

# PROYECTOS EMBLEMÁTICOS VII



EN EL ÁMBITO DE  
**LA ENERGÍA**

**PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS VII  
EN EL ÁMBITO DE  
LA ENERGÍA**



Depósito Legal: M-5118-2017  
Diseño e impresión: Mares Ideas Publicitarias, S.L.

# 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, ha elaborado la séptima edición de la Guía de Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía.

En el desarrollo de esta publicación se ha contado con la colaboración y ayuda de los propietarios e instaladores de los proyectos que aparecen en la misma. Con su aportación, se consigue dar una visión actual de los diferentes proyectos relacionados con el ahorro y la eficiencia energética, así como con el uso de las energías renovables, con el fin común de lograr un desarrollo sostenible de la Comunidad de Madrid.

En la elaboración de esta publicación han colaborado las siguientes entidades:

Acciona Service  
ACV  
Adisa – Hitecsa  
Aprosol  
Calordom  
Cefiner  
Centro Canalejas Madrid  
Comsa Service  
CIAT  
Eneres  
Ferrovial Servicios  
Gas Natural Servicios  
ID Domótica  
Isover  
OHL Servicios - Ingesan  
Sacyr Industrial  
Saint-Gobain  
Telur  
UNEF  
Uponor  
Veolia  
Viessmann



# ÍNDICE

1.	PRESENTACIÓN	9
2.	PROYECTOS EMBLEMÁTICOS	10
2.1.	MEJORA DE LAS CONDICIONES DE CONFORT Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA	12
2.2.	REFORMA DE LA CENTRAL TÉRMICA DE “LA RINCONADA”	14
2.3.	SERVICIOS ENERGÉTICOS EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA PRINCESA	16
2.4.	RENOVACIÓN DE EQUIPOS GENERADORES DE ACS	18
2.5.	INSTALACIÓN GEOTÉRMICA PARA LA CLIMATIZACIÓN DEL POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE GUADARRAMA	20
2.6.	RECUPERACIÓN Y USO DE LOS RECURSOS TERMODINÁMICOS DEL SISTEMA DE TÚNELES DE CALLE 30 EN MADRID	22
2.7.	NUEVA SEDE CORPORATIVA DE VÍA CÉLERE	24
2.8.	SOLUCIÓN INTEGRAL CON SISTEMA DE GENERACIÓN POR BIOMASA EN EDIFICIO DE VIVIENDAS	26
2.9.	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO EN EL COLEGIO DE ALEPH-TEA	28
2.10.	REHABILITACIÓN Y APERTURA DEL NUEVO RESTAURANTE BENARES	30
2.11.	INSTALACION DE APROVECHAMIENTO GEOTÉRMICO EN EL CENTRO CANALEJAS	32
2.12.	MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y RENOVACIÓN DE INSTALACIONES EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO LA PAZ	34
2.13.	GESTIÓN REMOTA DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN EL HOSPITAL INFANTA SOFÍA	36
2.14.	RED DE CALOR CON BIOMASA	38
2.15.	SERVICIOS ENERGÉTICOS DEL NUEVO SISTEMA CENTRALIZADO DE CLIMATIZACIÓN DEL CAMPUS JUAN DEL ROSAL DE LA UNED	40
2.16.	INTERVENCIÓN GLOBAL DE INSUFLADO CON LANA MINERAL EN UN EDIFICIO DE VIVIENDAS	42
2.17.	ASESORÍA ENERGÉTICA INTEGRAL DE UNA COMUNIDAD DE PROPIETARIOS	44
2.18.	CLIMATIZACIÓN DEL SALÓN DE ACTOS DEL COLEGIO PADRES ESCOLAPIOS EN GETAFE	46
2.19.	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN GIMNASIO	48
2.20.	PRIMERA RED DE CALOR POR BIOMASA MUNICIPAL EN LA COMUNIDAD DE MADRID	50
2.21.	CENTRO PARA RECURSOS DEL APRENDIZAJE Y LA ENSEÑANZA EN LA UNIVERSIDAD DE ALCALÁ DE HENARES	52
2.22.	SERVICIOS ENERGÉTICOS EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO PRÍNCIPE DE ASTURIAS	54
<b>ANEXO 1</b>	<b>SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PROYECTOS EN LA COMUNIDAD DE MADRID</b>	<b>58</b>
	INFORMACIÓN DE ESTA GUÍA	60

# 1

# PRESE

**PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS VIII  
EN EL ÁMBITO DE  
LA ENERGIA**

# PRES

# ENTACIÓN





# 1

# PRESENTACIÓN

En el actual Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2015-2020 se plantean unos objetivos básicos coherentes con los establecidos en la planificación energética nacional y europea, y que son los siguientes:

- Satisfacción de la demanda energética con altos niveles de seguridad y calidad en el suministro.
- Mejora de la eficiencia en el uso de la energía.
- Incremento en la producción de energía renovable.

Para el cumplimiento de estos objetivos se desarrollan una serie de líneas de actuación, entre las que destacan las de concienciación y formación, pudiéndose clasificar en dos grupos: transversales y sectoriales.

Dentro de las actuaciones transversales, resaltan las **“Actuaciones divulgativas y de concienciación”** sobre la importancia de la eficiencia energética. La Comunidad de Madrid es consciente desde hace tiempo de esta necesidad y viene desarrollando ya una labor intensa en este ámbito, en el que se enmarca la presente publicación de **“Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía”**.

La Guía que aquí se presenta supone la séptima edición de la serie de Proyectos Emblemáticos, en la que se recogen de forma sencilla y concreta un conjunto de actuaciones variopintas, pero que presentan el denominador común de aportar unas elevadas condiciones de eficiencia energética.

Varios de los proyectos que se describen están relacionados con la rehabilitación energética de edificios existentes, una práctica que, ya sea con alcance integral o parcial, debe de convertirse en un aspecto clave a la hora de la reducción de la demanda energética en cual-

quier sector de actividad, destacando el sector residencial.

Por otro lado, también se señalan proyectos y actuaciones en las que se mejoran notablemente los rendimientos energéticos de las instalaciones presentes en los edificios, como pueden ser las instalaciones térmicas para climatización y generación de ACS, o las instalaciones de iluminación cuya optimización repercute en un mayor rendimiento del alumno si estamos hablando de un colegio o en una mejora en la percepción del espacio si estamos hablando de un comercio, sin obviar el ahorro económico.

Otro bloque importante de esta publicación es el que está dirigido a la gestión energética de edificios públicos, en línea también con el impulso de los servicios energéticos que se recoge en el Plan Energético, y cuyas actuaciones se pretenden orientar preferentemente al sector público por su carácter ejemplarizante.

Conforme con los objetivos del Plan, se describen también una serie de proyectos de aprovechamiento de energías renovables, como aplicaciones de biomasa como combustible para calefacción, instalaciones de paneles fotovoltaicos o la implantación de sistemas geotérmicos de baja entalpía para su uso en la climatización de edificios.

En definitiva, con la publicación de esta Guía se pretende acercar al lector el amplio rango de medidas existentes en la actualidad, las cuales se pueden adaptar a las necesidades de cada proyecto, y que dan como resultado una reducción de los costes energéticos de los edificios y, consecuentemente, una disminución de los efectos medioambientales de las actividades de generación de energía.



PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS VII

PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS VII  
EN EL ÁMBITO DE  
LA ENERGIA

# PROYECTOS EMBLEMÁTICOS

PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS



## 2.1 MEJORA DE LAS CONDICIONES DE CONFORT Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA



### Mejora de las condiciones de confort y eficiencia energética en un instituto de educación secundaria.

**Lugar:** C/ Instituto, s/n

**Municipio:** Torrelodones

**Fecha de puesta en marcha:** 2014

#### Participantes:

- Ista
- Lledó Iluminación
- Kömmerling
- Saint-Gobain Glass
- Saint-Gobain Placo
- Saint-Gobain Isover
- Saint-Gobain Eurocoustic

#### Descripción

El proyecto que aquí se describe se enmarca dentro de las actuaciones previstas en el convenio de colaboración público-privada suscrito entre los participantes, con el objetivo de evaluar las mejoras energéticas que pueden llevarse a cabo en los centros educativos de la Comunidad de Madrid que contribuyan al ahorro energético y mejora del confort térmico, acústico, visual y de la calidad del aire interior de los espacios utilizados por los alumnos, así como a la difusión de los resultados obtenidos por todos los participantes en el mismo.

Los centros educativos reúnen probablemente las mejores condiciones para desarrollar en ellos actuaciones de mejora de eficiencia energética y confort. Hablamos de un parque de edificios de antigüedad media-alta, muchos de ellos anteriores a las primeras Normas Básicas de Edificación, y construidos, por tanto, sin ningún tipo de exigencia en materia de eficiencia energética y aislamiento.

Por razones históricas y presupuestarias, son edificios en los que la funcionalidad y el criterio muchas veces urgente de oferta de plazas han primado por encima de otros aspectos más relacionados con la sostenibilidad y el confort.

#### Motivos de la actuación

La Comunidad de Madrid cuenta con alrededor de 400 centros educativos públicos de enseñanza preuniversitaria con 165.000 alumnos.

La intervención buscaba evaluar el potencial de este centro y muchos otros similares en términos de reducción de su consumo energético, pero también de mejora de las condiciones de confort térmico, acústico, iluminación y calidad de aire interior.

#### Características técnicas

Se han seleccionado en el edificio cuatro aulas idénticas, dos con orientación oeste y otras dos con orientación este y se ha intervenido, durante las vacaciones de verano de 2014, en dos de estas aulas.

Se instalaron entonces diversos equipos de monitorización en las cuatro aulas y durante el curso 2014-15 se realizó un seguimiento permanente de consumos energéticos, temperatura, humedad, CO<sub>2</sub>, además de llevarse a cabo diferentes ensayos acústicos (aislamiento en fachada y tiempo de reverberación) y de intensidad y distribución de la iluminación.

Así, en las dos aulas intervenidas se instaló un trasdosado autoportante con lana mineral de Isover y placa de Yeso Gyptone de Placo con tecnología activair, que permite una depuración de compuestos orgánicos volátiles mejorando la calidad del aire interior. Se sustituye-

ron las ventanas existentes por otras nuevas con carpintería de PVC Eurofutur de Kömmerling y vidrios con aislamiento térmico reforzado SGG CLIMALIT PLUS SILENCE con argón en cámara. Se colocaron falsos techos acústicos Minerval 15 de Eurocusic en una de ellas y Gyptone de Placo en la otra, se sustituyeron las luminarias originales por unas nuevas S391 Led de Lledó dotadas de sistemas de control y, en cada uno de los radiadores de las cuatro clases, se instalaron válvulas termostáticas y repartidores de costes de Ista.

Con esta, podríamos decir, razonablemente sencilla intervención, se han conseguido ahorros energéticos de hasta un 77% en iluminación y 15% en calefacción, el tiempo de reverberación se ha corregido desde los 2 s originales a 0,56 s, la inteligibilidad de la palabra se ha incrementado desde un valor “Aceptable” a “Bueno” y se ha mejorado también de forma muy importante el reparto y homogeneidad de los niveles de iluminación en las dos aulas rehabilitadas.



A continuación se observan las actuaciones realizadas, antes (arriba) y después (abajo) de las mismas.

### Beneficiarios

El centro seleccionado fue el Instituto de Educación Secundaria Diego Velázquez, sito en Torrelodones, Madrid, un edificio construido en 1987 con un sistema constructivo convencional para la época: fachada de doble hoja de ladrillo de espesor total de 1 pie; ventanas correderas de aluminio sin rotura de puente térmico y con un vidrio sencillo en la fachada oeste, y doble ventana de características similares a la anterior en fachada este. El gasto medio energético anual de este centro asciende a 50.000 € entre electricidad y gasóleo para la instalación de calefacción. En la actualidad cursan estudios en el mismo cerca de 1.200 alumnos e imparten enseñanza 90 profesores.

