



## Climatización eficiente (II)



### Proyecto de un sistema de climatización integrado por cimentaciones termoactivas para la nueva sede del BBVA en Madrid

**José Fernández Álvarez.** ICCP. Director General de Eneres  
**Manuel Mallo Sanz.** Arquitecto. Director de Eficiencia Energética de Eneres  
**Luis de Pereda Fernández.** Arquitecto. Director de Proyectos de Eneres

Contribución a la eficiencia energética y de los recursos geotérmicos integrados en edificios concebidos para un muy bajo consumo.

*La nueva sede del BBVA en Las Tablas es un complejo edificatorio con más de 100.000 m<sup>2</sup> de edificabilidad sobre rasante y casi la misma bajo rasante con un total de 190.000 m<sup>2</sup> de superficie construida. 6.500 personas desarrollarán su actividad en una Sede concebida para la eficiencia, en cuanto a la concentración de personas y el ahorro de costes; su papel como símbolo de los valores corporativos y palanca para impulsar la cultura corporativa del BBVA; y como instrumento en la transformación del grupo BBVA, un grupo global con nuevas necesidades. La concepción energética del edificio fue un aspecto fundamental para conseguir los objetivos de eficiencia y sostenibilidad, muy valorados en el proyecto, y en este sentido se consideró muy importante la integración en el edificio de sistemas de intercambio y generación de energía a partir de fuentes renovables. La instalación geotérmica con pantallas termoactivas, losas termoactivas, bomba de calor y sistemas de climatización de temperatura moderada ha sido la solución estudiada para este importante proyecto.*



## Climatización eficiente (II)

En octubre de 2012 la Comisión Europea dió un golpe de timón a las políticas Comunitarias de eficiencia energética al aprobar una nueva Directiva Europea que reorienta los objetivos comunes para la reducción de emisiones, producción de energía de fuentes renovables y reducción de la demanda energética del muy conocido plan 20/20/20, para el 2020.

Las proyecciones realizadas, a fecha actual, sobre los resultados que afectan a la reducción del 20% en el consumo de energía primaria sobre el calculado para el 2020, arrojan una cifra en torno al 9%, es decir un 45% menos de lo previsto inicialmente, un descalabro muy serio en el factor esencial de los objetivos de eficiencia, que no es otro sino la reducción del consumo.

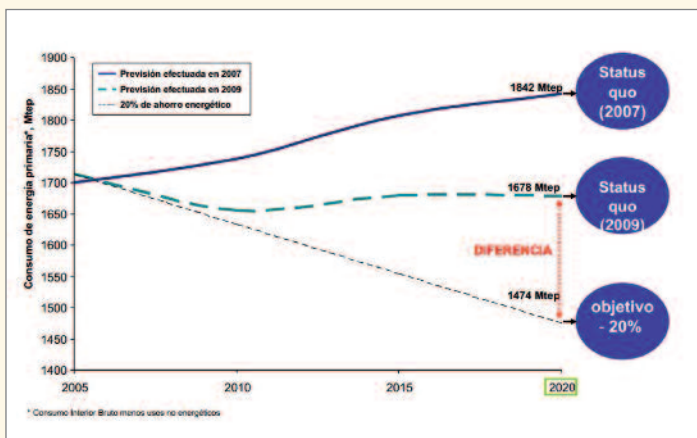
La aplicación estricta de esta nueva directiva, va reorientando el campo de acción de los principales agentes que implicará a todos los actores y que aplicada con inteligencia contextual, podrá ser beneficiosa para el conjunto de la sociedad, potenciando la eliminación de trabas administrativas en sistemas de autoconsumo, áreas tecnológicas en microgeneración, cogeneración y recursos compartidos, la creación de nuevos puestos de trabajo relacionados con la eficiencia energética (instalaciones, auditores energéticos, empresas de servicios energéticos), y la actuación muy centrada en campos de interés general como son la rehabilitación energética del parque edificatorio existente y la explotación de los abundantes recursos bioclimáticos que nuestro país ofrece para la reducción de la de-

manda, entre ellos la gestión de la energía a través de la geotermia y los recursos inerciales de la edificación.

