distribución se ha optado por el sistema de climatización invisible de Uponor que distribuirá la calefacción y el frío a la vivienda.



Por todo ello, no serán necesarios sistemas de extracción de humos o gases, tales como chimeneas. Además, la bomba de calor se puede instalar en cualquier lugar de la vivienda gracias a su bajo nivel sonoro. Así, se ha instalado en la planta sótano en una zona que se puede emplear como trastero.

Adicionalmente al nulo impacto visual del sistema en el diseño de esta vivienda emblemática, el colocar todos los equipos en el sótano reduce el coste de mantenimiento a prácticamente cero, alargando de esta manera la vida de los equipos.



Equipos

La captación energética está formada por dos perforaciones verticales de 140 m cada una, separadas 9 m. En ellas se introdujeron captadores energéticos marca Muovitech PEM 40X3,7 PN16 2x140 m con peso guía de 22 kg de serie. Estas perforaciones se rellenaron con mezcla de cemento-bentonita para garantizar su sellado.

Los equipos instalados son:

- Thermia Diplomat Duo 16.
- Tanque de ACS Thermia KBH de 220.

La bomba de calor Diplomat Duo 16 dispone de una potencia en calefacción de 21 kW y de 16 kW para frío.



Consumos y ahorros energéticos

El consumo energético estimado para la vivienda es de:

- Climatización: 40.787 kWh/año.
- ACS: 4.000 kWh/año.

Los consumos que se generarán son:

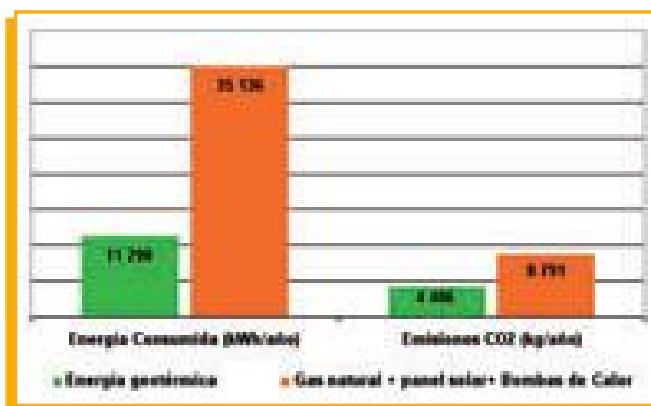
- Bomba de calor: 9.449 kWh/año.
- Bombas de circulación: 1.675 kWh/año.
- Apoyo: 174 kWh/año.

Ello supone los siguientes rendimientos estacionales, sin y con bombas de circulación, respectivamente:

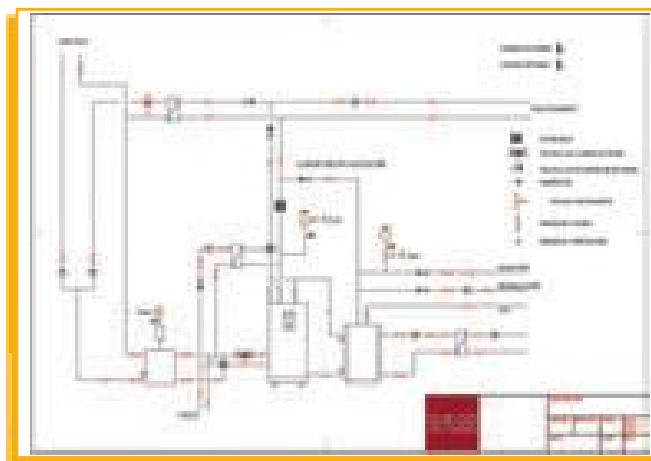
- COP: 4,72
- SPF: 3,97

Todo ello se traduce en un ahorro energético para la vivienda de 33.521 kWh/año.

Los ahorros en emisiones son de 4.385 kg de CO₂.



El esquema de principio de la instalación es el siguiente:



9

Aprovechamiento geotérmico en edificio tecnológico del Grupo CPs en el Parque "Leganés Tecnológico"



Aprovechamiento geotérmico en edificio tecnológico del Grupo CPs en el Parque "Leganés Tecnológico"

Lugar: Parque Científico-Tecnológico-Empresarial "Leganés Tecnológico"

Municipio: Leganés

Fecha de puesta en marcha: 2011

Participantes:

- Grupo CPs
- Editec
- Edasu
- Grupo Mendiola

Descripción

Grupo CPs es un grupo de empresas con actividades principalmente en el Sector Transporte (ferrocarril y tráfico) y de Telecomunicaciones con más de 25 años de experiencia, avalados por una credibilidad en el sector público y privado, consolidada a base de esfuerzo y crecimiento constante en un sector puntero y muy competitivo.

Grupo CPs apuesta por la centralización de las instalaciones principales de sus empresas en una misma sede que permita la potenciación de la imagen global del Grupo.

Grupo CPs ha perseguido en este edificio la eficiencia energética, utilizando medidas y cri-

terios medioambientales que permiten obtener una calificación energética A.

El edificio consta de 6.000 m² de oficinas, 6.500 m² bajo rasante para usos varios y garajes y 2.000 m² de nave como almacén logístico. Todo el complejo comprende una superficie construida en torno a 17.000 m².

Datos técnicos

La aplicación geotérmica prevista consiste en aprovechar la energía existente en el subsuelo para producir agua enfriada o caliente que se utilizará para alimentar las baterías de los climatizadores de aire primario del edificio. El aprovechamiento se realiza a través de los tubos de un intercambiador de calor subterráneo y el subsuelo (evacuando o absorbiendo calor). Por dicha instalación subterránea se hace circular un fluido, que es el que sirve de vehículo de transporte energético conectando el subsuelo con la aplicación. Esta energía se capta o se disipa en función de la necesidad de calefacción o refrigeración, respectivamente.



Las ventajas energéticas y medioambientales del uso de esta tecnología son notables, ya que se aprovecha un recurso renovable ampliamente disponible y que, además, ofrece una gran eficiencia energética, destacando:

- Los rendimientos de las bombas de calor geotérmicas (GHPs).
- El rendimiento del equipo no depende de las condiciones exteriores ambientales.

- Las emisiones de efecto invernadero provienen exclusivamente de la producción de energía eléctrica para accionar los compresores.

Los sondeos son de 100 m de profundidad, en "doble U" y el número total asciende a 27, determinado tras un estudio de respuesta térmica del terreno y evaluación posterior de la demanda energética que se le va a exigir al mismo.



La producción geotérmica alimenta a los 3 climatizadores de aire primario ubicados en la cubierta que impulsan aire a las plantas (filtrado y energéticamente recuperado) a través de una red de conductos de chapa galvanizada y de fibra de vidrio. Además, el sistema está preparado para cubrir otras zonas que se acondicionarán en una segunda fase, mediante un sistema de fancoils a dos tubos.

Esta red de tubos intercambiadores verticales confluye en la sala de máquinas en dos colectores ida-retorno que recogen los 27 sondeos. Todos los sondeos se dejan hidráulicamente equilibrados.

En la sala queda instalada la GHP, cuyas características básicas en modo refrigeración y calefacción son las siguientes:

Características GHP en modo refrigeración

Potencia frigorífica (kW)	99,8
Tª agua a la entrada bucle geotérmico (°C)	32
Tª agua a la salida bucle geotérmico (°C)	29
EER	4,15
Producción agua enfriada (entrada/salida) (°C)	12/7

Características GHP en modo calefacción

Potencia calorífica (kW)	114,7
Tª agua a la entrada bucle geotérmico (°C)	7
Tª agua a la salida bucle geotérmico (°C)	10
COP	4,06
Producción agua caliente (entrada/salida) (°C)	43/38

Las características del campo de captación son:

Características de la instalación geotérmica

Fluido intercambio	Agua
Separación entre sondeos (m)	9
Material intercambiador	PEAD 4xØ32 mm
Longitud circuito (m)	2.700
Caudal por sondeo (m³/h)	0,93
Conductividad térmica terreno (W/m·K)	1,23
Relleno anular	Cemento-bentonita
Conductividad del relleno (W/m·K)	1,3
Temperatura del terreno (°C)	19,2

La cobertura del sistema geotérmico sobre la demanda bruta considerada (correspondiente a la generada por aire de ventilación en el edificio) se muestra en la siguiente tabla:

	Calefacción (kW)	Refrigeración (kW)	TOTAL (kW)
Enero	22.887	188	23.075
Febrero	22.522	282	22.804
Marzo	11.741	688	12.429
Abril	3.801	3.345	7.146
Mayo	1.123	7.184	8.307
Junio	0	10.838	10.838
Julio	0	20.027	20.027
Agosto	0	17.066	17.066
Septiembre	1.064	11.018	12.082
Octubre	2.708	4.438	7.146
Noviembre	18.048	282	18.330
Diciembre	22.274	188	22.462
Total año (kW)	99.289	77.827	177.116
Demanda total (kW)	99.287	77.827	177.114
Demanda cubierta por GD (%)	99%	100%	97%

Por lo tanto, el sistema instalado proporciona una cobertura del 100% de la demanda de refrigeración y un 95% de la demanda de calefacción, con un equilibrio invierno-verano que permite la adecuada regeneración del terreno en un ciclo estacional y operando con unos elevados valores de los coeficientes energéticos.

10 Sistema geotérmico de alta eficiencia energética en vivienda unifamiliar singular



Sistema geotérmico de alta eficiencia energética en vivienda unifamiliar singular

Lugar: C/ Camino Ancho

Municipio: Alcobendas (La Moraleja)

Fecha de puesta en marcha: 2011

Participantes:

- Geoter
- Clysema

Introducción

La optimización en las respuestas a las necesidades de climatización que presentan las edificaciones, tanto de nueva construcción como existentes, ha de ser una premisa fundamental en toda acción que se desarrolle dentro de este campo.

De este modo, es preciso conjugar soluciones de alta eficiencia energética con aquellas que tienen su fundamento en fuentes energéticas renovables, obteniendo así un sistema altamente sostenible. Como paradigma de estas tecnologías se encuentra la energía geotérmica de baja entalpía, capaz de conjugar los altos rendimientos de la bomba de calor geotérmica con una fuente energética de carácter renovable ligada al propio subsuelo de ubicación del proyecto, es decir, un recurso permanentemente disponible.

Además de estas características técnicas y de funcionamiento, cabe destacar el muy bajo impacto ambiental de las instalaciones geotér-

micas para climatización, así como su prácticamente nulo impacto visual dada su total integración arquitectónica con la edificación.

Esta serie de características ha hecho que la energía geotérmica de baja entalpía se convierta en una solución preferente a la hora de climatizar distintos edificios, en particular edificios de tipo residencial, como es el caso del proyecto sobre el que versa el presente artículo.

La vivienda unifamiliar en cuestión se ubica en la zona norte de Madrid, concretamente en la urbanización La Moraleja de la localidad de Alcobendas.