### Difusión de la actuación

Se organizaron además 4 talleres en los que intervinieron 400 alumnos y 18 profesores, que pudieron conocer de primera mano las intervenciones realizadas en las aulas y sus resultados, así como temas más generales relacionados con la problemática y a la vez oportunidad de mejora asociada a la falta de sostenibilidad y la eficiencia energética de nuestros edificios.



## 2.2 REFORMA DE LA CENTRAL TÉRMICA DE “LA RINCONADA”



### Reforma de la Central Térmica de “La Rinconada”.

**Lugar:** Urbanización La Rinconada

**Municipio:** Aravaca

**Fecha de puesta en marcha:** 2015

#### Participantes:

- Viessmann
- PGI Engineering
- Bisbel Hispania
- Veolia

#### Introducción

La prestigiosa Urbanización La Rinconada, ubicada en Aravaca, dispone actualmente de una central térmica totalmente renovada para servicio centralizado de calefacción y agua caliente sanitaria.

Viessmann suministró en el mes de julio de 2015 calderas para esta importante obra de reforma, proyectada por PGI Engineering con gestión de obra realizada por Bisbel Hispania y realización de la obra por parte de Veolia.

En la Urbanización se cuenta con 154 viviendas de gran tamaño, distribuidas en 13 bloques de 6 viviendas cada uno y 76 chalets, con amplias zonas verdes y arboladas.

#### Descripción

Las calderas de tecnología estándar antiguas han sido sustituidas por tres modernas calderas

de condensación a gas natural modelo Vitocrossal 300 – 1.280/1.400 kW para el servicio de calefacción, y por una caldera de baja temperatura modelo Vitoplex 200 – 900 kW para el servicio de agua caliente sanitaria.

La potencia útil total instalada es de 5.100 kW, adecuada para proporcionar los 6 GWh/año que se demandan en las viviendas.

El sistema de calefacción mejorado está diseñado para distribución del calor a los distintos edificios de la urbanización, a temperaturas muy bajas, con temperatura de impulsión de 55 °C. Se dispone de 3 circuitos de calefacción y de 5 circuitos para distribución de agua caliente sanitaria.



#### Beneficios económicos y energéticos

Las ventajas principales de la nueva central térmica son:

- Ahorro en consumo de combustible.
- Fiabilidad de servicio confortable sin interrupciones.
- Reducción de emisiones contaminantes.

Las calderas de condensación Vitocrossal 300 tienen cuerpo de intercambio térmico humos/agua fabricado en acero inoxidable AISI 316-Ti, para funcionamiento en continuo sin valor límite de temperatura de retorno del agua, siendo su rendimiento estacional del 109% referido al PCI del combustible.

Contienen un gran volumen de agua para conseguir un óptimo funcionamiento modulante de sus quemadores Weishaupt de la serie de fabricación WMG-ZMLN de bajas emisiones, e incorporan regulación electrónica digital Vitotronic.



En las condiciones de trabajo del nuevo diseño proyectado y ejecutado, las calderas trabajan con muy bajas temperaturas del agua y en condensación permanente del vapor de agua contenido en los gases de combustión, con cesión del calor latente al sistema.

Las temperaturas de los gases de combustión son bajas, siempre inferiores a 70 °C, consiguiendo una importante reducción de las pérdidas térmicas por calor sensible en los humos. Por tener los cuerpos de las calderas a bajas temperaturas, también se minimizan las pérdidas térmicas por radiación y convección.

En los pasados meses de invierno, se ha comprobado una reducción del consumo de combustible, con respecto al año anterior, del 28%.

Dentro de las mejoras realizadas en la central térmica, está la reducción del volumen de acumulación de agua caliente sanitaria, pasando de tener un volumen de 36.000 litros al nuevo volumen de 18.000 litros, reduciendo considerablemente las pérdidas térmicas en los acumuladores. Las nuevas bombas de distribución de calefacción y agua caliente sanitaria son de alta eficiencia de caudal variable con bajo consumo eléctrico y se dispone de un nuevo sistema de control centralizado.



## 2.3 SERVICIOS ENERGÉTICOS EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA PRINCESA



**Servicios energéticos en el Hospital Universitario de la Princesa.**

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2016

### Participantes:

- OHL Servicios - Ingesan

### Introducción

El Hospital Universitario de la Princesa (HUP), Centro de Especialidades Hermanos García Noblejas (HGN) y Centros de Salud Mental de Chamartín-Marqués de Ahumada (CSM) se rigen desde marzo de 2016 bajo un contrato de servicios energéticos impulsado por el propio Hospital y la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid.

Dicho contrato se adjudicó a OHL Servicios Ingesan bajo el modelo energético impulsado por el IDAE de prestaciones:

- **P1. Gestión de la energía.** Suministro de energía útil necesaria para el funcionamiento correcto de las instalaciones objeto del contrato; gestión del suministro de energía térmica, frigorífica y eléctrica, control de calidad, cantidad y uso, y garantía de aprovisionamiento.
- **P2. Conducción.** El servicio engloba los trabajos de gestión, control, ajuste de funcionamiento, mantenimiento preventivo, correctivo y legal.

- **P3. Garantía total.** Mano de obra y materiales necesarios para la reparación y la sustitución de todos los equipos deteriorados de las instalaciones de producción térmica, y en general las obras e instalaciones previstas.
- **P4. Obras y mejoras en la eficiencia energética y reforma de instalaciones existentes.** Realización de las obras necesarias y la mejora y renovación de las instalaciones.



### Inversiones realizadas

- Sustitución de las **calderas de gasóleo por calderas a gas** con quemador modulante. Las calderas de calefacción y ACS serán de baja temperatura.
- **Unificación del sistema de frío** con la incorporación de una enfriadora adicional. Esta medida permite adecuar de una manera más efectiva la demanda del Hospital a la producción, optimizándose el rendimiento de los equipos y reduciendo el consumo eléctrico.
- Sistema de **climatización independiente** para quirófanos y bloque técnico, con la instalación de dos nuevas enfriadoras, así como la renovación de las UTAS de quirófanos y bloque técnico.
- **Climatización de la zona de hospitalización** para subsanar el problema de temperaturas en época de verano. Consiste en la renovación de las UTAS de tratamiento de aire y la incorporación de un nuevo sistema de conductos en planta con compuertas de regulación.
- **Renovación de las zonas comunes de iluminación** por tecnología led e incorporación de sistema de control por horario, luz natural y presencia.

- Instalación de un **sistema de control de las instalaciones** de todo el Hospital y de una plataforma de seguimiento energético.
- Sustitución y ampliación de los **grupos electrógenos** por dos de 550 kVA.
- Incorporar **variadores de frecuencia** a las torres de refrigeración para adecuar la demanda de condensación al funcionamiento de las enfriadoras.
- Incorporar un **sistema de estabilización de tensión** formado por un trafo en zigzag para cada grupo de trafos existentes, reduciendo el consumo eléctrico optimizando el nivel de tensión de entrada de la red, los armónicos de la instalación y “aplanando” las puntas de demanda.
- **Sustitución de dos marmitas** a vapor de la cocina por dos equivalentes funcionando a gas natural.

### Balance energético y emisiones de CO<sub>2</sub>

Tras aplicar las medidas de ahorro energético, el reparto de consumo de energía primaria en los edificios es el siguiente:

Para el HUP:

- Gas para calefacción, ACS, vapor y cocinas.
- Electricidad para climatización, iluminación, equipos hospitalarios y fuerza.

Para el HGN:

- Electricidad para calefacción, ACS, climatización, iluminación, equipos hospitalarios y fuerza.

Para el CSM:

- Gas para calefacción y ACS.
- Electricidad para climatización, iluminación, equipos y fuerza.

Los consumos previstos son los siguientes:

Caso base	HUP	HGN	CSM	Total
Electricidad (kWh)	8.527.031	655.007	42.551	9.224.589
Gas cocina (kWh pcs)	155.614			155.614
Gas natural (kWh pcs)	8.296.452		132.109	8.428.561

A partir del consumo de energía, y usando los coeficientes de paso de las fuentes primarias de energía empleadas, se calcula la huella de CO<sub>2</sub> generada por los edificios.

Sistema propuesto	t CO <sub>2</sub> /año
Electricidad	3.238
Gas cocina	32
Gas natural	1.719
Total	4.989

Por lo tanto, el ahorro energético a nivel de emisiones es de 2.234 t/año de CO<sub>2</sub>, lo que supone un 30,9% respecto al consumo actual.

### Metodología de gestión energética

Para realizar un seguimiento óptimo de los consumos esperados, se ha establecido una metodología de seguimiento que recoge los siguientes hitos:

- Plan de medida y verificación sujeto a protocolo EVO o IPMVP.
- Metodología de la gestión energética:
  - Proceso de captación de lecturas de los contadores y registros de datos.
  - Verificación y análisis de la facturación y tratamiento de reactiva.
  - Control de consumo de las instalaciones y comparación con facturas.
  - Descripción del sistema de almacenamiento de lecturas y procesado de la información.
  - Emisión de informes de resultados, conclusiones y medidas de ahorro.

De esta forma, el equipo de Servicios energéticos de OHL Servicios Ingesan puede verificar de manera continua el cumplimiento de los ahorros esperados.

### Conclusión

La consecución de los ahorros previstos posibilitan que el gestor energético guarde un equilibrio óptimo entre ingresos y gastos, asegurándose el cliente, desde la firma de contrato, los ahorros previstos.

## 2.4 RENOVACIÓN DE EQUIPOS GENERADORES DE ACS



### Renovación de equipos generadores de ACS.

**Lugar:** Plaza de Celenque

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2014

**Participante:**

- ACV

### Descripción

El Hostal, perteneciente a la cadena TOC HOS-TELS & SUITES, está ubicado en pleno centro de Madrid, en un edificio antiguo que ha sido reformado en su totalidad. El edificio conserva su estructura inicial, por lo que las 55 habitaciones existentes son muy distintas entre ellas, pudiendo alojar desde 2 a 8 personas y disponiendo, en las más grandes, de 2 lavabos y 2 duchas en su interior.

Estas características especiales en cuanto a la tipología de habitaciones, se traducen en un gran consumo de Agua Caliente Sanitaria (ACS) con puntas que pueden llegar a ser muy críticas.

### Singularidades de la actuación

Se trata de un edificio antiguo, ubicado en el centro de Madrid y con una elevada demanda de ACS, que presenta dificultades importantes para la ubicación e instalación de un sistema convencional de producción de ACS.

El sistema debe contener un conjunto de calderas con un gran volumen de acumulación instalado para poder absorber las puntas de consumo.

El poco espacio disponible en cubierta para ubicar la sala de calderas, la dificultad de acceso a ésta tratándose de un edificio céntrico, y la limitación en el sobrepeso que puede soportar la estructura, hacen que el proyecto se defina con un sistema semi-instantáneo de condensación ACV *Heat Master TC* desde la fase inicial de diseño de la instalación.

### Equipos utilizados

Para cubrir la gran demanda de ACS de este edificio, se instalaron tres *Heat Master 85 TC* sin necesidad de acumulación adicional. Los equipos producen ACS de forma semi-instantánea (sin necesidad de acumuladores de gran tamaño para absorber las puntas de consumo), adaptándose en todo momento a la demanda existente de forma flexible y eficiente, ya que permite condensar tanto en calefacción como en modo ACS gracias a su recuperador integrado (rendimiento del 105% s/PCI en producción de ACS).

Su elevado rendimiento permite alcanzar un ahorro energético y económico de un 20% en comparación con sistemas resueltos con calderas de condensación convencionales y acumuladores.



Es importante recalcar que en las instalaciones de tipo hotelero, el consumo energético destinado a producción de ACS es del orden del 25% del total de la factura energética, con lo que el uso de las tecnologías propuestas puede afectar muy favorablemente en la cuenta de resultados del hotel.

El sistema utilizado se caracteriza por disponer de una gran superficie de intercambio, de manera que el agua de consumo contenida en el acumulador interior del equipo es calentada de forma homogénea y rápida a partir del agua del circuito primario del generador.

Además, esta tecnología evita las incrustaciones y la calcificación en las paredes interiores del tanque, alargando la vida útil del equipo, y su tamaño compacto permite la instalación del equipo en salas de reducidas dimensiones.

