



Una REHABILITACIÓN de gran complejidad

La recuperación del patrimonio mundial incluido en el Recinto Modernista de Sant Pau, auspiciado por la Fundación Privada de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, incluye todas aquellas medidas vinculadas a la eficiencia energética que un espacio de estas características puede llegar a reunir. Se trata de una iniciativa que se desarrolla en base a premisas de sostenibilidad económica, generación de valor añadido e implicación en el territorio.

El Recinto Modernista de Sant Pau, obra del arquitecto Lluís Domènech i Montaner, constituye el conjunto modernista más importante de Europa y fue declarado Monumento Histórico-Artístico en 1978, y Patrimonio Mundial de la Unesco en 1997.

Este destacable ejemplo de la arquitectura modernista de la ciudad de Barcelona, que ocupa 13,5 hectáreas, está integrado en el Ensanche y fue concebido como ciudad hospitalaria: un recinto cerrado y ordenado en base a edificaciones dispersas, de poca altura, bien orientadas, ventiladas y rodeadas de espacios verdes. En su interior, el arquitecto Domènech i Montaner optó por interrumpir la modulación de Cerdà con el establecimiento de un eje en diagonal este-oeste, que proporcionaba una mayor monumentalidad, a la vez que favorecía una óptima iluminación solar y ventilación de los edificios.

PARÁMETROS DE PARTIDA

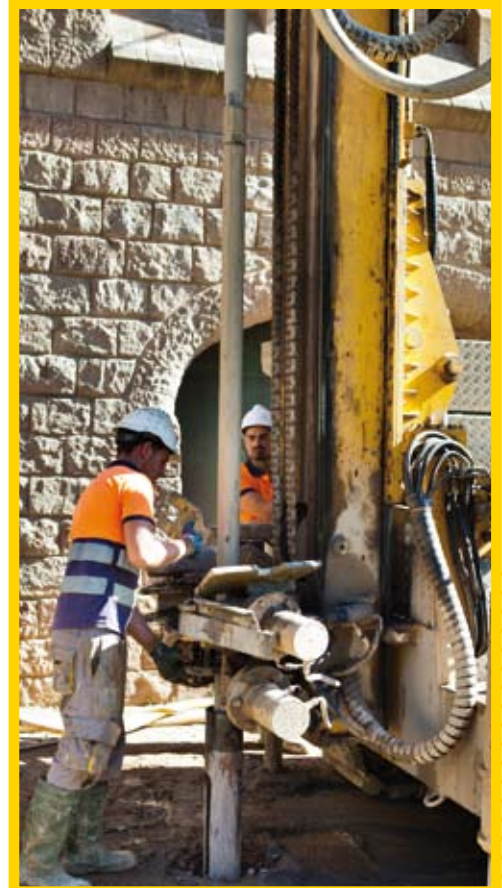
Desde un principio existían una serie de condicionantes técnicos que provocaron que las instalaciones previstas debieran ser estudiadas con cuidado, con el fin de integrarlas en el entorno del recinto y, al mismo

Texto: **Montse Bueno**

Fotos y gráficos: Robert Ramos i Fundació Privada Hospital de la Santa Creu i Sant Pau



La recuperación del patrimonio mundial incluido en el Recinto Modernista de Sant Pau ha sido auspiciada por la Fundación Privada de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau.



tiempo, cumplir con la normativa vigente. Para dar solución al apartado de climatización, de forma que fuera una solución de energía considerada renovable y con la mínima incidencia sobre la atmósfera - con niveles de ruido inexistentes o muy bajos-, había de llevarse a cabo una explotación racional que, a su vez, quedase totalmente integrada en la filosofía del recinto modernista. Siendo estos los parámetros de partida, el proyecto contempló, como opción funcional, un sistema de geotermia de baja temperatura para alimentar los edificios del recinto modernista con sistemas independientes para cada edificio, con bomba de calor geotérmica e intercambiadores de temperatura respecto al subsuelo de tipo vertical.