Desde el año 2008 Eneres /Enercret ha concebido, calculado y ejecutado en España y Portugal los sistemas integrados de gestión de la energía y climatización de una docena de edificios de alta eficiencia y bajo impacto, utilizando como recursos de muy bajo consumo y alto grado de calidad en la transmisión térmica, las estructuras y cimentaciones de los edificios, utilizadas como dispositivos de intercambio geotérmico y como sistemas radiantes para la calefacción y refrigeración. Se trata de las estructuras termoactivas, que aprovechan la capacidad inercial, en contacto con el terreno y con los espacios habitados, de la masa estructural, para intercambiar y almacenar calor, procedente de recursos geotérmicos o de cualquier otra fuente renovable o residual, que canalice energía para su almacenamiento en las estructuras de los edificios o en el terreno.

La recuperación de energía residual de baja intensidad térmica y moderada temperatura, procedente del agua residual, de los gases de combustión o del calor residual de los sistemas de transformación eléctrica, permite reinyectar al sistema energético importantes recursos, siempre y cuando el propio sistema esté preparado para aprovecharlos. Las estructuras termoactivas gestionan la acumulación y transferencia de grandes cantidades de recursos térmicos de baja intensidad, que en sistemas convencionales tendrían la consideración de residuos entrópicos, y los aplican a la climatización y el pretratamiento del aire en el acondicionamiento ambiental de los edificios.

La técnica de utilización de las pantallas y losas de las cimentaciones de los edificios como estructuras de intercambio geotérmico se desarrolló en los años 80 en varios países del centro y norte de Europa, donde han sido ejecutadas decenas de instalaciones geotérmicas con este tipo de soluciones. Los desarrollos tecnológicos asociados al uso de las cimentaciones termoactivas fueron protegidos mediante patentes en diversos países europeos, en los años 80. Más de 20 años después pertenecen al estado del arte y son de libre utilización.



Reajuste de los objetivos del plan 20-20-20 de la UE. Fuente: UE

En España es una técnica incipiente. Eneres aportó a este proyecto la experiencia de más de 20 años en el diseño, cálculo y ejecución de estos sistemas por parte de su socio tecnológico, Enercret, empresa pionera en Centroeuropa con la que Eneres ha desarrollado en España y Portugal los más emblemáticos proyectos con geotermia y estructuras termoactivas realizados en la Península Ibérica.

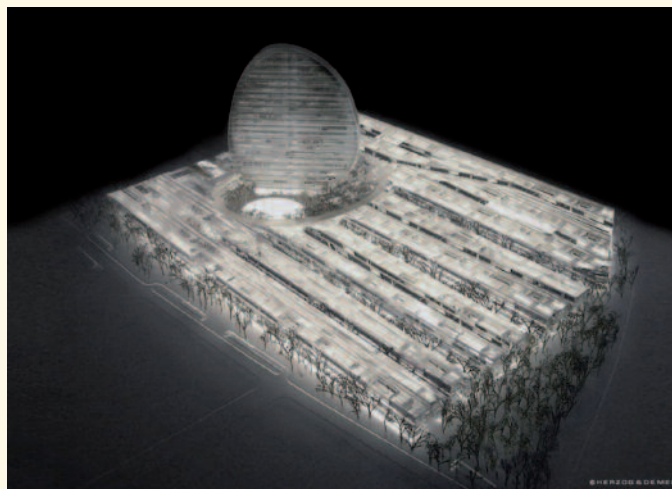
En el año 2010 Eneres fue convocada por JG Ingenieros Consultores para realizar la concepción, la modelización, la simulación y el proyecto de un sistema integrado por intercambio geotérmico, que resolvió mediante pantallas y losas termoactivas, bomba de calor geotérmica y sistemas de viga fría a temperatura moderada para la climatización de un sector, zona piloto, de la nueva sede central del BBVA en Madrid.