De igual forma, sus características permiten una simplificación del circuito hidráulico, lo que supone un ahorro económico adicional en la instalación de ACS.

## Características técnicas

- Potencia total instalada:  $83 \text{ kW} \times 3 = 249 \text{ kW}$ .
- Acumulación total ACS (interna a los generadores):  $190 \text{ l} \times 3 = 570 \text{ l}$ .
- Tipo de sistema producción ACS: Semi-instantáneo.
- Combustible: Gas natural.
- Tecnología: *Tank in tank + Total condensing*.

Consumo a 60 °C	Necesidades de ACS a 60 °C	Producción de ACS a 60 °C
Periodo crítico 10 min (l/10')	1.031	1.239
Periodo punta 1 hora (l/60')	4.658	4.782

## Ventajas del sistema

- Gran producción de ACS. Ideal para el sector terciario.
- Menor espacio ocupado en la sala de calderas. Hasta un 80% menos ( $1,6 \text{ m}^2$ ).
- Pueden ser ubicados en cubierta sin necesidad de grúa (caben en el ascensor si es necesario).

- Simplificación hidráulica por ahorro en elementos de la instalación y tuberías.
- Reducción de costes en obra civil por su facilidad de ubicación en la sala de calderas (su anchura inferior a 700 mm permite su paso por puerta sin ningún problema).
- Reducido mantenimiento.
- Ahorro energético debido a su elevado rendimiento.



## Ahorro energético

En la siguiente tabla se muestra el resultado de los cálculos de consumo del sistema de producción de ACS del Hostal TOC Madrid y se compara con el consumo que un sistema convencional equivalente con gran acumulación tendría.

Tipo de sistema	Convencional	Implantado
Energía anual (kWh)	232.995	189.249
Consumo Gas anual (€)	10.091	8.197
Ahorro Energía (%)	-	18,80
Ahorro Energía (kWh)	-	43.746
Ahorro Gas (€)	-	1.895

Los ahorros indicados permiten un retorno de inversión muy reducido para este tipo de equipos de producción de ACS.

Estos ahorros se justifican por su elevado rendimiento instantáneo en generación de agua caliente (hasta el 105% s/PCI frente al 95% de una caldera de condensación nueva convencional en diseño trabajando en producción de ACS), así como en la reducción de pérdidas energéticas en la instalación por el hecho de eliminar los depósitos de acumulación.

## 2.5 INSTALACIÓN GEOTÉRMICA PARA LA CLIMATIZACIÓN DEL POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE GUADARRAMA



**Instalación geotérmica para la climatización del polideportivo municipal de Guadarrama.**

**Lugar:** C/ Los Escoriales, 13

**Municipio:** Guadarrama

**Fecha de puesta en marcha:**

- Perforaciones: enero-marzo 2016
- Sala técnica: junio-septiembre 2016

**Participantes:**

- Ayuntamiento de Guadarrama
- Sacyr Industrial

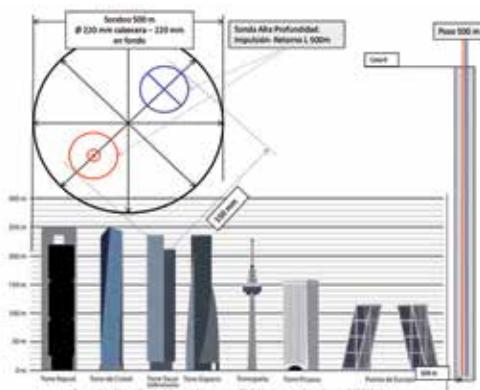
### Descripción

El edificio en estudio acoge una cancha polideportiva de 47x25 m<sup>2</sup> con gradas ubicadas en una de las alas del recinto, en el que inicialmente la calefacción se generaba mediante consumo de gasóleo con calderas de baja eficiencia y elevados costes de mantenimiento y producción.

Teniendo en cuenta el alto coste que supone calefactar las instalaciones y la producción de ACS mediante calderas de gasóleo, Sacyr Industrial propuso la implantación de una instalación geotérmica, mucho más eficiente, compuesta por una bomba de calor y un intercambiador vertical enterrado. Además, la nueva instalación reducirá sensiblemente las emisiones de CO<sub>2</sub>, así como las partículas en suspensión.

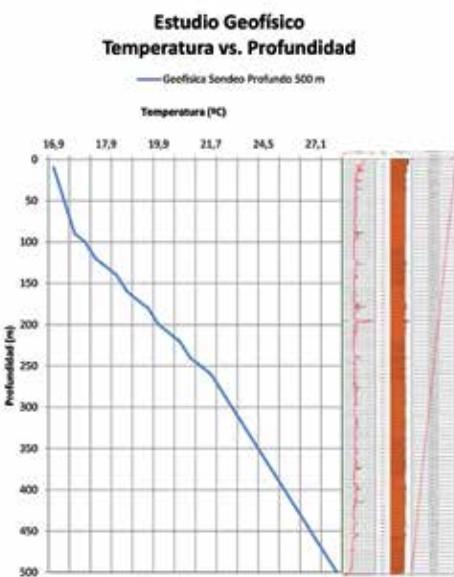
### Campos de captación geotérmica

El sistema cuenta con dos campos de captación, uno que corresponde a un sondeo de 500 m de profundidad y otro que comprende de 8 sondeos de 150 m de profundidad cada uno. La captación de uno u otro campo se irá estableciendo a medida que se analicen los resultados del sistema.



Campo de captación de 500 m.

Se trata de un sistema excepcional en Europa y único en España. Primeramente, se realizó un sondeo con propósitos de I+D en el que se estudió el procedimiento de ejecución más idóneo, y posteriormente se realizó una evaluación geofísica para medir las fluctuaciones de la temperatura vs. profundidad.



En dicha gráfica se comprueba que se cumple el gradiente geotérmico teórico, que equivale a 3 °C por cada 100 m. Además, se mantiene una pendiente lineal, debido al buen comportamiento térmico del terreno (granito no meteorizado).

En 2015, Sacyr Industrial llevó a cabo un proyecto de I+D+i que consistió en desarrollar un pozo de 500 m y monitorizarlo con prototipos de sondas térmicas. Después de evaluar los buenos resultados del proyecto, en 2016 se realizó otro sondeo similar para un nuevo proyecto de investigación, con el objetivo de optimizar los elementos de monitorización y asociarlos a un campo de sondeos convencionales, siendo ambos productivos y comercialmente viables.

El sondeo de 500 m para explotación comercial se monitoriza para evaluar las fluctuaciones de la temperatura en función de la profundidad y el tiempo.

Para incrementar la captación de energía del terreno se realizó además un campo de 8 sondeos de 150 m de profundidad cada uno. Se utilizaron sondas simples de 40 mm de diámetro y para llenar las perforaciones se utilizó mortero de alta conductividad térmica.

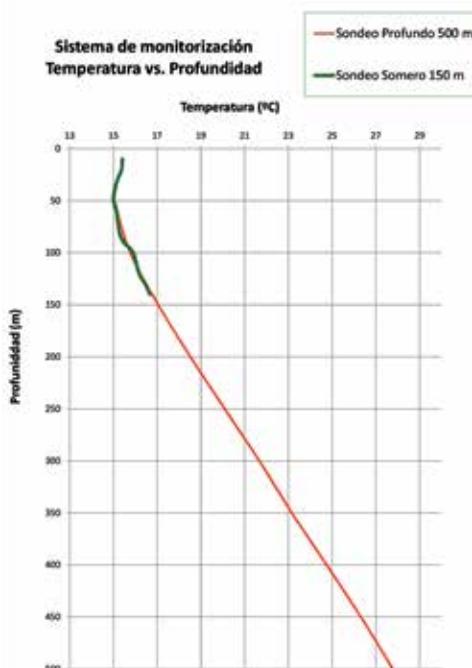


Campo de captación de 8 x 150 m.

Con el objetivo de monitorizar también el comportamiento de este campo, se adicionó otra sonda de temperatura.

## Temperaturas del subsuelo

Observando el comparativo de temperaturas del sondeo somero de 150 m frente al sondeo profundo de 500 m, el ajuste de temperaturas es muy próximo. La distancia horizontal entre ambos pozos es de 10 m. Si se observan los resultados de la geofísica en el pozo de 500 m, los resultados también son similares.



## Sala técnica y sistema de emisores

- Bomba de calor 100 kW modulante 50%.
- 2 depósitos de inercia de 1.500 l.
- Aeroconvectores.

## Conclusiones

La fase inicial del proyecto permite concluir que los resultados se ajustan a las predicciones, es decir, se trata de un terreno óptimo para la conducción térmica y la obtención de energía geotérmica para satisfacer altas demandas de climatización y ACS.

A medida que la producción y la demanda se vayan ajustando, los rendimientos del sistema serán más estables y permitirán optimizar el rendimiento del conjunto.

## 2.6 RECUPERACIÓN Y USO DE LOS RECURSOS TERMODINÁMICOS DEL SISTEMA DE TÚNELES DE CALLE 30 EN MADRID



### Recuperación y uso de los recursos termodinámicos del sistema de túneles de Calle 30 en Madrid.

**Lugar:** Calle 30

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2015

#### Participantes:

- Madrid Calle 30
- Eneres
- Cener

#### Introducción

Madrid Río es un caso emblemático de recuperación de los recursos desperdiciados en términos de espacio urbano, calidad ambiental y valor añadido para la ciudad.

El instrumento que sustenta esta operación ha sido la red de túneles e infraestructura enterrada de movilidad, gestionada y operada por Madrid Calle 30, que ha puesto en juego recursos subterráneos disponibles y no utilizados hasta ahora. La recuperación y aplicación al ámbito urbano de la ingente cantidad de recursos energéticos que capta y canaliza esta infraestructura es el objeto de un proyecto llevado a cabo desde 2011 y cuyas primeras acciones piloto ya están siendo monitorizadas.

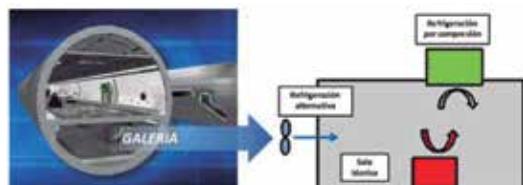
#### Descripción del proyecto

La primera actuación realizada en el sistema de túneles de C30 ha sido un proyecto piloto

de refrigeración de equipos e instalaciones del sistema técnico de C30 a partir de intercambio térmico y geotérmico con el agua de drenaje y el aire de los túneles, que ha permitido evaluar el rendimiento del intercambio y la aplicación de recursos térmicos existentes en un caso real.

El proyecto piloto realizado, y actualmente en monitorización (los resultados del primer ciclo de monitorización arrojan unos porcentajes de ahorro entre el 65% y el 80%), implementa medidas de ahorro de energía que consisten en la implantación de un sistema de refrigeración mediante aire captado en la galería de servicio de los túneles, en paralelo y como alternativa al sistema de refrigeración por compresión actualmente instalado en dos salas técnicas en cada centro de transformación, CT.

Estas dos salas técnicas tienen un uso distinto, ya que en una de ellas se disponen equipos de comunicaciones, y en la otra se disponen los variadores de frecuencia de los ventiladores de aspiración y extracción de las galerías.



Esquema de sistema de refrigeración alternativo en paralelo con el de compresión. Fuente: CENER-ENERES.

Este sistema alternativo introduce aire de la galería de emergencia, que habitualmente está a menor temperatura que la consigna de refrigeración de las salas técnicas, pudiendo refrigerar en condiciones normales de uso dichas estancias mediante la introducción de un caudal suficiente de aire, sin necesidad de que entren en funcionamiento los sistemas de generación de frío por compresión.

La temperatura del aire en el interior de la galería de emergencia, que sería de donde tomaría el aire el sistema alternativo por encontrarse emplazada a varios metros bajo tierra, se ve amortiguada por efecto del intercambio geotérmico debido a la inercia térmica del subsuelo, de manera que la variación de la misma a lo largo del año es reducida 2-3 °C, entre 18 y 21 °C.