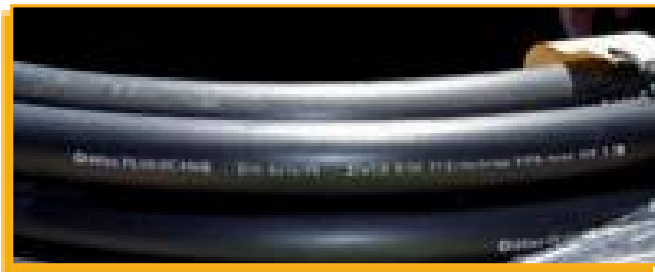
Se trata de una edificación singular, con más de 2.000 m² de superficie y que tiene unas necesidades térmicas de calefacción, refrigeración y ACS de 130 kW que se van a surtir de un sistema geotérmico de muy baja entalpía como base energética, teniendo apoyo de sistemas convencionales (calderas de gas de condensación y sistemas VRV) para apoyo en las puntas de necesidades, conformando lo que se denomina un sistema bivalente.

Descripción

El sistema geotérmico proyectado supera ampliamente los 30 kW marcados en la normativa alemana de geotermia VDI 4640 como límite para la realización de TRG o test de respuesta geotérmica. Considerando la aceptación y seguimiento de esta norma por parte de Geoter en todos y cada uno de los proyectos se procedió a la realización de la mencionada prueba.

De esta forma, se ejecutó un intercambiador de calor geotérmico vertical y sobre él se efectuó el test de respuesta geotérmica para dejar perfectamente caracterizado en términos termofísicos el emplazamiento del proyecto y poder así afinar el dimensionamiento del propio sistema geotérmico. Se ejecutó por tanto el sondeo piloto que alcanzaba los 115 m de profundidad, equipado con sonda doble de tipo doble U de diámetro

32 mm, espesor de pared 3,0 mm y especificaciones técnicas PE RC SDR 11 PN 16, completándose el intercambiador de calor con la inyección de material de relleno de alta conductividad térmica y específico de aplicaciones geotérmicas como es ThermoCem PLUS.



Con la realización de los TRG's expuestos se obtuvieron los valores de las variables termofísicas fundamentales para proceder al dimensionamiento de la instalación geotérmica, que fueron:

- Conductividad efectiva λ_{eff} : 2,03 W/m·K.
- Resistencia térmica sondeo R_b : 0,089 K/(W/m).

Con estos valores, y teniendo también la información del estudio térmico del proyecto facilitado por la ingeniería, se procedió a realizar la simulación informática de la instalación mediante software específico.

Esta simulación se llevó a cabo empleando Earth Energy Designer (EED v3.15) y se obtuvieron las bases para diseñar un sistema geotérmico sostenible por un periodo mínimo de 25 años.

Tras esta labor se dimensionó la instalación de captación geotérmica en un sistema de 18 intercambiadores de calor de 115 m de profundidad con sonda doble U de diámetro 32 mm y calidades PE RC SDR 11 PN 16 TÜV y relleno con material de alta conductividad térmica, lo que supone más de 2.000 metros de intercambio energético con el terreno.

La ejecución de las labores de perforación se realizó con maquinaria específica y mediante la técnica de circulación directa y lodos, empleando agua únicamente como fluido de perforación, gestionando vía preventer el detritus generado hasta contenedores estancos situados *ad hoc* y que posteriormente son gestionados a través de un gestor de residuos autorizado.

Tras efectuar las preceptivas pruebas de circulación, estanqueidad y presión, se procedió al conexionado horizontal de los intercambiadores geotérmicos con tubería de diámetro 40 mm y características PE 100 SDR 11 PN 16. Este conexionado fue realizado en zanjas, sobre cama de arena de miga y posterior relleno de nuevo con arena de miga, esta vez compactada, dejando libre la zona de captación para cualquier uso futuro que la propiedad decida darle.

Evidentemente, el conexionado de los circuitos hidráulicos, incluyendo su unión a los elementos colectores y a la propia sala técnica fue comprobado mediante la realización de pruebas de presión y estanqueidad.



El sistema de generación térmica empleado en el proyecto da respuesta a las necesidades de calefacción y refrigeración de la vivienda mediante dos bombas de calor Stiebel Eltron modelo WPF 66, garantizando el suministro de los 13 kW necesarios en la instalación.

Características GHP en modo refrigeración

Número de sondeos	18
Profundidad sondeos	115 m
Tipo de sonda	Doble U Ø32 mm
Características sonda	PERC SDR11 PN16 TÜV
Material de relleno	ThermoCem PLUS
Bomba de calor	Stiebel Eltron WPF 66 (2 unidades)

11

Instalación geotérmica en la nueva sede del BBVA



Herzog y de Meuron. Arquitectos / BBVA

Geotermia en la nueva sede del BBVA

Lugar: Las Tablas

Municipio: Madrid

Propiedad: BBVA

Descripción

La nueva sede del BBVA en Las Tablas se plantea como un proyecto de calidad, emblemático para Madrid y que "crea ciudad".

Se trata de un complejo edificatorio con más de 250.000 m² construidos distribuidos en superficie bajo rasante destinada a parking y superficie sobre rasante destinada a oficinas.

Compromisos y objetivos

La estrategia de BBVA se basa en un compromiso con Madrid y el medio ambiente.

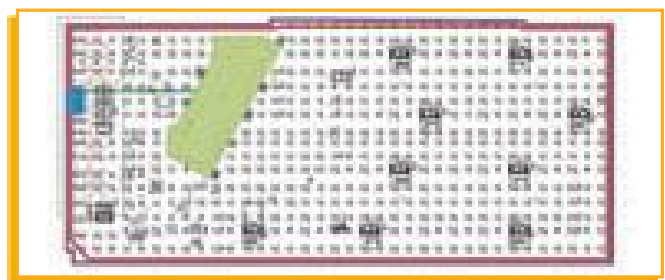


Objetivo: Conseguir certificación LEED oro. Fuente: BBVA

Energías eficientes

La concepción energética del edificio es un aspecto fundamental para conseguir los objetivos de eficiencia y sostenibilidad, y en este sentido se ha considerado muy importante la integración en el edificio de sistemas de intercambio y generación de energía a partir de fuentes renovables. El edificio incorpora sistemas de aprovechamiento de aguas, recuperación de energía, trigeneración, aprovechamiento solar e intercambio geotérmico ligado a la producción térmica con bomba de calor geotérmica y a la climatización con sistemas de temperatura moderada mediante vigas frías.

Se plantea aprovechar el enorme potencial de intercambio geotérmico de las estructuras enterradas del edificio, que, en nuestro caso, son más de 7.000 m² de muros pantalla y más de 30.000 m² de soleras y losas, con un potencial total aproximado de 600 kW térmicos, como intercambiador. El aprovechamiento de los elementos de la cimentación supone una muy significativa reducción del impacto de la instalación y de su coste, y la plena integración de este sistema térmico de carácter renovable en la masa del edificio. El intercambiador geotérmico se ejecuta termoactivando, incorporando circuitos de agua para extraer o ceder calor, los muros de contención, las losas y las soleras construidos como cimentación del edificio, en contacto con el terreno.



Pantallas termoactivas, en rojo, losas termoactivas, en verde, y sala de bombas de calor geotérmicas, azul; en los niveles subterráneos del edificio. Fuente JG / ENERES-ENERCRET

En el proyecto se asignó un sector del edificio al sistema de climatización con intercambiador geotérmico, en el que se plantean dispositivos de viga fría para la climatización con temperaturas moderadas y alto rendimiento con baja potencia.

La potencia total del sistema finalmente proyectado es de aproximadamente 250 kW para refrigeración y 270 kW para calefacción.



Vista general de las obras en ejecución. Fuente: BBVA

El diseño, cálculo y simulación del intercambiador geotérmico contempla la geometría, masa, configuración de las estructuras y cimentaciones que se utilizarán y también el régimen de uso del edificio, en este caso administrativo con una amplia banda horaria, así como el sistema de transferencia de calor a utilizar en la climatización, en este caso vigas frías, y, por supuesto, las características del terreno con el que se va a generar el intercambio térmico, terreno arenoso/arcilloso compacto sin presencia de agua pero con una buena conductividad térmica, 2,2 (W/m·K), según los resultados del TRT. En estas condiciones, la capacidad de intercambio de los muros pantalla está en torno a 25 kW/m² y la de las losas en torno a los 15 kW/m². De la potencia total de intercambio, el 65% procederá de pantallas termoactivas y el 35% de losas.

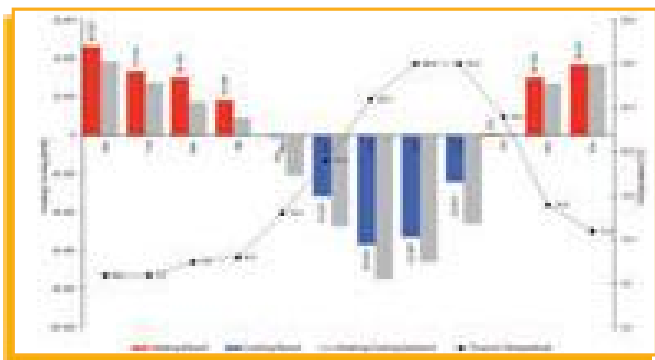
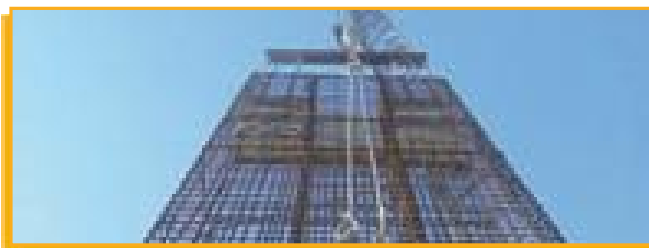


Tabla mensual de cobertura energética de las necesidades de calefacción y refrigeración, y temperatura del agua en el intercambiador geotérmico. Fuente: JG / ENERES-ENERCRET

La cobertura de la demanda energética de aproximadamente 3.000 m² de espacios de oficinas del edificio queda completamente cubierta con las pantallas y una parte de las losas y soleras del edificio, con un bajo coste de ejecución y sin necesidad de incorporar elementos de intercambio complementarios.

La ejecución de pantallas y losas termoactivas responde a un cuidado protocolo de planificación, replanteo, supervisión y verificación de geometrías, conexiones, anclajes, limpieza y condiciones de presión, simultáneo e integrado en el proceso de ejecución de las estructuras termoactivas. La ejecución requiere de personal técnico experto en cálculo, diseño y ejecución para asegurar una perfecta integración en los elementos de hormigón, lo que garantizará un adecuado rendimiento y muy bajo mantenimiento.