### **Instalación geotérmica con pantallas termoactivas, losas termoactivas, bomba de calor y sistemas de climatización de temperatura moderada en la Nueva Sede del BBVA. Las Tablas. Madrid**

La nueva sede del BBVA en Las Tablas es un complejo edificatorio con más de 100.000 m<sup>2</sup> de edificabilidad sobre rasante y casi la misma bajo rasante con un total de 190.000 m<sup>2</sup> de superficie construida. 6.500 personas desarrollarán su actividad en una Sede concebida para la eficiencia, en cuanto a la concentración de personas y el ahorro de costes; su papel como símbolo de los valores corporativos y palanca para impulsar la cultura corporativa del BBVA; y como instrumento en la transformación del grupo BBVA, un grupo global con nuevas necesidades.

La concepción energética del edificio fue un aspecto fundamental para conseguir los objetivos de eficiencia y sostenibilidad, muy valorados en el proyecto y, en este sentido, se consideró muy importante la integración en el edificio de sistemas de intercambio y generación de energía a partir de fuentes renovables.

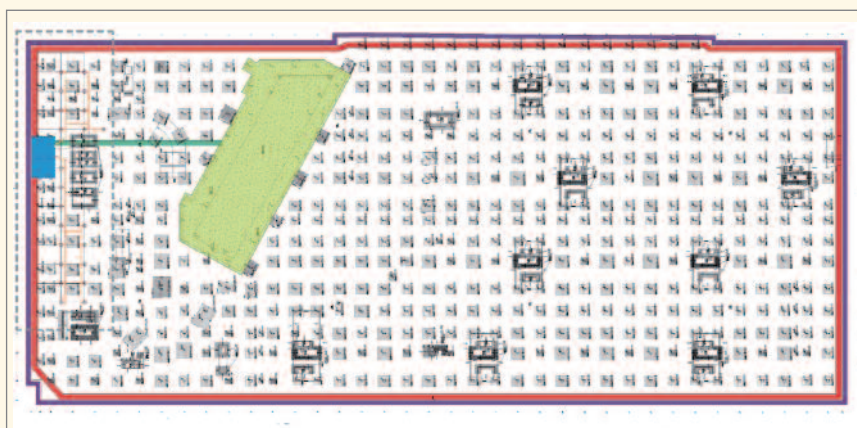
El edificio incorpora sistemas de pretratamiento de fluidos, recuperación de energía, trigeneración, aprovechamiento solar e inter-



Vista general del modelo del edificio. Herzog y de Meuron. Arquitectos

cambio geotérmico ligado a la producción térmica con bomba de calor geotérmica y a la climatización con sistemas de temperatura moderada mediante vigas frías.

Se planteó aprovechar el enorme potencial de intercambio geotérmico de las estructuras enterradas del edificio, que en nuestro caso son más de 7000 m<sup>2</sup> de muros pantalla y más de 30.000 m<sup>2</sup> 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, las losas termoactivas, en verde, y la sala de bombas de calor geotérmicas, azul; en los niveles subterráneos del edificio.

Fuente JG / ENERES - ENERCRET



## Climatización eficiente (II)



Vista general de las obras en ejecución. BBVA.

En el proyecto se asignó un sector del edificio al sistema de climatización alimentado en frío y calor 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 proyectado era de aproximadamente 250 Kw para la refrigeración del edificio y 270 Kw para la calefacción.

El diseño, cálculo y simulación del intercambiador geotérmico contemplaba la geometría, la masa y la configuración de las estructuras y cimentaciones que vamos a utilizar como intercambiador, también el régimen de uso del edificio, en nuestro caso administrativo con una amplia banda horaria, y también las características y rango operativo del sistema de transferencia de calor que se va 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. En nuestro edificio se trata de un terreno arenoso/arcilloso compacto sin presencia de agua pero con una buena conductividad térmica. En estas condiciones la capacidad de intercambio de los muros pantalla está en torno a 25 Kw por m<sup>2</sup> de pantalla activa y la de las losas en torno a los 15 Kw / m<sup>2</sup>. De la potencia total de intercambio, en nuestro caso, el 65% procederá de las pantallas termoactivas y el 35% de las losas.