Esquema básico de los planteamientos técnicos y objetivos del proyecto piloto. Fuente: ENERES.

En el caso de la refrigeración alternativa propuesta, la potencia máxima de refrigeración está supeditada a la diferencia de temperatura entre la sala técnica a refrigerar y la galería, y al caudal máximo de aire que puede impulsarse.

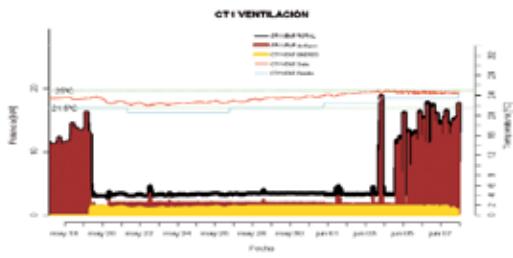
Si no fuera suficiente para alcanzar la temperatura de consigna establecida para la sala para el correcto funcionamiento de los equipos eléctricos, entraría en funcionamiento el sistema por compresión convencional.

Los ventiladores de admisión y extracción de aire exterior en los túneles tienen una potencia nominal elevada, alcanzando los 630 kW. A fin de evitar el funcionamiento de los mismos al 100%, se instalaron unos variadores de frecuencia que, normalmente, salvo caso de emergencia, hacen funcionar a los ventiladores al 30%, logrando un ahorro energético importante. Estos variadores de frecuencia tienen un rendimiento elevado.

No obstante, a pesar de que las pérdidas porcentuales de energía son reducidas, dado que la potencia es elevada, las pérdidas globales de energía emitidas a la sala también serán elevadas.

## CT1 VENTILACIÓN

Ahorro energético = 65 %



Registro de consumos y evaluación de ahorros. Fuente: CENER-ENERES.

Además, la sala deberá estar a una temperatura de consigna para que los variadores de frecuencia no se deterioren, por lo que se debe eliminar el calor aportado a la sala, por medio de un sistema de climatización, encargado de aportar la potencia frigorífica necesaria para mantener dichas condiciones de temperatura.

Por otro lado, se actúa en las salas de comunicaciones, CPD, destinadas a las comunicaciones en el túnel. Al igual que en el caso de los cuartos de variadores de frecuencia, estos cuartos disponen de una temperatura de consigna que no deberá ser sobrepasada.

Las cargas internas en estos cuartos que hacen incrementar la temperatura interna son debidas al consumo de los propios equipos informáticos y de comunicaciones. Asimismo, la temperatura en el exterior será registrada, ya que el rendimiento de los equipos de refrigeración o las demandas internas pudieran verse afectadas por incrementos en la temperatura exterior.

## Conclusiones provisionales

La realización de este proyecto piloto ha permitido:

- Validar las posibilidades de aplicación directa a través del aire de los recursos geotérmicos del túnel del bypass.
- Implementar y validar la metodología de medición y verificación de ahorros.
- Adquirir una experiencia real de diseño, desarrollo, ejecución y monitorización que ya se está aplicando a otros proyectos, en otras escalas, sobre otros medios y con otros recursos energéticos extraídos de los túneles.

## CT1 COMUNICACIONES

Ahorro energético = 82 %



## 2.7 NUEVA SEDE CORPORATIVA DE VÍA CÉLERE



### Nueva sede corporativa de Vía Célere.

**Lugar:** C/ Carlos y Guillermo Fernández Shaw, 1

**Fecha de puesta en marcha:** 2015

#### Participantes:

- Vía Célere
- Uponor

#### Introducción

En las nuevas oficinas de Vía Célere se ha implantado un sistema geotérmico combinado con un sistema de forjados activos Uponor. La geotermia se utiliza como fuente de energía para la calefacción, refrigeración y ACS.

#### Pozos geotérmicos

Para el dimensionado de los pozos geotérmicos se realizó un ensayo TRT, el cual se ejecutó introduciendo una sonda simple de Ø40 mm de PEAD SDR11/PN 16. El hueco presente entre la sonda y el terreno se llenó mediante inyección desde el fondo de la perforación, empleando un material con conductividad de 1,9 W/mK.

El intercambiador geotérmico se compone de las siguientes sondas geotérmicas Uponor fabricadas en PEX-a, resistentes a altas temperaturas, a la fatiga producida en el interior de estructuras y a la propagación de grietas:

- 3 sondas simples Ø40 mm de 100 m.
- 3 sondas dobles Ø32 mm de 100 m.
- 3 sondas coaxiales Ø50 mm de 50 m.
- 3 sondas coaxiales Ø63 mm de 50 m.

- Activación de 500 m<sup>2</sup> de pantalla de pilotes, equivalentes a 2 perforaciones de 100 m con sondas de Ø25 mm.



#### Bomba de calor

Se ha instalado una bomba de calor reversible con sistema a 6 tubos para recuperación de energía para producción de ACS, cuyas características principales son:

- Modelo: Clivet Grandezze 262.
- Potencia de frío: 113,9 kW.
- EER: 5,78.
- Potencia de calor: 73,3 kW.
- COP: 4,34.

Por la demanda del edificio, la bomba de calor siempre trabaja en modo refrigeración, de forma que el agua caliente se obtiene en el circuito de recuperación de la bomba de calor, tanto para calefacción como para ACS.

Como medio caloportador se utiliza agua de red sin glicolar, ya que no se generan temperaturas inferiores a la temperatura del punto de congelación, reduciendo los costes de mantenimiento y el impacto medioambiental en caso de posible fuga.

Las perforaciones se han realizado mediante retopercusión con aire y agua, sin utilización de lodos de perforación, revistiéndose mediante tubería metálica provisional, para evitar cualquier afección al acuífero.

Dichas perforaciones se han sellado con mortero geotérmico de alta conductividad térmica, con el fin de impermeabilizar, sellar y compactar la perforación. De esta forma, se asegura un óptimo contacto térmico entre el subsuelo y la sonda.

## Sistema de forjados activos

Se trata de un sistema en el que se emplea la masa térmica del hormigón a través de la incorporación en la propia estructura del edificio de circuitos de tuberías, que transportan agua destinada a la calefacción y la refrigeración de las instalaciones. De este modo, los techos, suelos y las paredes contribuyen a refrigerar el ambiente de forma perceptible. Estas tuberías utilizan el núcleo de hormigón del edificio para almacenar y liberar la carga térmica.

Se prevé que los forjados activos trabajen bajo el siguiente rango de temperaturas:

- T impulsión frío = 18 °C.
- T retorno frío = 23 °C.
- T impulsión calor = 35 °C.
- T retorno calor = 29 °C.

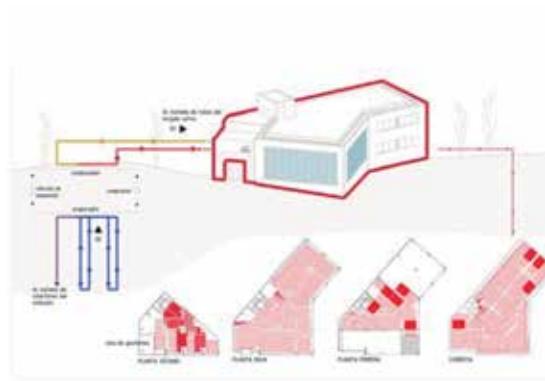
Dichas temperaturas se irán adaptando bajo una curva en función de las temperaturas exterior e interior.

## Consumos

Según las simulaciones energéticas realizadas, se estima que el edificio tendrá una demanda de unos 18.900 kWh/año en calor y de 37.200 kWh/año en frío.

Se ha comparado el sistema instalado con sistemas convencionales de climatización obteniéndose los siguientes ahorros:

## Funcionamiento en invierno



	Ahorros frente a:	
	Gas natural + bomba de calor	Bomba de calor reversible
Costes energéticos	60%	50%
Emisiones CO <sub>2</sub>	75%	60%

## Energía sobrante para la producción de ACS en los baños del hotel

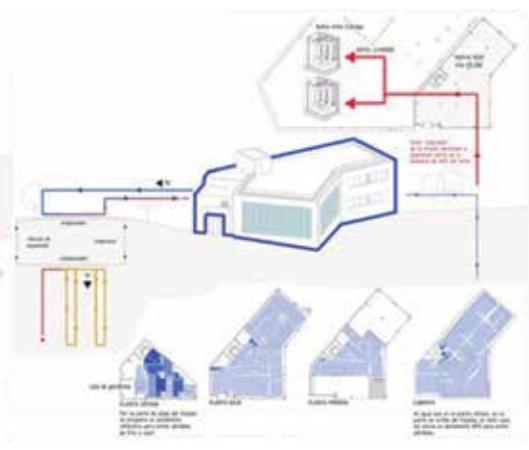
Puesto que la mayor demanda que tiene el edificio es de frío, se produce un excedente de calor que es necesario disipar. Para ello, se ha diseñado un sistema de intercambio de calor entre las oficinas de Vía Célere y el Hotel Claridge, utilizando dicho excedente de calor de la oficina para cubrir parte de la demanda de calor para la producción de ACS en el hotel.

Esto ocurre en los meses de primavera-verano, lo que supone un doble beneficio:

- El hotel se beneficia ya que el agua de red le llega precalentada para la producción de ACS.
- A Vía Célere le supone alargar la vida útil de la instalación, ya que el calor sobrante no lo devuelve al terreno, evitando así su sobrecaleamiento y garantizando la sostenibilidad de la fuente de energía.

Gracias al sistema implantado y a la simbiosis con el hotel, se ha conseguido una considerable reducción del consumo energético, así como una reducción del impacto medioambiental.

## Funcionamiento en verano



## 2.8 SOLUCIÓN INTEGRAL CON SISTEMA DE GENERACIÓN POR BIOMASA EN EDIFICIO DE VIVIENDAS



### Solución integral con sistema de generación por biomasa en edificio de viviendas.

**Lugar:** C/ Embajadores 121-123

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2014

#### Participantes:

- Calorífica Doméstica S.L.
- Combustibles Cabello S.L.
- Smart Home Energy S.L.

#### Descripción

La transformación de la sala de generación de calor por medio de gasóleo a biomasa en la C/ Embajadores 121-123, supuso un reto desde un punto de vista técnico y arquitectónico. La sala contaba originalmente con dos calderas de gasoil con una potencia térmica nominal de 755 kW.



En su renovación, Grupo Calordom instaló dos calderas modulares de última generación (Lasian) funcionando con una potencia térmica nominal de 700 kW. Ambas calderas cuentan con un sistema que permite, tanto en su ventilador de aire primario como en la inyección de combustible, estar totalmente controladas mediante variadores de frecuencia, consiguiendo ajustar para cada rango de potencia la cantidad exacta de combustible y combustible. Este innovador sistema supone la obtención de combustiones más completas y un mayor ahorro en el consumo de biomasa.

Marca	Lasian
Modelo	Biomodular
Tensión de trabajo	400 V
Potencia de las calderas	265 kW + 435 kW = 700 kW
Volumen de agua	1.850 l
Tipo de combustible	Biomasa sólida
Quemador	Policombustible

Para este caso, el suministro de dicho biocombustible está adaptado para descargar la biomasa de forma segura, rápida y limpia en los silos de almacenaje ubicados en los sótanos del edificio. Dichos silos, fabricados en un material textil, son diseño exclusivo.

Ambas calderas cuentan con un conjunto monoblock pirotubular, caracterizadas por su robustez, duración y la óptima adecuación del conjunto caldera-quemador policombustible.

Esto contribuye a mejorar su rendimiento, que, unido a su diseño de triple paso de humos, consigue que gran parte de la transferencia de

calor se efectúe por el paso de los gases calientes de la combustión a través de los tubos sumergidos en el fluido caloportador.

A fin de cumplir con la normativa vigente, se ejecutó la demolición de una chimenea común con la que se contaba en su construcción original a través de uno de sus patios interiores.

Dichos trabajos tuvieron una duración de cuatro semanas, en las cuales se retiró la totalidad de los ladrillos que conformaban la chimenea a lo largo de las nueve plantas con las que cuenta el edificio.