Ejecución de un tramo de muro pantalla termoactivo, sistema ENERCRET. Fuente: ENERES-ENERCRET

La adecuada integración de los dispositivos inerciales con los sistemas de bomba de calor geotérmica y las unidades de tratamiento y climatización por viga fría, bajo la gestión de un sistema de control específicamente diseñado, hace que el sistema de intercambio geotérmico y climatización opere según un régimen armónico de temperaturas moderadas según el cual el rendimiento de los equipos es muy alto.



Ejecución de un tramo de losa termoactiva, sistema ENERCRET. Fuente: ENERES-ENERCRET

Ahorro energético y beneficios

La reducción del consumo energético respecto a un sistema convencional se estima en un 50-60% del consumo de energía primaria y una reducción del 3-5% de emisiones de CO₂.

La reducción de los costes de mantenimiento de la instalación se cifra en torno a un 50%. Los parámetros de confort higrotérmico y calidad ambiental conseguidos son óptimos.

12 Optimización en el diseño del colector en una instalación con bomba de calor geotérmica



Optimización en el diseño del colector en una instalación de climatización con bomba de calor geotérmica

Lugar: Urbanización Ciudadcampo

Municipio: Madrid

Fecha de puesta en marcha: 2010

Participantes:

- Blue Energy Intelligent Services, S.L.

Descripción

Blue Energy Intelligent Services (Bleninser) es una empresa especializada en la gestión integral de proyectos de climatización con bomba de calor geotérmica llave en mano.

Como ya es conocido, la geotermia utiliza como recurso renovable la energía almacenada en la superficie de la corteza terrestre. Esta energía es transformada por una bomba de calor geotérmica y puede dar tanto frío en verano como calor en invierno. La eficiencia energética de este sistema de climatización o relación entre la energía consumida y entregada por el sistema es altamente favorable, pudiendo conseguir ahorros hasta del 75% en muchas ocasiones. Se trata de una energía que, al no existir combustión, es un sistema sin emisiones de CO₂.

Se trata de una instalación situada en la zona norte de la Comunidad de Madrid, la cual abastece de calefacción, refrigeración y ACS a

dos viviendas unifamiliares utilizando un colector geotérmico común. En la misma parcela se proyectaron dos viviendas, se llevó a cabo la perforación de siete pozos de 100 m de profundidad y se realizaron dos salas técnicas: la primera de 40 kW para una de las viviendas y la segunda de 17 kW para la otra. También se diseñó un sistema de intercambiador de placas para calentar el agua de la piscina exterior.

Se pensó en una instalación de este tipo de colector dada la irregularidad en el uso de una de las viviendas, asegurando así la mejor utilización de los recursos naturales que brinda el terreno. Jugando con las válvulas de corte del colector, y según las épocas del año y la utilización de cada una de las viviendas, se aseguró el óptimo diseño del colector, repartiendo uniformemente el uso en todos los pozos y asegurando el mayor grado de confort y de ahorro en cada una de las viviendas.



Se realizó un Test de Respuesta Térmica (TRT) para confirmar las características térmicas del terreno y, de este modo, dimensionar de forma óptima el colector geotérmico necesario para el correcto funcionamiento de los equipos de climatización destinados a las viviendas.

Este test se realizó mediante el método de inyección de energía térmica al pozo durante un periodo de tiempo suficiente para poder determinar con precisión las características hidráulicas y de transferencia térmica entre el fluido de intercambio y el subsuelo.

$$Q = 1.000 \text{ l/h}$$

$$P = 1,4 \text{ kW}$$

Tiempo de prueba = 54 h

La valoración de la prueba fue:

Estanqueidad: OK

Perdida de carga: 153,5 mbar

$Q = 1.070 \text{ l/h}$

Circulación: OK

$T \text{ salida} - T \text{ entrada} = 1,2 \text{ }^\circ\text{C}$

Potencia de ensayo = 1.330 W

Incertidumbre = $\pm 1,22\%$

Ensayo: OK

Conductividad = $2,32 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

Resistencia térmica = $0,215 \text{ K}\cdot\text{m/W}$

Según los datos aportados de potencias y cargas térmicas y las pruebas de respuesta térmica, un colector de 700 m cubriría el funcionamiento del sistema geotérmico, con una variación de la temperatura media inferior a $2 \text{ }^\circ\text{C}$ en 20 años. Al no superar los $35 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura y no presentar una deriva térmica importante, esta instalación puede prestar servicio durante más de 50 años sin problemas.

Los sondeos se realizaron mediante perforación directa con lodos, con una separación de 6 m entre sí para favorecer el intercambio y evitar el colapso de los pozos. En la perforación se utilizó corona para la tubería de revestimiento y trialeta plana para el varillaje de perforación.

A continuación se hizo la conexión de los pozos con tuberías de polietileno electrosoldadas al colector común. Para este fin, se utilizaron dos subcolectores, cinco tuberías a uno y dos al otro, unidos entre sí por dos válvulas de corte.

Este sistema permitirá un uso más adecuado de los recursos, haciéndolos alternables según la utilización de cada una de las viviendas y según la

climatología y la época del año. De cada uno de los colectores salen dos tuberías: una de impulsión y otra de retorno. Estas tuberías entran hacia las salas técnicas de sus respectivas viviendas y se realiza la transformación de tubería de polietileno a cobre. Una vez en el interior de la sala se instalaron los equipos: bomba de calor geotérmica, módulo para frío activo, depósito de inercia, depósito de ACS, intercambiador de placas, etc.



Se instalaron equipos para la monitorización del sistema: caudalímetros, contadores de energía, contadores térmicos, sondas y presostatos. También se instaló una central que recoge y almacena todos esos datos para comparar consumos y ver los ahorros obtenidos.

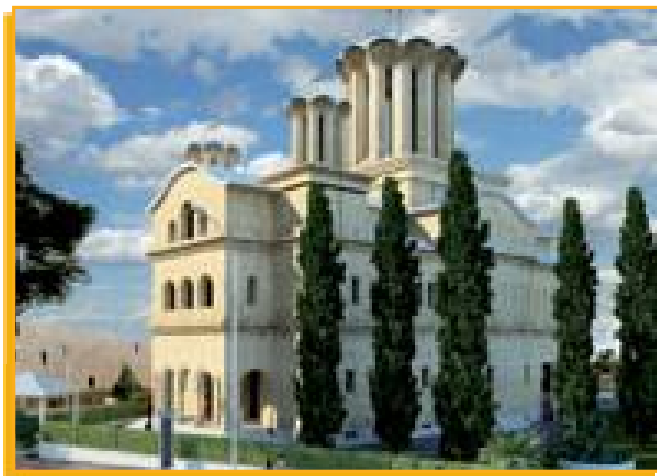
Beneficios – Impactos positivos

En resumen, se trata de una instalación geotérmica de baja entalpía con un colector común para dos viviendas unifamiliares y cuya instalación proporcionará unos ahorros de hasta un 75% de energía con respecto a una instalación convencional de gas, además de un ahorro importantísimo en emisiones de CO_2 .

Características GHP en modo refrigeración

Número de sondas	7
Separación	6 m
Potencia total	57 kW
Consumo convencional	179.216 kWh/año
Consumo eléctrico geotermia	59.356 kWh/año
Ahorro consumo	66,88%

13 Aprovechamiento geotérmico para la primera catedral española de la Iglesia Ortodoxa Rumana de Madrid



Aprovechamiento geotérmico de baja entalpía para la primera catedral española de la Iglesia Ortodoxa Rumana en Madrid

Lugar: Distrito de Carabanchel. C/ Tubas

Municipio: Madrid

Fecha de puesta en marcha:

En construcción. Previsto para 2012

Participantes:

- Fernando Boga Arquitectos
- Ingeo
- MJ Proicon 3000
- Geotermia Vertical
- Menerga
- Rehau

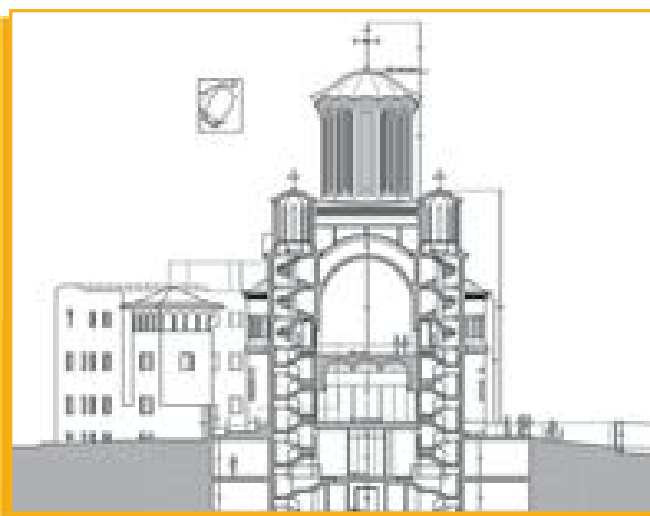
Descripción

La inquietud de la Iglesia Ortodoxa Rumana por la conservación del medio ambiente se hace patente en la construcción de su nuevo Templo Ortodoxo, optando por una intervención acorde con las necesidades y estética del culto Ortodoxo, a la vez que se apuesta por la eficiencia y las tecnologías de vanguardia en materia energética. De esta manera, la reducción del impacto ambiental, el ahorro energético y el confort se unen para alcanzar la sostenibilidad de un edificio tan emblemático.

La descripción arquitectónica básica del complejo religioso consta de un templo con una altura próxima a los 30 m, formado por una cripta y un espacio de culto con unos 1.600 m² y un edificio destinado a centro social de, aproximadamente, 1.900 m², lo que supone una superficie cercana a los 3.500 m².

El proyecto propone soluciones características de la arquitectura bioclimática, como son el soleamiento mínimo de dos horas en las estancias principales durante el solsticio de invierno, estudio de sombras de edificios próximos, existencia de ventilación natural cruzada en todas las estancias, tratamiento de puentes térmicos, fachada ventilada, acumulación de aguas pluviales para reutilización en riego, jardines de baja demanda hídrica y cubierta vegetal en edificio anexo.

Para resolver las condiciones de confort térmico en su interior, se elige un sistema de energía geotérmica de baja entalpía para dar suministro de calefacción y refrigeración al edificio, apoyado por un sistema de tratamiento de aire con recuperación de calor de alta eficiencia, enfriamiento adiabático indirecto y circuito frigorífico reversible integrado.



El sistema emisor está formado por suelo radiante-refrescante y conductos de aire alimentados por baterías de agua de las UTA, y plantas condensadas por agua del sistema geotérmico.

Se plantea una instalación donde la geotermia cubre una demanda base de casi el 85% de la energía requerida, apoyada por un sistema de tratamiento de aire con equipos autónomos para los momentos puntuales en los cuales el aumento de aforo permite la impulsión de frío para compensar la carga interna del calor metabólico de los asistentes al culto. Se ha evitado de esta manera diseñar el sistema geotérmico con el criterio de potencia pico o para las peores condiciones ambientales.