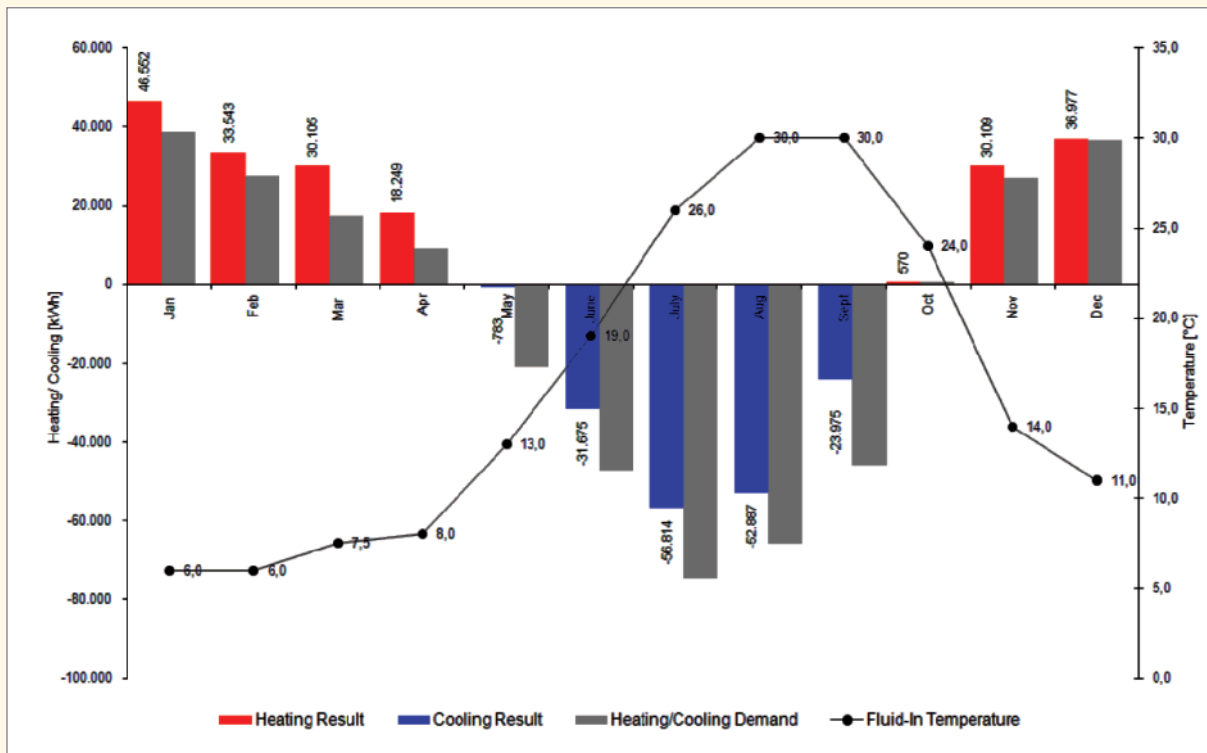


Tabla de cobertura energética por meses de las necesidades de calefacción y refrigeración del edificio, y temperatura del agua en el intercambiador geotérmico. JG/ENERES-ENERCRET



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

La cobertura de la demanda energética para la climatización de los aproximadamente 3000 m<sup>2</sup> 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 las pantallas y las 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 personal técnico experto en cálculo diseño y ejecución, para asegurar una perfecta integración en los elementos de hormigón, lo que garantizará a lo largo de todo el ciclo de vida un adecuado rendimiento y muy bajo mantenimiento.

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 del edificio, bajo la gestión de un sistema de control es-

pecíficamente diseñado, hace que el sistema integrado de intercambio geotérmico y climatización opere según un régimen armónico de temperaturas moderadas según el cual el rendimiento de los equipos es muy alto, en muy buenas condiciones de confort, y el ahorro que esto supone sobre un sistema convencional se estima en una reducción del 50% o 60% del consumo de energía primaria.