Se instalaron dos chimeneas de acero inoxidable AISI 316 de simple pared, de menor tamaño que la original para dotar al patio de vecinos de más espacio, luminosidad y comodidad.



La distancia existente en la sala, entre los silos de acumulación de biomasa y la zona de generación, técnicamente fue un añadido más al desafío de la instalación, solventado mediante la implantación de un sistema de transporte mediante tornillo sinfín a una distancia total de 20 m y así evitar interrupciones en el servicio.

Este sistema se monitoriza mediante plataformas de gestión propias (BMS) en cada uno de los puntos con cambio de cota o dirección.

Junto con la colaboración de Smart Home Energy, y con el objetivo por parte de la comunidad de cumplir con la normativa al respecto del ahorro energético e individualizado propuesto por la Unión Europea, se dotó a cada vivienda del edificio de sistemas

de contabilización térmica individualizada y válvulas termostáticas para el control de su apertura.

Con estos equipos se consigue el ahorro energético actuando en la generación y el consumo. Cada vivienda queda sujeta a la más alta calificación en sistema energético A.

Se añadió a la instalación un sistema de telegestión, el cual permite la regulación de la caldera por medio de un sistema digital de control directo, con posibilidad de gestión, regulación y manipulación a distancia desde las oficinas centrales de Calordom.

Esta telegestión permite:

- Funcionamiento de la instalación según el horario definido por el cliente, con posibilidad de programación de distintos horarios, día o noche, calefacción, etc., hasta con una semana de antelación.
- Regulación de la temperatura de radiadores en función de las condiciones ambientales del exterior.
- Secuencia de funcionamiento de las bombas de aceleración, según las horas acumuladas o en caso de avería de la principal.
- Control del funcionamiento de las calderas en función de la demanda instantánea de temperaturas.
- Control del sistema de ventilación de la sala.
- Control del nivel de agua en la instalación.

### Ventajas de la instalación

Con este sistema de ahorro energético a través de biomasa se dejarán de emitir a la atmósfera 145 t CO<sub>2</sub>/año.

El uso de biomasa como combustible para producción térmica doméstica, supone el uso de una energía renovable no contaminante y 100% autosuficiente, es decir, no precisa de ningún otro combustible convencional fósil de apoyo.

Además, el uso de biomasa no entraña riesgo de explosión por si solo al no ser inflamable.

Finalmente, no condiciona un solo proveedor y los precios no están sujetos a conflictos mundiales.

## 2.9 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO EN EL COLEGIO DE ALEPH-TEA



### Instalación fotovoltaica de autoconsumo en el colegio de ALEPH-TEA para personas con trastornos del espectro del autismo.

**Lugar:** C/ Cueva de Montesinos, 49

**Municipio:** Madrid

**Fecha de conexión:** 2015

#### Participantes:

- UNEF

#### Centro ALEPH-TEA

ALEPH-TEA es una asociación sin ánimo de lucro constituida en 2002 por un grupo de familias con hijos e hijas que sufren Trastornos del Espectro del Autismo (TEA) y profesionales especializados. En ALEPH-TEA llevan más de diez años mejorando la calidad de vida de las personas con autismo, así como la de sus familias.

La Asociación cuenta con un centro escolar que incluye aulas estables en colegios ordinarios, y con un programa de actividades durante todo el año.

Actualmente cuenta con casi 400 socios que proporcionan cada año diferentes servicios a más de 110 familias.

#### El proyecto de UNEF

La instalación de autoconsumo consta de 30 paneles fotovoltaicos de 215 Wp de potencia unitaria conectados a un inversor de 6 kW.

Está gestionada por un equipo que controla y regula en tiempo real la producción instantánea en función del consumo efectivo, evitando la inyección a la red de excedentes.

El colegio tiene una potencia contratada de 90 kW, por lo que la totalidad de la energía generada se autoconsumirá, incluso durante los fines de semana y en periodo vacacional.

La potencia inyectada y, por tanto, ahorrada en la factura eléctrica, ascenderá, aproximadamente, a los 9,77 MWh/año.

La instalación fotovoltaica instalada en el centro ALEPH-TEA supondrá un ahorro de los gastos eléctricos equivalente al coste total de las dietas anuales de 80 alumnos del centro. La donación permitirá a las familias de la asociación un alivio en las cargas económicas a las que tienen que hacer frente, que se han visto incrementadas en los últimos tiempos por la reducción de las ayudas sociales.

A precios de mercado y con las condiciones normativas y administrativas actuales, la instalación donada habría supuesto una inversión de 9.000 €, que se habrían recuperado en 5 años.

El proyecto ha sido posible gracias a la donación de recursos materiales y humanos de los socios de UNEF y voluntarios: Grupo TSK, Praxia Energy, Fronius, AS Solar, Lacecal, Green Power Monitor, Fotosolar, y los ingenieros Enrique Alcor y Javier del Amo.





## Paneles

Se instalaron módulos de la marca LDK SOLAR, modelo 215P, con potencia pico de 215 W.

El conexionado entre los módulos fotovoltaicos se realizó con terminales que facilitan la instalación, asegurando la durabilidad y seguridad de las conexiones.

## Estructura soporte

La estructura a instalar está diseñada para anclar 2 filas de 15 módulos fotovoltaicos cada una sobre los casetones, con una inclinación de 16° y orientada al sur con una desviación de 5° al este, asegurando así el máximo aprovechamiento de la energía solar incidente.

Los módulos están colocados de forma vertical. Esta estructura se encarga de asegurar un buen anclaje del generador solar, facilitando la instalación y mantenimiento de los paneles.

## Inversores

El inversor utilizado para la instalación es el modelo Fronius Symo 6.0-3-M.

Este inversor está ubicado en el cuarto de instalaciones de BT del edificio. El inversor recibe el cableado de corriente continua procedente del campo fotovoltaico instalado, y del inversor sale el cableado de alterna que se conduce a una caja de protecciones previa a la conexión a la red interior de BT del colegio.

## GPM Inyección Zero

Este sistema permite la regulación y control dinámico de la potencia entregada por uno o varios inversores, en función de los datos de consumo interno del cliente.

Este sistema de control interactúa entre el consumo (medido por un analizador de redes) y la generación fotovoltaica, de tal manera que la producción se ajusta a la demanda de energía.

La regulación garantiza que nunca se inyectará energía a la red por parte de los inversores, incluso en el caso de no existir consumo.

## Cableado

La conexión del cableado de cada serie de 15 paneles al inversor se efectuó con cable Cu 6 mm<sup>2</sup> de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, bajo tubo metálico o plástico.

## Red de tierras

La puesta a tierra de la instalación se hará de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

## 2.10 REHABILITACIÓN Y APERTURA DEL NUEVO RESTAURANTE BENARES



**Rehabilitación y apertura del nuevo restaurante Benares.**

**Lugar:** C/ Zurbano, 5

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:**

**Participantes:**

- ID Domótica

### Descripción

Este proyecto destaca por su alta complejidad tanto en el diseño como en la ejecución, principalmente por el control lumínico de la instalación. Tanto la originalidad del proyecto como por la eficiencia energética obtenida, hacen que el proyecto destaque frente a otro tipo de ámbitos más “tradicionales” en materia de domótica, como son las viviendas u oficinas.

En concreto, se eligió la tecnología KNX, ya que permite integrar diversos fabricantes en función de la necesidad planteada, lo cual infiere una dificultad añadida respecto a la integración. KNX es un estándar internacional en materia de domótica, basado en la comunicación a través de un BUS propio.

La instalación ha quedado preparada para cualquier escalabilidad posterior, ya que se ha preparado una red de cableado para futuros cambios, añadidos o modificaciones.

### Alertas técnicas

Se instalaron detectores especiales para el control de fugas de agua e incendio:

- Detección de incendios. Se instalaron detectores de temperatura en la cocina. En concreto, se detectan cambios bruscos de temperatura mediante detectores termovelocimétricos.
- Detección de fugas de agua. Se instalaron detectores de inundación en todas las zonas húmedas. Del mismo modo, se implementa una electroválvula de corte automático en caso de fuga.

En ambos casos se produce una alarma sonora dentro del local y un aviso de emergencia al email predefinido por el cliente.

### Simulación de presencia a través de la iluminación

El usuario puede realizar programaciones horarias sobre la iluminación para dar la sensación de que el local está ocupado.

En este caso, el encendido de las luces y la bajada/subida se produce a horas aleatorias previo estudio del sistema domótico del comportamiento habitual de sus usuarios.



### Control de la iluminación

La instalación incorpora un complejo control de iluminación regulable a través de una pasarela DALI-KNX. En total, el restaurante cuenta con 41 encendidos regulables LED.

Uno de los aspectos más importantes del proyecto, era otorgar ambientes determinados para diferentes horas, y esto sólo se pudo conseguir a través del sistema domótico, ya que de este modo, el personal del restaurante lanza estas escenas de iluminación a través de 2 mecanismos ocultos en la zona de personal. Por lo tanto, no hay mecanismos de iluminación en la zona de los clientes.

Todos estos encendidos se pueden controlar de manera individual, pero el uso cotidiano es a través de estas escenas, aunque también desde una pantalla táctil y una aplicación para iPad.

En todas las prestaciones es posible aplicar programaciones horarias, principalmente para la iluminación ornamental del exterior del local.

#### **Alimentación ininterrumpida en caso de corte eléctrico**

Gracias al sistema SAI que se incorpora, el sistema domótico seguirá funcionando en caso de una caída de tensión o fallo eléctrico.

Este sistema de alimentación tiene una duración aproximada de 20 h para poder seguir alimentando los detectores del local. Así mismo, avisa telefónicamente de tal incidencia para que el usuario pueda tomar las medidas necesarias.

#### **Interfaces de usuario**

En este caso, el restaurante está equipado con mecanismos multifunción específicos de KNX y una pantalla táctil de 7".



Esta pantalla de 7" tiene además un webserver incorporado, con el fin de poder acceder desde el exterior de la vivienda.

Además, la instalación puede ser controlada a través del IPhone, Ipad o Android, así como desde cualquier punto con acceso a internet gracias a una pasarela IP.

#### **Audio multirroom**

La instalación incluye un equipamiento de sonido multirroom para los diferentes comedores y zonas, con un total de 16 altavoces.

Este sistema se utiliza a través de una aplicación específica, desde la cual el usuario puede gestionar sus listas y álbumes de música. En este caso, se seleccionan listas de música predefinidas.

#### **Video vigilancia**

El local incluye un sistema de videovigilancia con videograbador, las cuales pueden ser visualizadas a través de internet. En concreto, existen 15 cámaras para controlar todas sus zonas.



#### **Conclusiones**

El proyecto destaca por su originalidad y practicidad, demostrando que este tipo de equipamientos puede ser rentable también para pequeños negocios como este.

También cabe reseñar el aporte de ahorro energético que esta instalación supone para el edificio, y en consecuencia, para el negocio y la sociedad en su conjunto.

Se estima que el ahorro eléctrico que se puede conseguir será aproximadamente del 30% respecto al local antes de su reforma.

## 2.11 INSTALACION DE APROVECHAMIENTO GEOTÉRMICO EN EL CENTRO CANALEJAS



### Instalación de aprovechamiento geotérmico en el Centro Canalejas.

**Lugar:** C/ Alcalá 6 a 14, Canalejas 1 y Carrera San Jerónimo 7 - Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2018

#### Participantes:

- Centro Canalejas Madrid
- JG Ingenieros
- Ingeo
- Geotermia Vertical

#### Descripción

El conjunto “Centro Canalejas Madrid” abarca siete edificios: Alcalá 6 - 14, Pza. de Canalejas 1 y Carrera de San Jerónimo 7. Este conjunto es el producto de una serie de actuaciones arquitectónicas notables que se desarrollaron de manera continua desde 1887 (año que se inaugura el edificio de La Equitativa), hasta prácticamente finales del siglo XX.

Los usos previstos tras la rehabilitación se destinarán principalmente a la implantación del primer Hotel Four Seasons en España, con 202 habitaciones y cerca de 28.000 m<sup>2</sup>.