La captación geotérmica se ha diseñado con el objetivo de optimizar el intercambio con el subsuelo, acumulando el frío de evaporación del invierno para su utilización en la condensación de verano. De esta manera, se mejora el rendimiento estacional o SPF de la instalación.

Uso

Debido a las características y a la propia filosofía de durabilidad con la que se construye una Catedral, se ha proyectado la ejecución de 28 sondeos con una profundidad de 110 m instrumentados con polietileno reticulado, lo que confiere una vida útil más larga y segura del sistema de intercambio geotérmico, en comparación con un polietileno de alta densidad tipo 100.

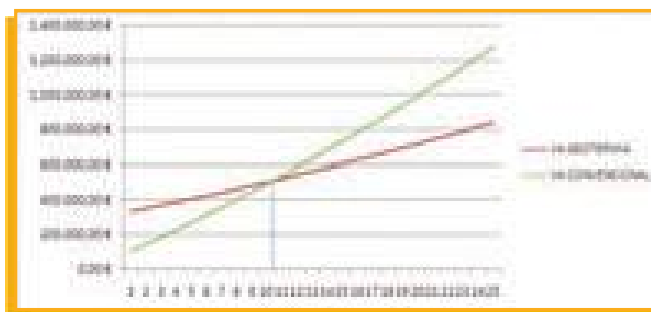
El proyecto contempla una demanda de calefacción cubierta de 259,740 MWh/año por el sistema geotérmico y de 212,062 MWh/año para la demanda de refrigeración.

El ratio medio de extracción e inyección de energía por metro lineal y año tiene un valor de 153,18 kWh/año/m.

Al tratarse de una Catedral con grandes volúmenes y una demanda energética derivada de sus características arquitectónicas y de un uso tan determinado, el cálculo de los consumos económicos energéticos aportan unos valores que resultan en un comparativo realizado con gas natural para calefacción y una enfriadora para refrigeración, teniendo en cuenta los costes de inversión inicial y una operación y mantenimiento a 25 años de horizonte. Así, los gastos totales según la fórmula del valor actual serían:

- Valor actual a 25 años geotermia: 841.171 €.
- Valor actual a 25 años gas+enfriadora: 1.276.378 €.

Comparando los datos obtenidos para ambas instalaciones se extrae que el retorno de la inversión, mayor en la instalación geotérmica, ocurre en el transcurso del 10º año de funcionamiento, tal y como muestra la siguiente gráfica:



Beneficios

Las emisiones de CO₂ ahorradas por la instalación geotérmica quedan como sigue a continuación:

- Emisiones de CO₂ evitadas al año: 41.970 kg respecto de gas natural + enfriadora.
- Emisiones de CO₂ evitadas al año: 63.530 kg respecto de gasóleo + enfriadora.
- Emisiones de CO₂ evitadas al año: 52.360 kg respecto de GLP + enfriadora.
- Emisiones de CO₂ evitadas al año: 45.930 kg respecto de planta condensada por aire.

Para fijar esa cantidad de CO₂ en la producción de biomasa generada por un árbol, se necesitaría un bosque de, aproximadamente, 8.795 árboles para el caso de gas natural, 13.300 para el caso del gasóleo y 10.972 árboles para los gases licuados de petróleo.

14 Aprovechamiento de energías renovables en el Centro de Educación Ambiental El Campillo



Aprovechamiento de energías renovables en el Centro de Educación Ambiental El Campillo

Lugar: Carretera A3, salida km 19, 3 km hacia el Este por camino paralelo a Línea 9 de Metro con carteles indicadores

Municipio: Rivas-Vaciamadrid

Fecha de puesta en marcha: 2010

Participantes:

- Comunidad de Madrid
- Obra Social "la Caixa"
- Alternativas Energéticas Vaquero, S.L.

Descripción

El Centro de Educación Ambiental El Campillo se localiza en el término municipal de Rivas-Vaciamadrid, dentro del Parque Regional del Sureste, creado por la ley 6/94 de la Comunidad de Madrid por sus destacados valores de carácter ecológico, paleontológico y arqueológico. Es uno de los once que componen la Red de Centros de Educación Ambiental de la Comunidad de Madrid, cuyo objetivo fundamental es sensibilizar sobre los problemas del medio ambiente y promover el cambio de comportamientos de la población madrileña hacia su mitigación, de modo que todos colaboremos en su conservación y mejora. Para ello, los propios instrumentos educativos (materiales, instalaciones, equipos)

deben ser sostenibles y ejemplo de coherencia con el mensaje que pretenden transmitir.

El Centro ocupa un moderno edificio de 900 m², de una sola planta, con cubierta de grava y de color semejante al del terreno para su integración en el paisaje. En su diseño se contemplaron algunos criterios de accesibilidad, como la rampa de acceso hasta la entrada principal. También se tuvieron en cuenta criterios bioclimáticos, como su orientación hacia el sur, la colocación de un alero y su sistema de ventilación (posición sobre el agua para favorecer la circulación del aire, rejillas de lamas y chimenea de aireación).

Durante 2010 se acometieron, con el patrocinio de la Caixa, diversas actuaciones para mejorar su confort y su eficiencia energética, contribuir a la generación de energías renovables y disponer de ellas como recurso educativo. Entre dichas actuaciones destacan:

- Cubierta verde: situada en parte de la cubierta del edificio del Centro, contribuye a evitar su calentamiento, al absorber las plantas (varias especies de *Sedum* en concreto) parte de la energía calorífica que recibe por la insolación.
- Sistemas pasivos y de aislamiento: dobles puertas y cristales, vinilos reflectantes, burletes, toldos, etc.
- Evaporador refrigerativo instalado dentro de la chimenea de aireación, que rebaja en 2 ó 3 °C la temperatura del aire que entra por la parte baja de aquélla al distribuidor, forzando la salida del aire más caliente.
- Solar térmica, para el calentamiento del agua sanitaria. Está compuesta por dos colectores que recogen el calor de la luz solar mediante un líquido que se recircula por su interior y que lo cede a través de un intercambiador al agua sanitaria.
- Planta solar fotovoltaica, de 7,5 kW de potencia, integrada por 27 paneles de 300 W cada uno y tres convertidores de energía eléctrica continua en alterna. Los 11,62 MWh que produce se utilizan para el consumo propio del edificio.



- Energía geotérmica de muy baja entalpía. Se trata de un sistema abierto de explotación de acuífero poco profundo, que devuelve a la laguna el agua elevada con sólo unos 4 °C de diferencia. El agua se extrae mediante una bomba a 14 metros de profundidad y se conduce hasta la bomba geotérmica, de 26 kW de potencia. A través de un depósito intercambiador de calor se consigue la cesión de calor entre el agua y el aire que se inyecta mediante fancoils a la sala de exposiciones y al hall distribuidor para su climatización. La electricidad que precisa esta instalación se produce en la planta fotovoltaica, la cual atiende además a otra parte de la que en total demanda el Centro.



■ Beneficios – Impactos positivos ■

Los principales beneficios con vertiente económica, ambiental y social, son:

- La reducción del consumo de materias primas y recursos naturales que conlleva la geotermia, al disminuir el salto térmico preciso para la climatización (calefacción y refrigeración).

- La utilización de criterios de eficiencia energética y el apoyo al sistema de gestión ambiental.
- El fomento de las energías renovables, incluyendo demostraciones prácticas sobre su utilización.
- Los 11,62 MWh que se producen con la fotovoltaica y que se utilizan para el consumo propio, significando evitar cada año la emisión al medio de:
 - 6.974,4 kg de CO₂
 - 15,5 kg de SO₂
 - 19,4 kg de NO₂
- El uso como recurso educativo del Centro y de todas sus instalaciones, incluidas las expresamente diseñadas con objetivos didácticos, como el Aula de Energías Renovables, la exposición y audiovisual “Ahorro con Ciencia”, los talleres y las actividades que en ella se desarrollan.

Resultados

Aunque apenas se dispone de poco más de un año de registro de los datos de consumo y producción, hasta ahora se ha conseguido:

- Mejorar el confort del edificio al climatizar (invierno/verano) con geotermia una cuarta parte del mismo que no disponía de calefacción.
- Producir algo más de 12.000 kW de energía eléctrica al año, de la que un 80% se ha utilizado para la climatización y el resto para otros usos del Centro.



15 Sistema geotérmico en el nuevo Edificio Polivalente de la Universidad de Alcalá de Henares



Sistema geotérmico de alta eficiencia energética en el nuevo Edificio Polivalente de la Universidad de Alcalá de Henares

Lugar: calle 19, campus UAH

Municipio: Alcalá de Henares

Fecha de puesta en marcha: 2011

Participantes:

- Geoter
- Clysema
- Socoin

Introducción

La Universidad de Alcalá de Henares, dentro de un plan de construcción de nuevas dependencias, incluye el proyecto de un Edificio Polivalente para el cual, en colaboración estrecha con Socoin como ingeniería de la propiedad, se decidió incluir un sistema geotérmico para su climatización.

La concepción de esta instalación nace del compromiso medioambiental y la apuesta por tecnologías energéticas más eficientes por parte de la UAH. Se trata de un edificio de nueva construcción de 4.600 m² que albergará laboratorios, despachos y otras dependencias con necesidades térmicas de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.

Dentro de la instalación térmica global del edificio, el sistema geotérmico satisface las necesidades de calefacción y refrigeración en un porcentaje del 95% en términos de energía. Asimismo, la aportación solar mínima para producción de agua caliente sanitaria recogida en el DB HE4 del RITE queda satisfecha mediante la instalación geotérmica del proyecto.

Descripción

Es importante destacar la realización de dos tests de respuesta geotérmica o TRG que permiten contrastar los parámetros teóricos del subsuelo empleados en el predimensionamiento del sistema, obteniendo una caracterización termofísica completa del subsuelo, valores de conductividad térmica efectiva y resistividad térmica del intercambiador geotérmico.

Para la realización de los TRG se ha empleado un equipo móvil dotado de un programa específico de almacenamiento de datos (SPS). Las mediciones de temperaturas se realizaron transcurridas, como mínimo, 72 horas de la inyección del material de relleno para garantizar su fraguado y que no se produzcan interferencias térmicas. Además, estas mediciones se realizaron durante un tiempo de 90 horas, siendo el mínimo valor de tiempo para la realización de un TRG de 48-50 horas.

Con la realización de los TRG se obtuvieron los valores de las variables termofísicas fundamentales para proceder al dimensionamiento de la instalación geotérmica:

- Conductividad efectiva λ_{eff} : 1,82 W/m·K.
- Resistencia térmica sondeo R_p : 0,10 K/(W/m).