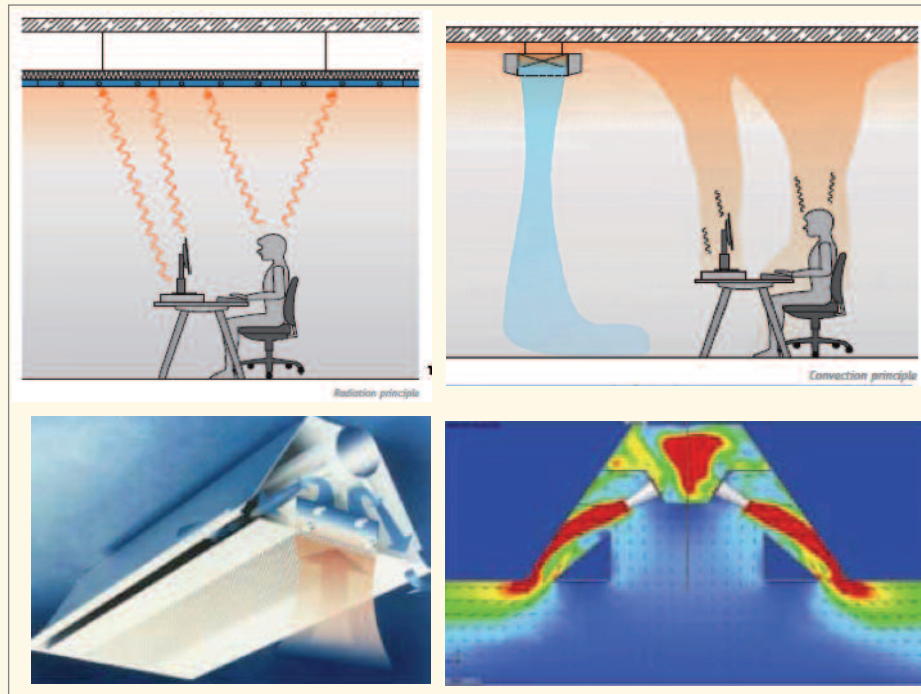
Las vigas frías son sistemas energéticamente eficientes que funcionan con rangos de temperatura moderados, muy equilibrados con los rangos de



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



## Climatización eficiente (II)



Componentes radiante y convectiva del sistema de climatización con vigas frías. TROX

temperatura operativa del sistema geotérmico de cimentaciones termoactivas, que combinan enfriamiento radiante y ventilación convectiva para reducir el uso de energía, mejorar los niveles de confort, y atenuar el impacto arquitectónico de los conductos y otros sistemas mecánicos.

El sistema consiste en colocar serpentines de enfriamiento a la altura del techo para poder enfriar el aire caliente ascendente. El aire enfriado, baja entonces suavemente al nivel de ocupación, proporcionando un efecto de enfriamiento placentero con un mínimo de movimiento de aire.

Esta tecnología para refrigerar utiliza agua más caliente (en el rango de 15 a 18 °C) que los sistemas convencionales (entre 6 a 7 °C) lo que significa más ahorro de energía y la posibilidad de trabajar con sistemas eficientes de generación a partir de fuentes renovables, y temperatura moderada, como el intercambio geotérmico.

### Beneficios – Impactos positivos

La utilización del sistema de cimentaciones termoactivas, que utiliza como intercambiador geotér-

mico los muros pantalla y el las losas de cimentación del edificio en interacción con bombas de calor geotérmicas y el sistema de vigas frías para la climatización eficiente a temperaturas moderadas, permite una enorme reducción del impacto de la obra, costes, plazos de ejecución, residuos de construcción y consumo de agua. A esta reducción de impacto corresponde una muy buena valoración desde los distintos modelos de calificación, ya sea los centrados en el análisis de ciclo de vida, como los orientados a consumo, emisiones y valoración del impacto sobre el cambio climático, LEED, BRE-AM, etc.

La reducción del consumo energético en el sector del edificio en el que se proyectó la climatización de fuente geotérmica respecto al de un sistema convencional, a lo largo de su ciclo de vida, se estima entre un 50% y un 60%. La reducción estimada de los costes de mantenimiento de la instalación se cifra en torno a un 50%.

Los parámetros de confort higrotérmico y calidad ambiental, conseguidos con la integración de sistemas de generación y climatización a temperatura moderada, son óptimos. ■