Además, contará con 22 residencias (6.000 m<sup>2</sup>) de alto nivel, operada por la misma cadena hotelera, una de las más prestigiosas del mun-

do; así como una exclusiva galería comercial de 10.000 m<sup>2</sup> en sintonía con las tendencias de las grandes capitales europeas, y un espacio gourmet ideado como una experiencia de la mejor gastronomía española.

Como complemento, dispondrá de 400 plazas de aparcamiento en los sótanos inferiores (15.000 m<sup>2</sup>).

Dentro del proyecto, se ha previsto realizar la producción de calefacción y refrigeración de las plantas altas correspondientes a las residencias (plantas 5, 6, 7 y 8) mediante una instalación de energía geotérmica en circuito cerrado vertical.

#### Diseño y dimensionamiento

La descripción arquitectónica contempla un uso residencial con una superficie de 6.000 m<sup>2</sup>. Las viviendas aprovechan la energía del subsuelo, o geotérmica, para producir calefacción en invierno y refrigeración en verano. Las residencias están dotadas de un sistema emisor de baja temperatura compuesto por suelo radiante-refrescante y un sistema de climatización mediante unidades de tratamiento de aire.

Para realizar el dimensionado del campo de captación, se ejecuta inicialmente un Test de Respuesta Geotérmica en el lugar de la obra. A partir de los datos obtenidos, y teniendo en cuenta el estudio de cargas y demandas elaborado por la ingeniería de climatización, se diseña la configuración adecuada.

El resultado final de todo el proceso de diseño del campo de captación se materializa en la realización de 42 sondeos, con una profundidad de 129 m (120 m efectivos una vez excavados los sótanos) y separación mínima entre ejes de sondeo de 6 m.

Se han utilizado sondas geotérmicas de Doble U DN 32 mm, calidad PE100-RC SDR 11 PN16 con certificado SKZ. El material de relleno utilizado es un mortero de conductividad térmica mejorada. La perforación de los sondeos se ha realizado mediante método de rotación con trialeta mediante circulación directa con lodos.



Las perforaciones geotérmicas se han proyectado en la huella del edificio con la complejidad que esto supone para la ejecución de los sondeos y trazado horizontal por parte de la empresa perforadora, y la interferencia con otros oficios y actividades paralelas en la obra, así como el cumplimiento del cronograma de ejecución.

Cabe señalar la importancia de la empresa de perforación a la hora de ejecutar obturaciones temporales mediante tapones progresivos en el interior de los intercambiadores, ya que la perforación se ejecutó desde cota 0, cuando aún no estaban vaciados los sótanos, y que obligaba conforme se iban vaciando a ir recortando planta por planta hasta llegar al cuarto sótano bajo rasante y eliminar la obturación.



Como se puede ver en la imagen superior del sótano -4, el número de sondeos se ha ajustado al espacio físico disponible, respetando cimentaciones provisionales y futuras de la estructura, así como disposición de otros servicios y proyecto.

Prueba de la complejidad de ejecución se aprecia dónde la estructura de soporte de las fachadas históricas, así como las máquinas de cimentaciones especiales, deben convivir en el espacio interior del edificio.

Los emisores de la instalación en el interior están definidos por suelo radiante para calefacción, suelo radiante refrescante y unidades de tratamiento de aire para refrigeración, que operan con recuperadores entálpicos y reguladores de humedad y temperatura mediante baterías sobre las que intervienen circuitos frigoríficos para controlar determinados rangos de oscilaciones térmicas.

### Equipos proyectados

La bomba de calor geotérmica proyectada es el modelo DS 6352.5 TR de Waterkotte, cuyas características son las siguientes:

- Potencia nominal: 305,9 kW.
- Rendimiento (COP): 5,1.
- Bombas de circulación electrónicas en circuitos primario y secundario de velocidad variable.
- Alimentación trifásica.
- De condensación por agua con una potencia nominal de 288,3 kW en frío y 305,9 kW en calor.

### Balance medioambiental de la instalación

Si se realiza un balance de CO<sub>2</sub>, según datos de emisiones publicados por el IDAE, se obtiene el siguiente balance:

- Potencia calefacción (B5/W35): 305,9 kW.
- Rendimiento (COP): 5,39.
- Potencia refrigeración (B35/W10): 288,35 kW.
- Rendimiento (EER): 5,02.
- Bombas de circulación electrónicas en circuitos primario y secundario de velocidad variable.
- Alimentación trifásica.

Para fijar esa cantidad de CO<sub>2</sub> en la producción de biomasa generada por un árbol se necesitaría un bosque de aproximadamente 13.900 árboles para el caso de gas natural, 21.000 para el caso del gasóleo y 17.300 árboles para los gases licuados de petróleo.

## 2.12 MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y RENOVACIÓN DE INSTALACIONES EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO LA PAZ



**Mejora de la eficiencia energética y renovación de instalaciones en el Hospital Universitario La Paz.**

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2016

**Participantes:**

- Gas Natural Servicios
- Veolia

**Descripción**

El Hospital Universitario La Paz es un centro hospitalario público, dependiente de la Comunidad de Madrid, cuyo año de construcción fue 1962. Los datos principales son:

- Complejo constituido por 17 edificios y 4 grandes hospitales.
- Superficie total: 180.000 m<sup>2</sup>.
- Número total de camas: 1.382.
- 60.000 ingresos anuales.
- 1.250.000 consultas externas.
- 300.000 servicios de urgencias anuales.

Previo a la licitación de renovación de la central térmica, las características principales de la instalación de producción eran:

- Elevado coste energético, operación y mantenimiento.
- Riesgo de fallo de suministro e imposibilidad de hacer frente a aumentos de demanda.
- Impacto ambiental desmesurado.
- Consumo/coste energético (gasóleo C) en 2013:
  - Consumo: 4.001.500 l.
  - Coste: 2,9 M€ (sin IVA).



En 2014, el Hospital convocó un concurso público con las siguientes prestaciones:

- **Prestación P1:** Suministro de energía útil para atender la demanda energética de calefacción, ACS y vapor.
- **Prestación P2:** Explotación y mantenimiento integral de instalaciones.
- **Prestación P4:** Construcción de central térmica, red de distribución y subcentrales.
- **Duración** total: 15 años.
- **Presupuesto** máximo: 44.830.869 €:
  - Suministro de energía y obra (P1 y P4): 37.330.869 €/año (83,3%).
  - Conducción y mantenimiento (P2): 7.500.000 €/año (16,7%).
  - Garantía ahorro económico: 14%.
  - Garantía ahorro medioambiental: 47% emisiones CO<sub>2</sub> equivalente.

**Propuesta económica**

La propuesta económica de la UTE Gas Natural Servicios – Veolia fue la siguiente:

- **Inversión total:** 7.060.135 €.
- **Rebaja** en el presupuesto de licitación:
  - Suministro de energía y obra: 29,95%.
  - Conducción y mantenimiento: 45%.
- **Ahorro económico** total: 33,04% (>14%).
- **Ahorro de emisiones:** 49,5% (>47%).

## Propuesta técnica

Los aspectos clave de la propuesta técnica de la UTE fueron maximizar el ahorro energético y reducir los costes de gestión y mantenimiento.

### P1 + P2 – Gestión y explotación

1. Facturación de energía útil con contadores.	Menor incertidumbre en la medida.
2. Mejora de la disponibilidad del suministro.	Menos paradas no programadas. Mejora del servicio.
3. Seguridad en la explotación y mantenimiento.	Reducción de riesgo para los trabajadores.

### P4 – Eficiencia energética

1. Nuevas calderas de alta eficiencia a gas.	Mejora en el rendimiento de generación.
2. Nueva red de distribución en baja temperatura.	Reducción de pérdidas por fugas y menores pérdidas por convección.
3. Caudal variable.	Eficiencia en bombeo.

## Medidas de mejora

Se establece un plazo máximo de 1 año para la finalización de las obras, durante el cual se debe mantener el servicio de producción inicial. El detalle de las actuaciones se resumen en:

### Nuevo edificio para la central térmica.



**Instalación tres calderas de agua caliente (12+12+6 MW) y dos calderas de vapor (2 t/h) con quemadores mixtos gas/gasóleo.**



### Instalación de nueva red de distribución de 4 km para alimentar las 5 subcentrales principales.



**Sustitución de la totalidad de los intercambiadores de circuito primario.**



El 11 de abril de 2016 se recepcionó la instalación por parte de Hospital La Paz dentro del plazo comprometido en la oferta al haberse concluido la fase de obra, iniciándose por tanto el proceso de facturación a contador en cada una de las subcentrales existentes.

## 2.13 GESTIÓN REMOTA DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN EL HOSPITAL INFANTA SOFÍA



### Gestión remota de la demanda energética en el Hospital Infanta Sofía.

**Municipio:** San Sebastián de los Reyes

**Fecha de puesta en marcha:** 2012

#### Participantes:

- ACCIONA Service

#### Descripción

El Hospital Infanta Sofía entró en servicio en el año 2008-2009, de titularidad pública y concesión privada (Sociedad Concesionaria Hospital del Norte, S.A.), ofreciendo cobertura a 306.000 habitantes.

ACCIONA Service negocia un contrato de monitorización en tiempo real y gestión remota de la demanda energética mediante un contrato de retribución por ahorros compartidos. Con inicio en 2012 y en vigor actualmente, el objetivo principal fue identificar áreas de mejora en la conducción y operación e implementar medidas de ahorro sin alterar el inventario de equipos del Hospital, y sin inversiones en equipamientos.

Mediante una conexión remota, los ingenieros energéticos del Centro de Control de Edificios hacen un análisis permanente y en tiempo real de los consumos, reportando incidencias de operación y mantenimiento con repercusión en el consumo energético e identificando mejoras en las operaciones de los equipos.

Por su parte, los técnicos de mantenimiento del hospital se pueden conectar, pudiendo incorpo-

rar las indicaciones comunicadas desde el Centro de Control de Edificios, cerrando un circuito de actuación inmediata en la corrección de las desviaciones energéticas detectadas.

#### Objetivos marcados

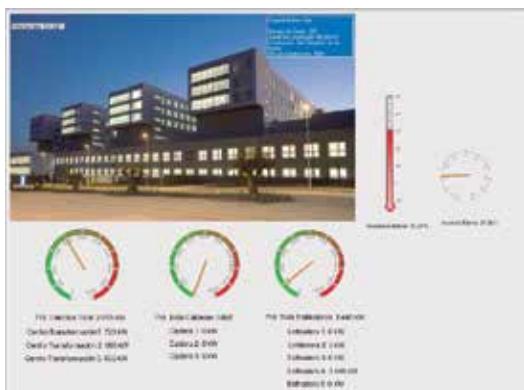
- Conocer el régimen de demanda de determinados consumos y su huella ecológica.
- Poner en marcha mecanismos que permitan ajustar la demanda, sin afectar a los servicios.
- Compromiso en la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero.

#### Indicadores antes de la actuación

De forma previa al contrato, se elabora un Plan de Medida y Verificación sobre el que se basará la comprobación de ahorros. Se aplica la metodología EVO para la fijación de la línea base y se establece la correlación entre algunas de las variables operativas del Hospital y la climatología con el consumo energético.

Desde el inicio, se suceden distintos análisis para producir un cambio en la conducción de las instalaciones, orientado a reducir el consumo o evitar consumos anómalos o innecesarios:

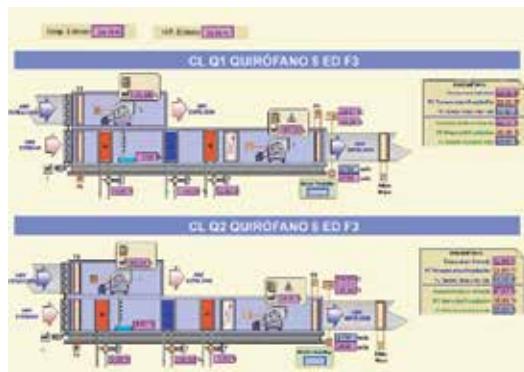
- Vigilancia de averías y/o anomalías.
- Sugerencia de cambios en la operativa de equipos de climatización, estrategias de redundancia de calderas y enfriadoras.
- Vigilancia de consignas de temperatura y corrección inmediata de desviaciones.
- Programación de alarmas energéticas, basadas en señales y otras variables de carácter analítico y predictivo.