El alcance del proyecto incluye desde los circuitos de producción hasta la generación hidráulica de agua caliente o fría. Y entre las principales prestaciones que proporciona el sistema destacan las de tipo medioambiental: no genera CO₂ de forma directa, ya que no interviene ninguna combustión; supone un considerable ahorro, tanto económico como energético, dado que es el sistema de climatización que menos energía consume; no expulsa aire caliente al exterior; descarta la posibilidad de contaminación epidemiológica (legionela); se distingue por la ausencia de ruidos exteriores; exime al edificio de cualquier perturbación visual, contribuyendo a la estética del edificio; no precisa de chimeneas para la evacuación de humos y, al no depender de la temperatura exterior, el sistema resulta muy eficiente desde un punto de vista técnico y proporciona un alto rendimiento.

UN PRECEDENTE SOSTENIBLE Y EFICIENTE

Se trata de una rehabilitación arquitectónica sostenible y

eficiente porque la Fundación Privada de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau ha velado durante todo el proceso de restauración para que así sea. Los criterios aplicados permiten un menor consumo de recursos y una menor generación de residuos durante todo el ciclo de vida de los pabellones y espacios rehabilitados. Las medidas que se han adoptado se dividen en: una mejora del aislamiento de los cerramientos, más allá de lo estipulado en el CTE y el Decreto de Ecoeficiencia; la eliminación de puentes térmicos; el control de la permeabilidad del aire en los huecos; la instalación de vidrios dobles bajo emisivos con cámara de aire, y vidrios dobles de distinto grosor; la colocación de sistemas exteriores de protección solar adecuados y/o sistemas de interior; diseño e instalación de iluminación de alta eficiencia con LEDs y fluorescentes t5 con balastro electrónico, y sistemas encaminados a favorecer el ahorro como son sensores de presencia para la iluminación de espacios de uso discontinuo, regulación del flujo lumínico en función de la luz natural, sistema de gestión y control centralizado, y la incorporación de tecnologías altamente eficientes para la ventilación y climatización de los espacios, como son la bomba de calor geotérmica combinada con suelo radiante, los sistemas de ventilación con intercambiadores de calor y free-cooling o los motores y ventiladores con variador de frecuencia.

INSTALACIÓN GEOTÉRMICA DE BAJA ENTALPIA

El funcionamiento general de una instalación geotérmica de baja entalpia (temperaturas bajas) con intercambio geotérmico con sondas de tipo vertical, como es la de este proyecto, resulta sumamente

Un sistema de geotermia de baja temperatura alimenta los edificios del recinto modernista con sistemas independientes para cada edificio.

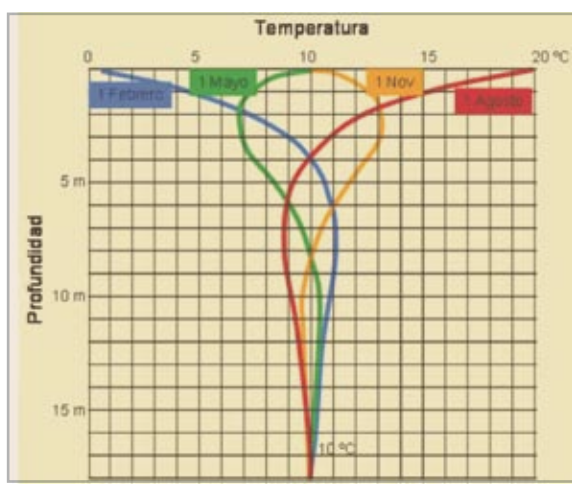
Centro de conocimiento e innovación

En la "Ciudad dentro de la ciudad", como a menudo es definido este recinto construido entre 1905 y 1930, el espacio de actuación contemplado en el proyecto incluye 12 edificios; 22.249 m² construidos; 1 km de galerías subterráneas que conectan los distintos pabellones; y la rehabilitación de las instalaciones, introduciendo la geotermia.