Con estos valores, junto con la información del estudio térmico del proyecto, se procedió a realizar la simulación informática de la instalación mediante software específico. Esta simulación se llevó a cabo empleando Earth Energy Designer (EED v3.15) y se obtuvieron las bases para

diseñar un sistema geotérmico sostenible por un periodo mínimo de 25 años.

De esta forma, se llegó a la conclusión de que la tipología más adecuada para la captación era ejecutar 60 intercambiadores de calor de 100 metros de profundidad, equipados con sondas geotérmicas de tipo doble U ($\varnothing 32$ mm) en calidades PE RC SDR 11 PN 16 TÜV y relleno del espacio anular con material específico de aplicaciones geotérmicas, ThermoCem Plus.

Para la ejecución de las perforaciones se contó con un equipo humano especializado en este tipo de aplicaciones, así como de maquinaria específica de geotermia. El detritus fue gestionado vía preventer hasta contenedores estancos situados *ad hoc* y que posteriormente fueron tratados a través de un gestor de residuos autorizado.

Una vez ejecutados los intercambiadores de calor, es preciso realizar el conexionado horizontal, para lo cual se emplearon racores de conexión en Y de calidades PE100 SDR 11 y tuberías de conexión de $\varnothing 40$ mm y calidades PE 100 SDR 11 PN16. Estas tuberías de conexión descansan sobre una cama de arena de miga tendidas sobre zanjas de 1 m de profundidad. Posteriormente, otra capa de arena de miga compactada protegerá este tendido horizontal y posibilitará cualquier uso futuro de urbanización en la zona de captación.

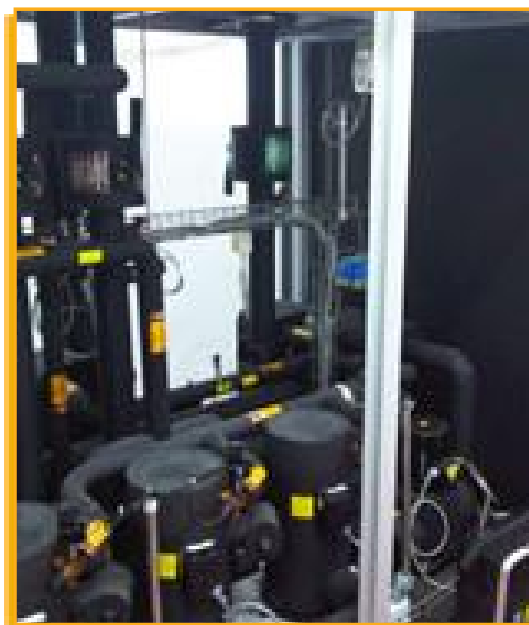
Los sesenta circuitos hidráulicos que conforman la captación se recogen en cuatro elementos colectores o distribuidores de 15 circuitos cada uno, que vienen equipados con válvulas de corte y caudalímetros, posibilitando el correcto equilibrado hidráulico del sistema global.



Desde estos colectores se llega a la sala técnica en donde se da servicio a dos bombas de calor.

Una de ellas es una unidad de central geotérmica de tipo Geozent profi del fabricante alemán Zent-Frenger, mientras que la otra es una bomba de calor de Clivet con potencias respectivas de 265 y 143 kW, ambas con rendimientos superiores a 4.

El equipo Geozent profi es una unidad geotérmica que incluye en su interior tres compresores de tipo scroll y todos los accesorios para la gestión total de la instalación, incluyendo el gobierno independiente de la bomba Clivet, que funcionará únicamente en determinados momentos de alta demanda energética como apoyo a la unidad Geozent profi, que va a satisfacer de manera constante la base energética.



Es importante destacar la presencia en la sala técnica de dos depósitos de inercia con una capacidad de 2.000 litros por unidad. Uno de los depósitos ha sido concebido para trabajar en modo calefacción mientras que el otro ha sido diseñado para trabajar con el sistema funcionando en modo refrigeración.

Asimismo, se ha dispuesto un tercer depósito de inercia de 800 litros cuyo objetivo es trabajar en el circuito de agua caliente sanitaria. Adicionalmente, se han proyectado y dispuesto vasos de expansión de 600, 140 y 25 litros que redundan en un funcionamiento más eficiente del global de la instalación geotérmica.

16

Nueva sede del Grupo Ortiz en el Ensanche de Vallecas



Nuevo edificio de oficinas del Grupo Ortiz

Lugar: Ensanche de Vallecas

Municipio: Madrid

Fecha de puesta en marcha: 2011

Participantes:

- Grupo Ortiz

Descripción

El proyecto constituye un importante reto tecnológico para Ortiz, tanto de cara a la consecución de un óptimo diseño desde el punto de vista energético y funcional, como por el empleo de nuevas energías sostenibles.

Las dos premisas que se han tenido en cuenta para fijar el objetivo del diseño final han sido:

- El mayor ahorro y eficiencia energética en los edificios está en aquella energía que no se consume.
- La aplicación de tecnologías eficientes y el uso racional del edificio.

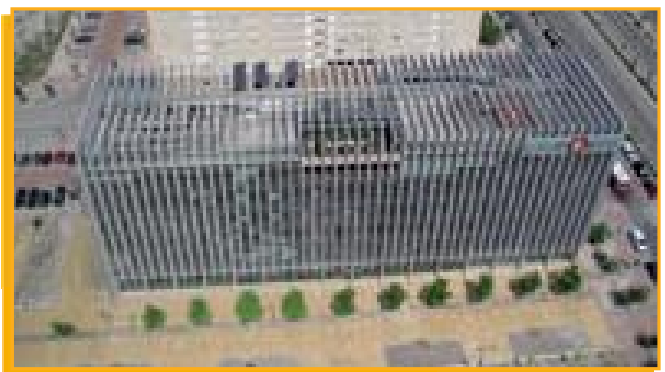
El conjunto arquitectónico lo constituyen tres edificios, con una superficie unitaria de 9.000 m², que están integrados en la zona del Ensanche de Vallecas, paralelos a la M-45 y cuya ocupación se inició en Julio de 2.011.

Algunas de las medidas pasivas que permiten lograr estos objetivos son las siguientes:

- Reducción de cargas térmicas externas:
 - Dimensionamiento adecuado de huecos.
 - Reducción de la insolación en verano.
 - Aprovechamiento de la luz solar.
 - Captación de la radiación solar en invierno.
 - Uso de sistemas inerciales.
- Reducción de cargas térmicas internas:
 - Ventilación nocturna, reduciendo el 8% de las cargas térmicas internas.
 - Uso de sistemas de iluminación artificial eficientes.
 - Regulación de la intensidad lumínica en función de la luz exterior.

La singularidad de la envolvente con el uso de una sucesión de grandes pórticos de hormigón, conforman la imagen de un prisma de vidrio que alberga en su interior los diferentes usos que requería el programa funcional.

Estos pórticos cumplen la doble misión de proporcionar un control selectivo de la radiación solar, amortiguando los efectos negativos del soleamiento, como el exceso de radiación en verano y los posibles deslumbramientos, conformando parte de la estructura del edificio.



El edificio se encuentra conectado verticalmente por dos núcleos de comunicaciones e instalaciones, mediante paneles estructurales prefabricados de hormigón.

Al margen de las medidas pasivas que contienen los edificios, se han incorporado medidas activas:

Empleo de energías con alta eficiencia

- Turbinas de microgeneración a gas natural con potencias de 130 kWe y 260 kWt. La energía térmica se utiliza, en función de la época climática, para alimentar las unidades enfriadoras de absorción, para calefacción en invierno o para calentar el ACS de consumo.
- Enfriadoras de agua por sistema de absorción, con potencia unitaria de 75 kW. Los equipos usan como fluido frigorífico una mezcla de agua y LiBr, estando alimentados en su lado caliente por un flujo de agua con una temperatura media comprendida entre 80 y 85 °C.
- Utilización de torres de refrigeración en el circuitos de UTA's y fancoils en las épocas climáticas favorables, logrando valores de COP equivalentes mayores a 6.



Empleo de energías renovables

- Intercambiador geotérmico tierra-aire con una potencia máxima de 45 kW. El aire se capta del exterior, se canaliza hasta 18 m de profundidad y, mediante un haz de tubos enterrados, se preenfía en las épocas cálidas o precalienta en las frías, para ser impulsado al edificio.
- Paneles solares térmicos de alto rendimiento para uso en equipos de refrigeración de agua

por absorción y para la producción de ACS.

- Paneles solares fotovoltaicos con una potencia de 12 kWp.

Otras medidas de eficiencia energética

- Recuperación de energía en la extracción, siendo adiabática en épocas cálidas.
- Uso de free cooling en climatizadores con un ahorro estimado de 125 MWh/año.

Al aire impulsado al edificio, se le aporta vapor de agua para evitar los niveles bajos de humedad, que conllevan un incremento de electricidad estática y la presencia de lipoatrofia en los usuarios.

Para la obtención de conclusiones sobre la rentabilidad de cada una de las energías, se está procediendo al registro de datos, monitorizando los tres edificios y pudiendo valorar, por un lado, los parámetros energéticos (eficiencia y emisiones de CO₂) y, por otro, los datos económicos de consumo.



El ahorro global de energía se estima que esté entre el 25% y el 30%, sobre el edificio básico.

Resumen energético

Producción anual de energía eléctrica global	Cogeneración: 300 MWh Fotovoltaica: 30 MWh
Producción anual de energía solar térmica	150 MWh
Producción anual de energía térmica de cogeneración	650 MWh
Producción anual de energía térmica de refrigeración por el sistema de absorción	295 MWh
Ahorro energético anual por geotermia	64 MWh
Ahorro energético anual por uso de free cooling	125 MWh
Producción directa anual de agua fría por medio de las torres de refrigeración	20 MWh

Resumen del proyecto

Coste aproximado de cada edificio	14.000.000 €
Coste total de las mejoras aplicadas	1.570.635 €
Subvención recibida (Acción Estratégica de Energía y Cambio Climático – 2008)	392.658,75 €

17 Instalación de geotermia en la nueva sede de Radiotrans en el Parque Tecnológico de Leganés



Instalación de geotermia en la nueva sede de Radiotrans en el Parque Tecnológico de Leganés

Lugar: C/ Juan Caramuel

Municipio: Leganés

Fecha de puesta en marcha: 2012

Participantes:

- IEP Geotermia

Descripción

IEP Geotermia ha realizado la instalación de la nueva sede de Radiotrans en Leganés.

En la actualidad existe un gran interés por parte de las empresas en analizar las diferentes variantes de climatización en sus sedes para lograr la mayor eficiencia energética posible.

En este sentido, es muy importante analizar el contexto actual para poder entender la necesidad de este tipo de instalaciones. Nos encontramos con una gran recesión económica a nivel mundial, con una grave crisis energética, agotamiento de los recursos fósiles y una reducción importante de los proyectos de nueva construcción, así como de su magnitud, es por todo esto por lo que existe la necesidad de realizar proyectos energéticamente, ecológicamente y económicamente eficientes.