## Carácter innovador del proyecto

La gestión de la demanda basada en el análisis del consumo real es una modalidad de eficiencia energética muy intensiva inicialmente en recursos de ingeniería energética y de análisis, pero en la práctica totalidad de los resultados son mucho más rentables que la inversión económica en sustitución o mejora de equipos y sistemas.

La educación de los gestores energéticos tiene que ir orientada a adquirir esas habilidades, y se debe implantar una filosofía basada en comprender y optimizar el uso que se le da a un equipo, antes de decidir si hay una alternativa más eficiente para dicho equipo.



## Tecnologías empleadas

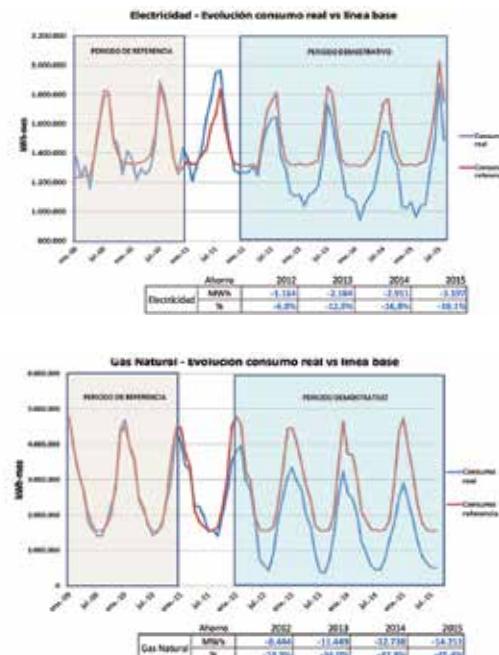
- Pasarelas de comunicación con BMS de mercado, que permitan extraer y visualizar los parámetros necesarios en otros formatos de plataformas de gestión.
- Uso de software de código abierto y flexible para poder adaptar los formatos de visualización, análisis, reporte, incorporación de nuevas funcionalidades como programación de alarmas, elaboración de correlaciones multivariadas y automáticas, etc.
- Conocimiento profundo del comportamiento de sistemas consumidores de energía en multitud de tipologías de edificios, que permite analizar los datos de consumo en tiempo real y detectar ineficiencias o alternativas de gestión más eficientes.

## Cuantificación/Estimación de reducción de consumo

En las siguientes imágenes se representa la evolución del consumo del Hospital, tras los ajustes pertinentes basados en IPMVP de EVO:

- 2009-2010: Periodo de referencia.
- 2011: Periodo sin contrato de gestión.
- 2012-2016: Periodo demostrativo – contrato de gestión.

Los valores contabilizados corresponden al periodo del 1/1/2012 al 31/12/2015.



## Cuantificación/Estimación de emisiones de CO<sub>2</sub>

Para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> ahorradas se utilizan los últimos coeficientes de paso recomendados y/o publicados por IDAE:

- Electricidad convencional nacional: 0,399 kg CO<sub>2</sub>/kWh (E.final).
- Gas natural: 0,252 kg CO<sub>2</sub>/kWh (E.final).

		2012	2013	2014	2015	TOTAL
Electricidad	Ahorro t CO <sub>2</sub>	-472	-871	-1.161	-1.276	-3.781
Gas natural		-2.128	-2.885	-3.210	-3.581	-11.804
		-2.600	-3.757	-4.371	-4.857	-15.585

## 2.14 RED DE CALOR CON BIOMASA



### Red de calor con biomasa.

**Municipio:** Móstoles

**Fecha de conexión:** 2016

### Participantes:

- Veolia

### Introducción

La red de calor Móstoles Ecoenergía es un proyecto desarrollado por la sociedad Móstoles District Heating, empresa participada por el Fondo Sceef I y Veolia, líder en eficiencia energética y redes de calor y frío. Esta sociedad fue constituida con el objeto de promover una red de calor en Móstoles, ciudad situada al oeste de Madrid de más de 200.000 habitantes, siendo el proyecto más grande de red de calor de distrito con biomasa en España.

### Descripción

El proyecto tiene un potencial de suministro a unas 7.000 viviendas. En la primera fase, ya en funcionamiento desde mayo de 2016, se abastece a 3.000 viviendas, agrupadas en 16 comunidades de propietarios.

La inversión en esta fase es de 7 M€, si bien a corto plazo podría incrementarse hasta los 12 M€ por nuevas ampliaciones en el trazado existente.

Para los clientes de la red, el proyecto representa una oportunidad para:

- Aprovechar un precio fijo de energía y reducir sus costes de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS).
- Renovar sus salas de calderas que tienen un alto grado de obsolescencia y utilizan fundamentalmente combustibles fósiles.
- Disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> con el uso de energías renovables.
- Mejorar la calificación energética de las viviendas.

Para el transporte de agua caliente hasta los puntos de consumo se han enterrado 4 km de red de tuberías. La central de producción está situada en el Polígono de Regordón y cuenta con tres calderas que suman una potencia de 12,5 MW que producen la energía necesaria para el suministro de calefacción y ACS utilizando como combustible la biomasa. Las subcentrales de intercambio están situadas en las salas de calderas existentes de los edificios, conectándose a las instalaciones de distribución de la comunidad.



La operación y explotación de la central y el suministro energético a las Mancomunidades está gestionada por Veolia. Ésta se desarrolla con un alto grado de automatización, lo que permite la vigilancia de las instalaciones 24h/365 días al año garantizando la continuidad en el suministro y el confort de los clientes.

El resultado es la reducción del coste energético en un 15%, la disminución de emisiones en 9.000 t de CO<sub>2</sub> a la atmósfera anualmente gracias a la sustitución de combustibles fósiles por energías renovables, la construcción de una infraestructura que permite la renovación de los equipos de producción para los vecinos sin costes adicionales y la mejora en el confort y la garantía de suministro de energía térmica.

## Producción de energía térmica

La central de producción, de propiedad municipal, produce agua caliente a 100 °C necesaria para satisfacer la demanda de energía térmica útil para calefacción y ACS de los edificios.

La central se compone de los siguientes equipos y sistemas:

- Almacenamiento de la biomasa mediante silo de piso móvil con capacidad suficiente para una autonomía de 5 días.
- Transporte y dosificación al equipo de combustión formado por equipos tipo *redler* que aseguran una disponibilidad y fiabilidad frente a variaciones de dimensionamiento de la biomasa suministrada.
- Calderas de agua caliente pirotubulares, de encendido automático con gran margen de regulación de potencia y parrilla móvil.
- Filtración de humos compuesto de una primera etapa con multiciclón y una etapa posterior con filtro de mangas.
- Extracción de cenizas desde el hogar, multiciclón y filtro, y su posterior tratamiento.
- Red de tuberías y bombeo.
- Sistema de control y monitorización de la sala telegestionado.
- Sistema de contaje y monitorización de consumos y rendimientos de equipos.



## Red de distribución

Para el transporte del agua, se utilizan tuberías de acero al carbono preaisladas con espuma de poliuretano y con cubierta de protección exterior de polietileno de alta densidad PEAD.

El sistema de tuberías incluye además el suministro de todos los accesorios igualmente preaislados, lo que garantiza la estanquidad del conjunto, las mínimas pérdidas de calor del fluido y la mejor resistencia a la corrosión.

Las tuberías preaisladas están formadas, de interior a exterior, por:

- Tubería portadora de acero electrosoldado.
- Aislamiento térmico de poliuretano de alta densidad para optimizar el coeficiente de conductividad térmica, con sistema de detección y localización de fugas y/o humedades en el aislamiento.
- Cubierta exterior de polietileno de alta densidad, capaz de resistir las solicitudes mecánicas y absorber los movimientos de expansión.

## Suministro y almacenamiento de biomasa

Cada año se consumen en la central 5.934 t de biomasa. Se utiliza biomasa forestal en astillas, procedente de bosques cercanos a la central, gestionados por Enerbosque Extremadura S.L.

La biomasa se conserva en un silo de piso móvil con una autonomía de 5 días. Este equipo es capaz de soportar una carga rodante de 40 t, limitada a 8 t por eje, y a una velocidad máxima de 5 km/h. Asimismo, lleva incorporado un sistema de canalización para recoger el agua de lluvia y evitar la infiltración de agua en el silo.



Características del proyecto
4 km de red
12,5 MW de potencia
16 subcentrales
5.900 t de biomasa de consumo anual
3.000 viviendas

## 2.15 SERVICIOS ENERGÉTICOS DEL NUEVO SISTEMA CENTRALIZADO DE CLIMATIZACIÓN DEL CAMPUS JUAN DEL ROSAL DE LA UNED



**Servicios energéticos con mantenimiento y garantía total del nuevo sistema centralizado de climatización del Campus Juan del Rosal de la UNED.**

**Lugar:** Campus Juan del Rosal - UNED

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2011

**Participantes:**

- COMSA Service

### Antecedentes

El Campus de Juan del Rosal de la UNED está compuesto por cuatro edificios. Las Facultades de Informática, Industriales y Psicología, más el edificio de Juan del Rosal, 14 (actualmente Educación). Estos edificios tienen una superficie útil total aproximada de 40.000 m<sup>2</sup>. El Campus se ubica en la Ciudad Universitaria de Madrid, en el Distrito de Moncloa-Aravaca.

La producción de climatización (refrigeración y calefacción) de los edificios que integran el Campus se realizaba mediante sistemas de producción independientes por edificio, y tenían una antigüedad que variaba desde los 9 a los 20 años. Todos los equipos de producción de frío utilizaban refrigerante R22.

Por tanto, para cumplir el Reglamento de la Comunidad Europea Nº 2037/2000 del Parlamento Europeo, en cuanto al uso del R22, donde no se permite su fabricación desde 2010 y se prohíbe su utilización a partir del 2015, la UNED se veía en la necesidad de planificar la sustitución de dichos equipos.

Es por ello que, aprovechando la reforma integral que se iba a acometer del edificio JR14, la UNED se promulgó como promotora de la iniciativa de implantar un Proyecto ESE para impulsar la eficiencia energética de sus instalaciones mediante la ejecución de una Central Térmica única ubicada en dicho edificio, para abastecer al conjunto de edificios que integran el campus.

### Características del contrato

El modelo de contrato se basa en las 5P (Prestaciones), que son las siguientes:

- P1: Gestión Energética.
- P2: Mantenimiento de las instalaciones.
- P3: Garantía total sobre las instalaciones renovadas.
- P4: Realización y financiación de obras de mejora y renovación de las instalaciones.
- P5: Inversiones en ahorro energético y energías renovables. Son instalaciones estudiadas, propuestas, ejecutadas y financiadas por el Adjudicatario, sin coste para la Administración titular, y amortizables dentro del periodo de vigencia del contrato.



### Objetivos

Los objetivos de partida marcados eran:

- Eliminar el refrigerante R22 de sus instalaciones.

- Mejorar el rendimiento y la eficiencia energética de la producción térmica, obteniendo una reducción del consumo energético que a su vez se traduce en la obtención de ahorros económicos.
- Reducir el número de equipos de producción. Con ello, se disminuye el parque de equipos de climatización, se facilita el control y la gestión de los mismos y se optimizan los costes de mantenimiento.

## La nueva central térmica

De los cuatro edificios, Psicología y Juan del Rosal funcionaban mediante plantas enfriadoras condensadas por agua para la producción de frío, lo que suponía el uso de torres de refrigeración, y calderas de gasóleo para calefacción. Por su parte, tanto la facultad de Informática como la de Industriales se climatizaban mediante enfriadoras bomba de calor.

Con la sustitución de los equipos de producción de climatización independientes por edificio por una Central Térmica única, un primer dato significativo es la reducción de la potencia térmica de producción instalada en torno a un 20%. En frío se pasa de 3.020 kW a 2.540 kW, y en calor de 2.500 kW a 2.000 kW.