Se erigirá como un centro de conocimiento e innovación en el que cabrán organismos vinculados a la educación: Instituto Internacional de la Universidad de Naciones Unidas para la Globalización, Cultura y Movilidad; la Global University Network for Innovation (GUNI) y la Casa Asia; a la sostenibilidad: European Forest Institute (EFI); la Alianza Global de Asociaciones de Operadores de Agua y Saneamiento (GWOPA); la Oficina Mundial del Programa de Perfiles de Ciudades Resilientes del Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (Un-Habitat); la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres; el Programa Forestal de la FAO, y el SILVA Mediterránea. De hecho, el Recinto Modernista de Sant Pau, conjuntamente con otros agentes, impulsa la creación de un Hub Forestal. También habrá espacio para contenidos de salud como la sede de la Organización Mundial de la Salud (OMS) o el proyecto integral Centro de Conocimiento de Hábitos Saludables. Todo ello además del programa cultural/turístico, revitalizando el denominado Eje Gaudí: Sant Pau - Sagrada Familia - Parc Güell.

interesante debido al hecho de que la temperatura del terreno es prácticamente constante. También lo es la temperatura de intercambio en el circuito de agua y, debido a ello, la temperatura frigorífica de la bomba de calor, lo que implica que el rendimiento es muy constante a lo largo de toda la temporada.

La temperatura del subsuelo varía, de forma aproximada, en función de la gráfica 1, en lo que respecta hasta los primeros 20 de los, en total, 292 pozos.



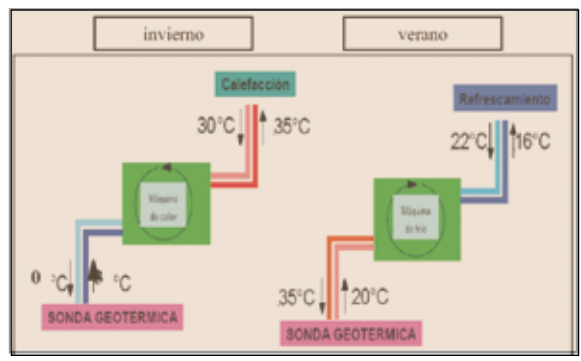
Gráfica 1

Los responsables técnicos del proyecto estiman un aumento de, aproximadamente, 24° C por cada 1 km de profundidad, con gradientes que oscilan entre 9 y 48° C

por cada 1 km. Así, para una profundidad de 120 m se puede estimar una temperatura constante aproximada del subsuelo de unos 17° C. Con el fin de llevar a cabo el intercambio de calor con el subsuelo, la bomba de calor precisa de un lazo enterrado que debe de estar en contacto directo con el subsuelo y por donde debe circular el fluido que hará el intercambio de calor. Este lazo será la sonda vertical: un tubo, generalmente de polietileno, lleno de un fluido circulante - agua o solución salina con una sustancia anticongelante (agua glicolada) - que impedirá que el fluido solidifique si se dan bajas temperaturas en la superficie del suelo. Se trata de una fórmula inocua para el medio ambiente, puesto que el fluido en ningún momento entra en contacto con el suelo, al estar el tubo perfectamente sellado. Funciona de modo que el líquido circula de manera continua por el circuito cerrado, descendiendo se calienta - en invierno - o se enfría - en verano - y, a continuación, sube de nuevo, accionado por una bomba circuladora. Es en este punto cuando el medio circulante cede su calor (o frío) al refrigerante (evaporación) y, después, éste al medio empleado para la calefacción (compresión y condensación). Seguidamente, el fluido vuelve a descender por el circuito situado en las perforaciones del terreno para obtener más calor, o cederlo si es verano, y así continuamente.

'EQUILIBRIO ENERGÉTICO'

El funcionamiento del sistema geotérmico, en términos generales, será el de la gráfica 2.



Gráfica 2

En este tipo de circuitos, se puede aprovechar para dar calor a una parte de la instalación y, a la vez, poder dar frío a la otra parte de la instalación, logrando una especie de "equilibrio energético". En lo que respecta a las bombas de calor, de tipo agua/agua con intercambio geotérmico, su COP suele ser bastante alto, del orden de 4 o 5, siendo éste todavía mejor cuando se envía el agua a menos temperatura. Así, el COP de la máquina será más alto cuando se trabaje con temperaturas del agua de utilización del orden de 35 a 45° C - en alimentación de suelo radiante y fan-coils -, y el mismo bajará con temperaturas del orden de 60° C para, por ejemplo, alimentar radiadores.