Energética y ecológicamente, desde los siguientes puntos de vista:

- Reducir el consumo.
- Evitar el uso de energías fósiles.
- Incidir en el uso de energías renovables.
- Evitar la dependencia de los países productores.
- Reducir las emisiones a la atmósfera.
- Alcanzar los objetivos 20-20-20.

Mientras que los objetivos a conseguir bajo el prisma de la eficiencia económica serían:

- Reducir el consumo de energía y, por ende, los costes de explotación.
- Utilizar en cada momento la energía más eficiente.
- Minimizar el gasto en mantenimiento.
- Aumentar la vida de las instalaciones.
- Reducir la inversión inicial de los proyectos.

Para ello, existen tres líneas de actuación:

- Rebajar la inversión inicial.
- Reducir los costes de utilización.
- Reducir las emisiones al medio ambiente.

Por lo tanto, se deben proponer instalaciones eficientes, sostenibles y rentables a medio y largo plazo.

Haciendo referencia concreta a la energía geotérmica, se puede considerar como una energía de futuro por las siguientes razones:

- Se obtienen ahorros energéticos > 75%.
- Se obtienen ahorro económicos > 60%.
- Requiere un escaso mantenimiento.
- Reduce las emisiones de CO₂.
- No produce impacto visual ni ruido.
- La vida de los equipos es superior a los sistemas convencionales.
- Existen ayudas institucionales que fomentan su uso.

Sistemas geotérmicos híbridos

La instalación geotérmica objeto de este capítulo está situada en un edificio de oficinas de 1.200 m², provisto de grandes acristalamientos

y orientación sur, y con unas necesidades de 69 kW en calefacción y 94 kW en refrigeración.

Para cubrir estas necesidades, se ha optado por un sistema geotérmico híbrido, compuesto por una bomba de calor geotérmica de 60 kW y una bomba de calor aerotérmica de 40 kW.

Mediante los sistemas híbridos se combina el recurso geotérmico con un sistema menos eficiente, de forma que se establece la energía geotérmica como energía base del sistema y se relega el apoyo sólo a determinados momentos de demanda pico. De esta forma, se garantiza el máximo aprovechamiento del recurso geotérmico, se minimizan las horas de parada del sistema geotérmico, se optimiza al máximo la instalación y se rentabiliza la inversión realizada.

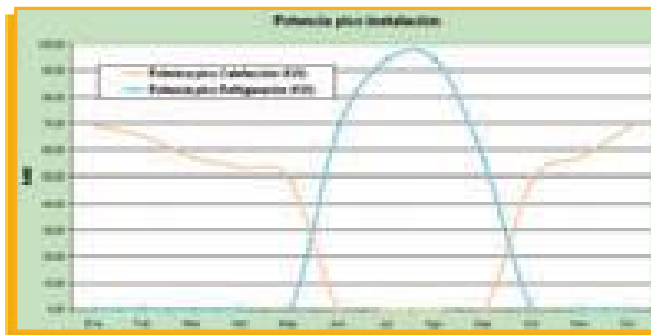
Los aspectos más importantes en el diseño de un sistema geotérmico de estas características son:

- Establecer la demanda base de la instalación y dimensionar el sistema geotérmico para cubrir dicha demanda.
- Minimizar las horas de parada del sistema geotérmico, es decir, optimizar al máximo el recurso geotérmico y relegar al sistema de apoyo a momentos de demanda pico.

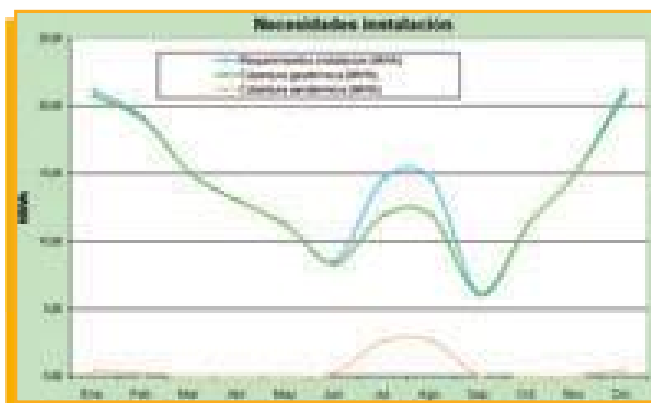
Para la instalación geotérmica ha sido necesaria la ejecución de 8 perforaciones con una profundidad de 100 m cada una de ellas.



Las necesidades de la instalación son de 126 MWh de calefacción y de 44 MWh de refrigeración. De estos 170 MWh totales, el 95% (163 MWh) son cubiertos mediante energía geotérmica, mientras que el 5% restante (7 MWh) queda cubierto por aerotermia.



Las horas de trabajo anuales del sistema geotérmico se cifran en 2.730 h, mientras que el sistema aerotérmico trabajará 270 h.



Conclusiones

En definitiva, de la aplicación de la energía geotérmica a instalaciones como las tratadas en este artículo se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- La energía geotérmica es una solución real al problema energético actual.
- Afrontar una gran instalación sólo con geotermia supone una gran inversión.
- La solución que optimiza la rentabilidad de este tipo de energía es "hibridarla" con otra energía para maximizar su rendimiento y minimizar la inversión.
- De esta manera, se consiguen instalaciones sostenibles, viables y rentables.



Instalación geotérmica en Soto del Real

Lugar: Avda. Lugo, 11-13

Municipio: Soto del Real

Fecha de puesta en marcha: septiembre 2011

Participantes:

- Tecapima 2010, S.L. (instalación y puesta en marcha)
- Laboratorio Geocontrol, S.L. (legalización de sondeos y perforaciones)
- Geotics Innova (suministro bomba de calor Nibe)

Descripción

Se trata de una instalación con bomba de calor geotérmica en vivienda unifamiliar para uso de agua caliente sanitaria y calefacción por suelo radiante. No se ha considerado la posibilidad de refrigeración debido a las características climáticas de la zona y tipología del edificio.

Éste posee unas características constructivas peculiares, ya que los cerramientos son de muy bajo coeficiente de transmisión térmica. Se ha utilizado carpintería con cristal triple, nivel de aislamiento en cubierta, muros exteriores muy elevados y una envolvente exterior de losas termoactivas. Todo ello hace que el cálculo de cargas térmicas para el dimensionado de la bomba de calor más las cargas de ventilación se sitúe en un valor muy bajo.

Para el dimensionado de la instalación se ha partido de una temperatura exterior de proyecto de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, una superficie a calefactar de 260 m^2 y los cálculos de cargas térmicas y pérdidas por ventilación arrojaron un valor de $6,9\text{ kW}$ y $3,5\text{ kW}$, respectivamente.

La carga de ventilación es elevada en comparación con la carga térmica del edificio, con el fin de evitar condensaciones intersticiales en el interior, lo cual da una idea del nivel de aislamiento y pérdidas de la vivienda.

Finalmente, se ha propuesto una bomba de calor de 10 kWt , con resistencia eléctrica de apoyo para momentos puntuales de condiciones exteriores más duras que las de diseño.

El elemento emisor de calor, en este caso suelo radiante, se ha diseñado con una gran densidad de tubería, con el fin de disminuir todo lo posible la temperatura de impulsión a los colectores. Todo ello, unido a la instalación de un depósito de inercia de calefacción y acumulador de agua caliente incorporado en la propia bomba de calor, hace que se logre un alto ahorro de energía y, por lo tanto, evitar el mayor número posible de emisiones de CO_2 a la atmósfera.

Sistema de captación

Se realiza una captación mediante 5 sondeos con una longitud total de 290 m , ejecutada con sistema de rotoperusión con martillo en fondo. Los sondeos resultaron de profundidades muy desiguales debido a problemas con el terreno de naturaleza caliza, que ocasionaron pérdidas de metros aprovechables.

Con el fin de optimizar al máximo la captación, se han regulado minuciosamente los caudales para obtener el salto térmico idóneo. Los captadores utilizados son de simple U de polietileno alta densidad PE100, de $40 \times 3,7\text{ mm}$. Como fluido caloportador se ha utilizado una mezcla de glicol-agua al 30%.



Bomba de calor

Se instala una bomba de calor Nibe F1245-10, de 9,95 kWt y COP 5,03 (excluidas bombas) en condiciones B0W35.

La baja demanda térmica del edificio permite instalar un generador con interacumulador de ACS integrado de 180 l, simplificándose la instalación de forma significativa, ya que incorpora válvula desviadora e interconexiones de primario. Además, se evitan pérdidas de la envolvente del acumulador si se encontrara ubicado en el exterior. La compacidad del sistema permite la instalación en el garaje, no siendo necesario destinar espacios adicionales para la sala técnica.

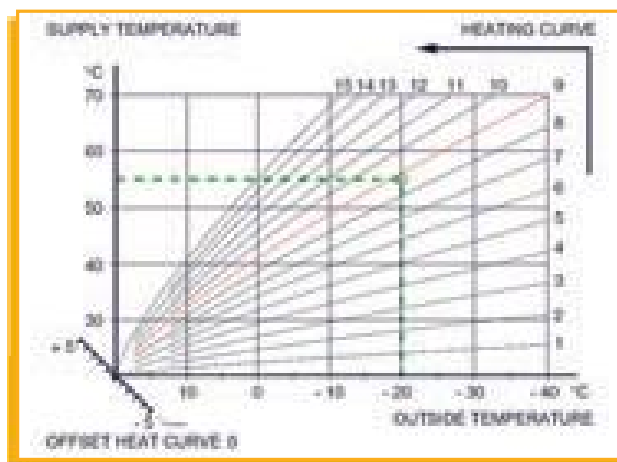


Para evitar arranques excesivos de la unidad y funcionamiento durante un tiempo mínimo, se ha incorporado una acumulación de energía mediante depósito de inercia de 300 l. Al incorporar la bomba de calor el circulador para calefacción, únicamente se ha hecho necesaria la instalación de dos bombas, cada una de ellas para impulsar de forma independiente a cada planta de la vivienda.

Regulación y control

Se incorpora control climático por temperatura exterior e interior. El procesador de la bomba

de calor recoge datos de temperatura exterior e interior, y calcula la temperatura de impulsión. Para ello, obtiene el cálculo de los grados-minuto y determina el tiempo de funcionamiento del compresor y la temperatura de impulsión, según la curva programada en la unidad. En este caso, se ha programado por defecto curva 8 con offset 0, es decir, impulsión a suelo radiante a 35 °C con temperatura exterior 5 °C.



El paro y arranque de las bombas de suelo radiante se realiza mediante termostatos generales por planta, y los circuitos particulares de las habitaciones se controlan mediante cabezales electrotérmicos y termostato individual por estancia, excepto baños y zonas comunes.