La obra incluye todas aquellas medidas vinculadas a la eficiencia energética que un espacio de estas características puede llegar a reunir.

PROFUNDIDADES IDÓNEAS

En el ámbito de la geotermia de baja entalpía, la perforación adquiere un papel muy importante, puesto que, gracias a ella, se puede llegar a profundidades idóneas para poder aprovechar gran parte del calor que llega desde el Sol y que queda almacenado en la parte más superficial de la corteza terrestre. En la actualidad, para poder obtener un buen rendimiento del intercambiador de calor con el terreno, las profundidades medias a las que se perfora se fijan entre 40 y 150 m, y estas acciones se llevan a cabo según varios métodos. De todos modos, los más utilizados y eficientes son los que utilizan la percusión y la rotación para poder perforar:

La perforación a percusión incluye la percusión simple y la rotopercusión, y ésta última, puede ser materializada con martillo de fondo o con martillo en el exterior de la perforación. La perforación a rotación, por su parte, se puede llevar a cabo por corte, con tricono o con corona de diamante. Los distintos métodos se emplean de manera distinta, dependiendo de la formación geológica y la consistencia del terreno. Esencialmente, se distingue entre dos tipos de formaciones: con lodos o sin lodos.

En este tipo de circuitos, se puede aprovechar para dar calor a una parte de la instalación y, a la vez, poder dar frío a la otra parte de la instalación, logrando una especie de "equilibrio energético". En lo que respecta a las bombas de calor, de tipo agua/agua con intercambio geotérmico, su COP suele ser bastante alto, del orden de 4 o 5, siendo éste todavía mejor cuando se envía el agua a menos temperatura. Así, el COP de la máquina será más alto cuando se trabaje con temperaturas del agua de utilización del orden de 35 a 45° C - en alimentación de suelo radiante y fan-coils -, y el mismo bajará con temperaturas del orden de 60° C para, por ejemplo, alimentar radiadores.

UNA REHABILITACIÓN MUY SINGULAR

El modelo de trabajo establecido a partir del momento

en que este recinto deja de registrar actividad sanitaria, en otoño de 2009, se plantea en base a tres retos: rehabilitar los pabellones modernistas; conseguir la financiación necesaria, tanto para esta rehabilitación como para el mantenimiento futuro del recinto, e impulsar un nuevo proyecto de usos basado en el conocimiento y la innovación, destinado a, por un lado, movilizar la financiación que asegure la rehabilitación y, por otro lado, convertir el recinto en un referente a nivel internacional. Para que este último propósito sea una realidad, los ejes de trabajo se centran en la identificación de aquellas sedes de organismos nacionales o internacionales que sería posible ubicar en Barcelona; en ejercer la atracción sobre instituciones y proyectos en los ámbitos de empresa, ciencia, investigación, sanidad y educación y, finalmente, en la creación de un nuevo eje de desarrollo cultural y turístico.

La singularidad del espacio ha condicionado su rehabilitación. Por un lado, la complejidad de las tipologías de financiación ha implicado fragmentar proyectos y obras, y ha sido preciso adecuar los criterios de diseño de las infraestructuras generales a la puesta en marcha de los pabellones. Por otra parte, las características del trabajo han comportado la multiplicidad de interlocutores, tramitaciones, presupuestos, justificaciones de subvenciones... Asimismo, la Fundación Privada creó en su momento una comisión interna de asesoramiento: la Mesa de Patrimonio está formada por la Generalitat, el Ayuntamiento, la Diputación y la Fundación, como miembros natos y, como invitada, la Real Academia Catalana de Bellas Artes de Sant Jordi, además de una Comisión Técnica y, finalmente, las adjudicaciones siguen la Ley de Contratación Pública. Ya entre sus criterios de intervención, la obra contempla garantizar una rehabilitación arquitectónica de calidad; convertir el recinto modernista en un modelo de sostenibilidad energética, e incorporar las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. ☀