Ahorro de energía, costes y retorno de la inversión

Según el número de horas estimadas de funcionamiento y los rendimientos estacionales esperados, se calcula una demanda de energía anual de 10.800 kWh para calefacción y ACS.

Se estima una demanda anual de energía primaria de 22.500 kWh eléctricos. Dicho valor equivale a una emisión de CO₂ anuales de 8,55 t. Un sistema convencional equivalente emitiría 31,3 t de CO₂, casi cuatro veces más.

El coste de la inversión total asciende a 37.000 €. Calculando la diferencia de costes, se establece un período de recuperación de la inversión de 7 años, sin subvenciones, comparado con una instalación convencional de gasóleo y apoyo solar térmico para ACS.

19 Instalación de sistema geotérmico en vivienda unifamiliar



Instalación de sistema geotérmico en vivienda unifamiliar

Lugar: Urb. Las Lomas

Municipio: Boadilla del Monte

Fecha de puesta en marcha: 2011

Participantes:

- Geomad Instalaciones

Descripción

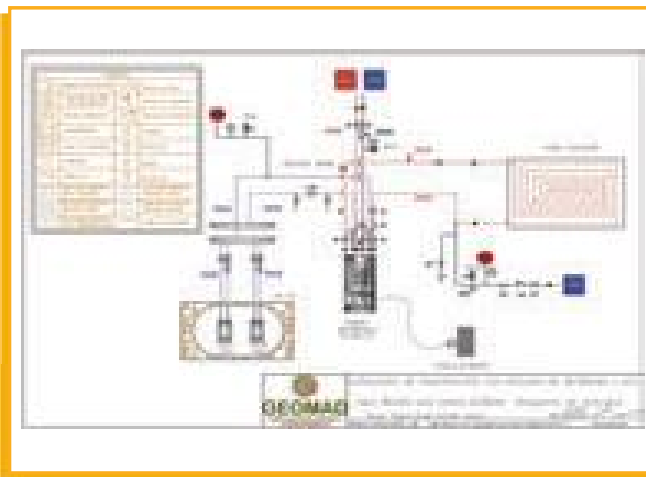
El propietario de la vivienda tiene un gran respeto a la naturaleza y al medio ambiente, y ha impulsado un cambio en su sistema de calefacción.

En esta instalación se han tenido en cuenta a la hora de su dimensionamiento el gran nivel de aislamiento de la vivienda, tanto en paredes como en ventanas y puertas, además de los sistemas previos con los que la vivienda ya contaba, una bomba de calor y una caldera eléctrica para cubrir las puntas de trabajo de la bomba.

La bomba de calor, con una potencia de 14 kW, daba un rendimiento aceptable gran parte del año, dado que, además de la calefacción, refrigeraba la vivienda en verano.

La vivienda tiene 300 m² útiles a climatizar, además de piscina.

El objetivo de la instalación geotérmica es dotar a la vivienda de un sistema que cubra el 100% de la calefacción y el ACS, y, en un futuro, cubrir las necesidades de refrigeración, actualmente cubiertas con la bomba existente.



La vivienda consta de una parcela amplia con fácil acceso.

El método elegido para el aprovechamiento de la energía geotérmica es la captación vertical. Debido al terreno blando y de naturaleza arcillosa, la perforación se ha realizado con balsa de lodos.

La bomba Nibe instalada dispone de un panel de control capaz de parametrizar y controlar cualquier necesidad de la instalación y del cliente.

Utilización

Para este proyecto se han contemplado dos perforaciones de 120 metros conectadas a una bomba de 12 kW, con depósito de ACS de 180 l integrado en la bomba, los cuales suministran a la vivienda el 100% de ACS y calefacción.

La conexión del circuito se ha realizado en polietileno PE 100 en sus diferentes diámetros. Con una correcta instalación, esta tubería re-

siste muchas décadas, pues es inerte ante las sustancias químicas del suelo, tiene buenas propiedades de conducción térmica y no soporta realmente la presión pues está confinada en el hormigón.



■ Beneficios – Impactos positivos ■

El impacto positivo es patente en tanto en cuanto la reducción de CO₂ es drástica y, en referencia al consumo mensual, se obtiene una disminución de más del 70%.

■ Cálculo de la demanda y consumo estimado ■

Se estima una demanda energética en la vivienda de 31.665 kWh/año, incluida el ACS (4.000 kWh/año).

La bomba geotérmica NIBE Fighter 1245-12 tiene un consumo de 7.206,52 kWh/año, a lo que hay que añadir los 1.716 kWh/año de consumo de la bomba de recirculación y los 150 kWh/año de la resistencia auxiliar utilizada como apoyo.

Un consumo total de 8.922,52 kWh/año, que reduce en algo más de un 70% el gasto energético del edificio.

El COP conseguido es superior a 4 en valores absolutos y de 3,53 si se considera el total de los componentes que intervienen en la instalación.

El ahorro energético de esta instalación asciende a 22.592 kWh/año.

Situación inicial

Instalación	Bomba de calor de 14 kW + caldera eléctrica de apoyo
Producción	100% calefacción 100% refrescamiento

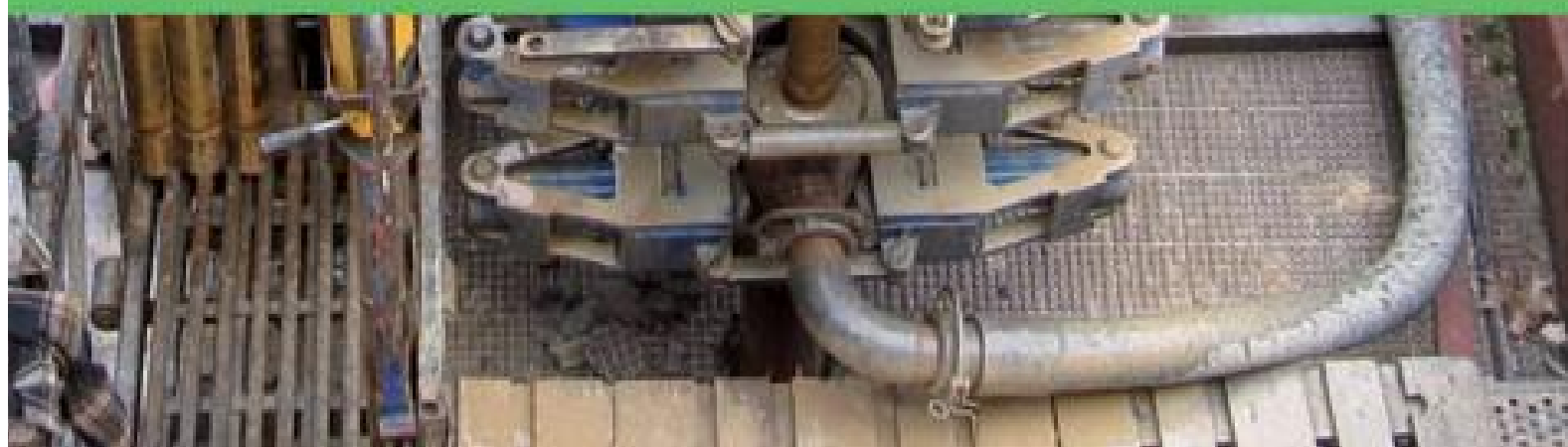
Situación final

Bomba geotérmica	NIBE Fighter 1245-12
Acumulador ACS	180 l (integrado en la bomba)
Perforación	2 x 120 m





Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía Geotérmica 2

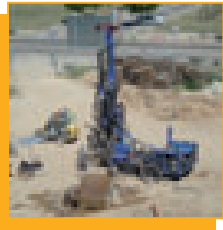


Anexo



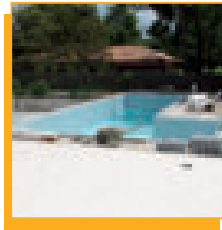
Anexo

Situación geográfica de los proyectos en la Comunidad de Madrid



1 Alcalá de Henares

Sistema geotérmico
(Capítulo 15)



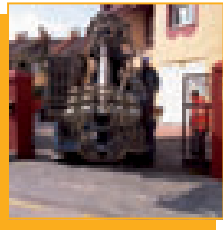
5 Madrid

Instalación de sistema geotérmico
(Capítulo 7)



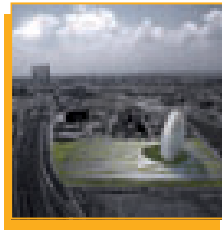
8 Pozuelo de Alarcón

Aprovechamiento geotérmico
(Capítulo 2)



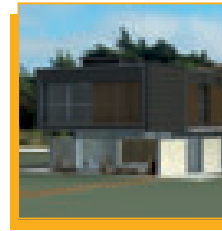
2 Alcobendas

Rehabilitación energética
(Capítulo 3)



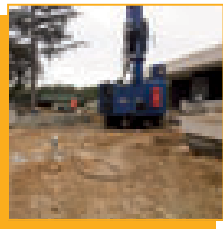
5 Madrid

Instalación geotérmica
(Capítulo 11)



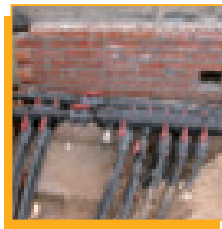
8 Pozuelo de Alarcón

Instalación geotérmica
(Capítulo 8)



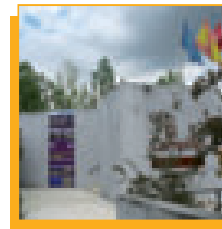
2 Alcobendas

Sistema geotérmico
(Capítulo 10)



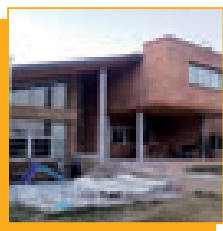
5 Madrid

Optimización de diseño en instalación con bomba de calor geotérmica
(Capítulo 12)



9 Rivas Vaciamadrid

Aprovechamiento de energías renovables
(Capítulo 14)



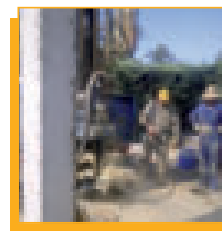
3 Boadilla del Monte

Instalación de sistema geotérmico
(Capítulo 19)



5 Madrid

Aprovechamiento geotérmico
(Capítulo 13)



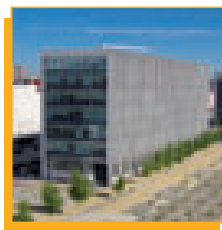
10 Soto del Real

Instalación Geotérmica
(Capítulo 18)



4 Leganés

Aprovechamiento geotérmico
(Capítulo 9)



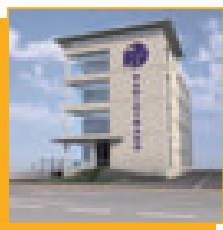
5 Madrid

Nueva sede del Grupo Ortiz
(Capítulo 16)



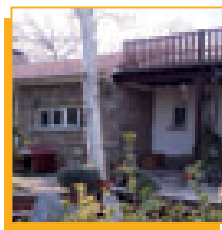
11 Villanueva del Pardillo

Sistema geotérmico con dos bombas de calor
(Capítulo 5)



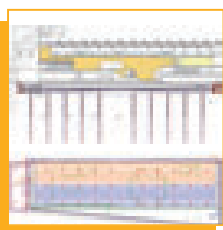
4 Leganés

Instalación de geotermia
(Capítulo 17)



6 Manzanares el Real

Sustitución de caldera de gasoil por energía geotérmica
(Capítulo 4)



5 Madrid

Nuevo teatro infantil y centro cultural
(Capítulo 6)



7 Móstoles

Edificación de la sede de IMDEA Energía
(Capítulo 1)

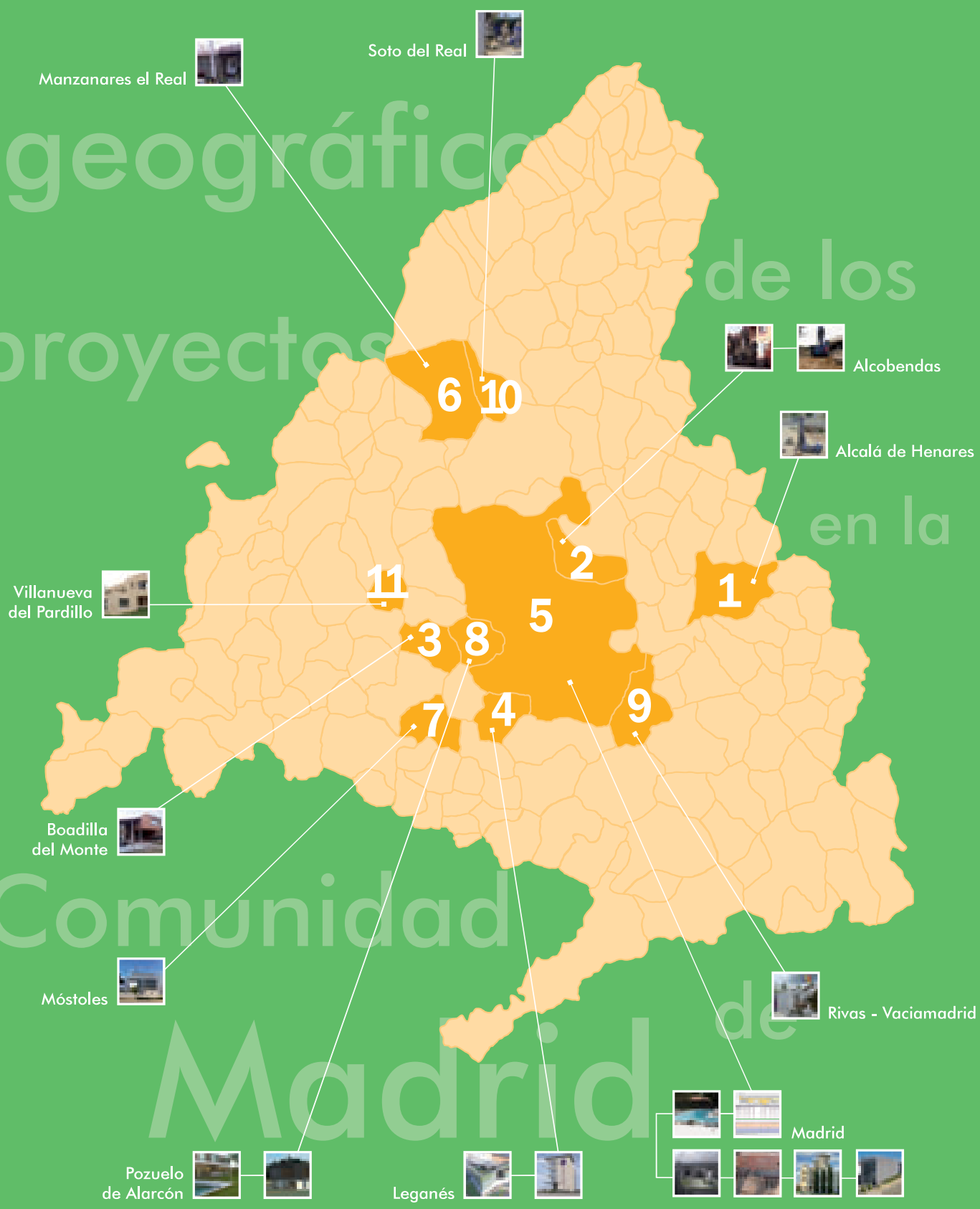


Situación

geográfica de los proyectos

en la

Comunidad de Madrid



Información acerca de esta Guía

Esta Guía es descargable en formato pdf desde la sección de publicaciones de las páginas web:

www.madrid.org

(Consejería de Economía y Hacienda, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas)



www.fenercom.com



SI DESEA RECIBIR MÁS EJEMPLARES DE ESTA PUBLICACIÓN EN FORMATO PAPEL PUEDE CONTACTAR CON:

Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid
dgtecnico@madrid.org

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid
fundacion@fenercom.com



Planes Renove e Incentivos en la Comunidad de Madrid

Plan Renove Calderas

Información:

www.cambiatuacaldera.com
ASEFOSAM: 91 468 72 51

Periodo de realización de inversión:

1/01/2011 - 1/10/2012 o hasta agotamiento de fondos



Plan Renove Ascensores

Información:

www.cambiatuascensor.com
91 353 21 97

Periodo de realización de inversión:

1/01/2011 - 1/10/2012 o hasta agotamiento de fondos



Plan Renove Equipos de Aire Acondicionado

Información:

www.renoveacondicionado.com
ASEFOSAM: 91 468 72 51

Periodo de realización de inversión:

28/12/2011 - 1/10/2012 o hasta agotamiento de fondos



Plan de Instalación de Detectores de Presencia

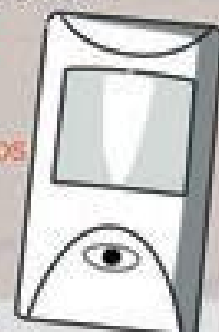
en comunidades de propietarios

Información:

www.instaladetectores.com
APIEM: 91 594 52 71

Periodo de realización de inversión:

19/05/2011 - 10/10/2012 o hasta agotamiento de fondos



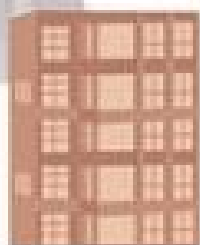
Plan Renove Fachadas

Información:

www.renovedefachadas.com
ANDIMAT: 91 575 07 46

Periodo de realización de inversión:

26/12/2011 - 15/10/2012 o hasta agotamiento de fondos



Plan de fomento de la Cogeneración

Información:

www.cogeneracionmadrid.com
ASEFOSAM: 91 468 72 51

Periodo de realización de inversión:

1/10/2011 - 1/10/2012 o hasta agotamiento de fondos



Plan Renove Alumbrado Exterior

Información:

www.madridilumina.com
APIEM: 91 594 52 71

Periodo de realización de inversión:

1/01/2011 - 1/10/2012 o hasta agotamiento de fondos



Plan de Impulso Energías Renovables

Información:

www.renovablesmadrid.com
ASEFOSAM: 91 468 72 51

Periodo de realización de inversión:

1/01/2011 - 1/10/2012 o hasta agotamiento de fondos



Madrid es la Energía de Mañana y Promoción Energética para España 2004-2012 cuenta el apoyo por la Comunidad de Madrid, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).



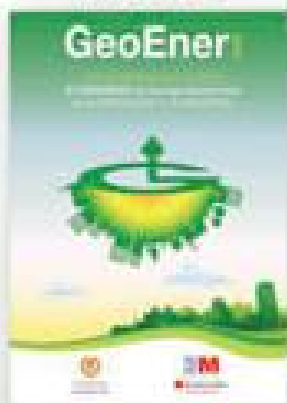


Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid

Guía Técnica de Generación Eléctrica de Origen Geotérmico



Libro de Actas III Congreso de Energía Geotérmica en la Edificación y la Industria



Guía Técnica para Sistemas Geotérmicos Abiertos



Guía Técnica de Sondeos Geotérmicos Profundos



Guía sobre Aprovechamiento Energético de las Infraestructuras Subterráneas



Guía Técnica de Bombas de Calor Geotérmicas



Guía Técnica de Sondeos Geotérmicos Superficiales



Guía Técnica sobre Pilotes Geotérmicos



Más información en www.fenercom.com

Datos del solicitante

Nombre: _____ 1º Apellido: _____ 2º Apellido: _____ NIF: _____
Dirección: _____ Población: _____ Provincia: _____ Código Postal: _____
E-mail: _____ Teléfono: _____ Fax: _____

Datos de envío (preferir sólo si son diferentes de los del solicitante)

Nombre: _____ 1º Apellido: _____ 2º Apellido: _____ NIF: _____
Empresa u organismo: _____
Dirección: _____ Población: _____ Provincia: _____ Código Postal: _____

Datos de facturación (preferir sólo si son diferentes de los del solicitante)

Empresa u organismo: _____ CIF: _____
Dirección: _____ Población: _____ Provincia: _____ Código Postal: _____

Libro de actas

Quiero recibir _____ Ejemplares del Libro de Actas del III Congreso.
 Precio 50 € por ejemplar (envío a España, IVA y gastos de envío incluidos en el precio).

Guías Técnicas

Quiero recibir _____ Ejemplares de la Guía Técnica de Sondeos Geotérmicos Superficiales.
Quiero recibir _____ Ejemplares de la Guía Técnica de Bombas de Calor Geotérmicas.
Quiero recibir _____ Ejemplares de la Guía Técnica sobre Pilotes Geotérmicos.
Quiero recibir _____ Ejemplares de la Guía Técnica de Sondeos Geotérmicos Profundos.
Quiero recibir _____ Ejemplares de la Guía Técnica de Generación Eléctrica de Origen Geotérmico.
Quiero recibir _____ Ejemplares de la Guía Técnica para Sistemas Geotérmicos Abiertos.
Quiero recibir _____ Ejemplares de la Guía sobre Aprovechamiento Energético de las Infraestructuras Subterráneas.
 Precio 15 € por ejemplar (envío a España, IVA y gastos de envío incluidos en el precio).

Forma de pago

Transferencia a favor de la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (en el importe total) o por comprobante y apólicar de la propia entidad. C/Alcalá 2240 1ºB 28028 MADRID.

Envío

Una vez recibida la orden y el documento acreditativo de pago se envía un plazo máximo de 15 días hábiles.



Fundación de
la Energía de
la Comunidad
de Madrid

Energy Management Agency

Intelligent Energy



Europe

www.fenercom.com