Para la producción de frío se ha optado por enfriadoras de agua condensadas por aire con compresores de tornillo de alta eficiencia. Estos equipos obtienen un ESEER medio superior a 4. En cuanto a la producción de calor, se han seleccionado calderas de gas natural de baja temperatura, con un rendimiento estacional del 96%.

## Plan de medida y verificación (M&V)

Para el cálculo y elaboración de informes demonstrativos de ahorros derivados de las mejoras implantadas, resulta fundamental la elaboración de un Plan de Medida y Verificación. En este proyecto, COMSA Service lo ha desarrollado según el *International Performance Measurement and Verification Protocol* (IPMVP), mediante la Opción B, que plantea la verificación aislada de las mejoras implantadas. Esta se realiza mediante la medición de todos los parámetros necesarios para medir los consumos de energía. Para ello, se han instalado los siguientes equipos:

- Un analizador de red para cada planta enfriadora y un contador de gas para cada caldera, que proporcionarán la lectura real de consumos (electricidad y gas), además de los contadores totales de cada suministro energético.
- Para medir la energía térmica consumida, se han instalado un total de 12 contadores de energía: uno por cada equipo de producción y uno en cada circuito secundario de cada uno de los edificios (agua fría y caliente).

Con dichos registros, se puede calcular de manera automática el ESSER de cada equipo de producción, y el desglose de la información energética para cada centro de costes (edificio).

## Resultados

Durante los primeros 4 años de prestación del servicio se ha obtenido un ahorro económico en producción de climatización para la UNED de 482.827 €, y una reducción de emisiones a la atmósfera de 673 t CO<sub>2</sub>.

Datos energéticos	Demanda cubierta		Consumo CTF-JR14		Consumo línea base		Balance energético		
	Friό kWht	Calor kWht	Electricidad kWh	Gas kWh PCI	Electricidad kWh	Gas-oil kWh PCI	Electricidad kWh	Gas-oil kWh PCI	Gas natural kWh PCI
2012	741.871	1.433.409	306.494	1.709.791	993.239	952.165	-686.745	-952.165	1.709.791
2013	960.443	1.533.841	347.740	1.642.061	1.126.839	1.093.334	-779.099	-1.093.334	1.642.061
2014	590.600	1.138.600	278.680	1.309.101	870.279	721.305	-591.599	-721.305	1.309.101
2015	771.200	1.141.900	346.112	1.391.318	1.025.693	733.251	-679.581	-733.251	1.391.318
<b>TOTAL</b>	<b>3.064.114</b>	<b>5.247.751</b>	<b>1.279.027</b>	<b>6.052.272</b>	<b>4.016.050</b>	<b>3.500.056</b>	<b>-2.737.023</b>	<b>-3.500.056</b>	<b>6.052.272</b>

Costes y ahorros	Costes CTF-JR14			Antigua Instalación (línea base)			Ahorros		Emisiones evitadas t CO <sub>2</sub>
	Electricidad	Gas natural	Total	Electricidad	Gas-oil	Total	€	%	
2012	44.441,68 €	111.136,40 €	155.578,07 €	144.019,69 €	104.869,20 €	248.888,90 €	93.310,83 €	37%	152,0
2013	61.447,69 €	111.709,18 €	173.156,87 €	199.118,83 €	148.748,20 €	347.867,03 €	174.710,16 €	50%	232,4
2014	50.534,03 €	91.996,77 €	142.530,80 €	157.810,58 €	76.617,26 €	234.427,84 €	91.897,04 €	39%	136,1
2015	76.034,25 €	82.903,10 €	158.937,35 €	225.325,25 €	56.521,19 €	281.846,45 €	122.909,10 €	44%	152,6

## 2.16 INTERVENCIÓN GLOBAL DE INSUFLADO CON LANA MINERAL EN UN EDIFICIO DE VIVIENDAS



**Intervención global de insuflado en cámara de fachada con lana mineral en un edificio de viviendas.**

**Lugar:** C/ Canción del Olvido, 28

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2014

**Participantes:**

- Saint-Gobain Isover
- EMVS
- UPM – ETSAM
- Proyecto SIREIN+

**Descripción**

Se trata de un edificio de viviendas de ocho alturas con dos viviendas por planta con un núcleo de comunicaciones con ascensor. Son, de ese modo, viviendas pasantes con tres orientaciones y alrededor de 70 m<sup>2</sup> construidos.

Fue construido en los años 60 con una estructura reticular de hormigón, y presenta las siguientes características constructivas y de instalaciones:

- Envoltorio opaco compuesta de una doble hoja de ladrillo con una cámara de aire va-

riable de un espesor total aproximado de 6 a 8 cm y enfoscado como acabado exterior.

- Envolvente acristalada de marcos metálicos sin rotura de puente térmico y vidrio simple.
- Calefacción y agua caliente sanitaria con caldera mixta individual de gas natural.
- Algunas viviendas presentan además aire acondicionado mediante bomba de calor y sistemas de control solar.

**Comprobaciones previas del estado de la cámara de la fachada**

- Existencia de un espesor mínimo que varía según el aislamiento a instalar, generalmente entre 40 y 50 mm.
- Continuidad de la cámara que permite el aislamiento continuo en todo el cerramiento.
- Existencia de grietas, fisuras y humedades que puedan reducir la resistencia del paramento durante la inyección del aislante.
- Posibilidad de cableado por el interior o fragmentos de materiales que impidan la inyección.
- Identificación de los conductos y tuberías procedentes de otras instalaciones.

En el caso de que existan grietas o fisuras en las hojas del paramento o en el material de revestimiento, han de repararse previamente para garantizar la impermeabilidad del sistema.

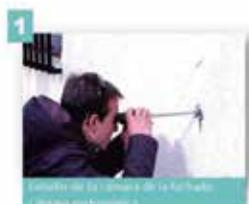
De forma similar se actúa si se detectan problemas de humedad provocados por capilaridad del terreno o bien de condensación derivados de higrometría interior elevada.



El espesor de cámara de aire puede variar considerablemente en una misma obra. Por tanto, es preciso realizar mediciones del espesor de la cavidad a distintas alturas del edificio antes de la instalación, según la norma UNE-EN 14064-2.

### Proceso de relleno de la cámara

- 1-5** El equipo instalador replantea los agujeros de insuflado a realizar en los muros, en cuanto a su posicionamiento, distancia entre ellos, etc., en base a un patrón de perforaciones establecido por el fabricante.
- 6** En los orificios practicados se inserta la boquilla de la manguera que forma parte de la máquina de inyección a través de la cual se inyecta el material.
- 7** Se comprueba con la cámara endoscópica que el material se ha distribuido por toda la cámara.
- 8** Dichos orificios se tapan con cemento para dejar el elemento como se encontraba en el estado inicial.



### Ahorro energético

La mejora del comportamiento térmico de la envolvente opaca tras la inyección del material aislante se refleja en una reducción de la demanda energética del edificio.

Espesor cámara (mm)	Reducción demanda CAL. [%]	Reducción demanda REF. [%]
40	20,5	18
50	22,5	20
60	24	21,5
70	25,5	23
80	26,5	23,5

La demanda de calefacción de un cerramiento de doble hoja con cámara de aire de 40 mm asciende a 7.706 kWh/año, y tras la incorporación de lana mineral alcanza valores de 6.110 y 6.173 kWh/año. Para estas variables, en el caso de refrigeración, la demanda ve reducido su valor desde los 1.020 hasta los 780 kWh/año. En este caso, la reducción de demanda anual de calefacción y refrigeración alcanza un ahorro promedio de un 21% en calefacción y de un 19% en refrigeración.

### Beneficios y conclusiones

- Tras las comprobaciones previas, el proceso de insuflado de lana mineral es un proceso rápido que permite mejorar el comportamiento energético de un edificio de 16 viviendas en un tiempo inferior a dos semanas.
- Al ejecutarse desde el exterior, las molestias a los vecinos son mínimas. Los usuarios de las viviendas no han tenido que abandonarlas durante el proceso y los ruidos generados han sido escasos.
- La existencia de elementos en la fachada, como toldos, tendederos o aparatos de aire acondicionado no han obstaculizado en exceso la ejecución por el exterior.
- Las perforaciones realizadas para introducir el material aislante quedan mimetizadas con el paramento inicial al emplearse un mortero coloreado similar.
- A pesar de requerir un número mayor de trámites burocráticos iniciales, el insuflado por el exterior de un edificio se prevé más rápido que realizarlo en todas las viviendas de manera individualizada desde el interior.

## 2.17 ASESORÍA ENERGÉTICA INTEGRAL DE UNA COMUNIDAD DE PROPIETARIOS



**Asesoría energética integral de una comunidad de propietarios.**

**Lugar:** C/ Carmen Laforet, 8

**Municipio:** Torrejón de Ardoz

**Fecha de puesta en marcha:** 2013

**Participante:**

- Cefiner S.L.

### Descripción

Se trata de una actuación integral de gestión y eficiencia energética en una comunidad de vecinos de 17.000 m<sup>2</sup>, 116 viviendas y dividida en 12 portales, zona común, trasteros y garaje de dos plantas con 232 plazas construida en 2011.

El sistema de calefacción y ACS es comunitario, con calderas de gas natural y aporte de energía solar térmica. La comunidad cuenta con sistema de reparto de costes mediante contadores individuales.

El servicio se inició en julio de 2013 y está todavía en ejecución. Es un servicio en base a la filosofía de ahorros compartidos, es decir, el cobro del servicio se hace en función del ahorro generado a la comunidad.

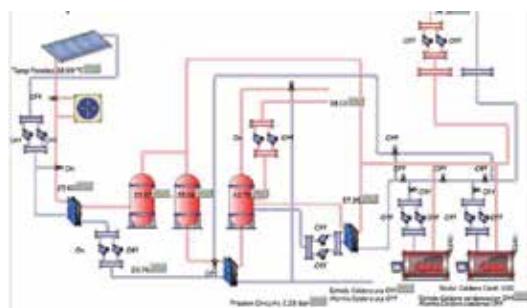
El balance inicial de consumos y costes es el siguiente:

Punto suministro	Consumo medio anual (kWh)	Coste medio anual (con IVA) (€)	Precio medio energía (sin IVA) (€/kWh)
Garaje	58.300	18.000	0,255
Calderas	24.300	5.750	0,196
Mancomunidad	12.100	4.850	0,401
Portales	2.700	1.550	0,474
Total electricidad	127.100	47.200	0,307
Gas	870.000	58.400	0,055

### Mejoras en la contratación

El servicio se inició con la optimización de la contratación. Para ello, se mejoraron los precios de la energía eléctrica (los precios de energía térmica se consideraron correctos) y se realizaron ajustes de potencia eléctrica y cambios de tarifa en los portales.

Para los ajustes de potencia, se realizó una auditoría previa mediante el análisis del libro del edificio, análisis de las facturas y realizando pruebas de carga en los ascensores.



### Mejoras en el consumo y utilización

Se realizó la auditoría de las instalaciones actuando en tres bloques: auditoría eléctrica en portales y zonas comunes, auditoría en el garaje y auditoría del sistema térmico.

En las auditorías eléctricas de los portales se estudió la iluminación y su uso, y se analizó la eficiencia de los ascensores y los patrones de uso. En las zonas comunes se analizó principalmente la iluminación, teniendo en consideración las necesidades de seguridad. Por último, en la

auditoría de garaje se analizó, además de la iluminación, los sistemas de extracción y calidad de aire. Finalmente, para el sistema térmico se realizó un peritaje de la instalación solar térmica, de las calderas y del sistema de control.



## Actuaciones realizadas

En el garaje se realizó un cambio a LED de las luminarias permanentes, sectorizando la iluminación temporal. La iluminación pasó a controlarse mediante detectores de presencia (sensores volumétricos). Se implementó un sistema de control que permite apagar la iluminación permanente siempre que no haya nadie en el garaje. La mejora supuso un ahorro de 46.300 kWh/año, un 79% del consumo inicial. Los cambios en el sistema eléctrico permitieron, más allá del ahorro energético, un nuevo ajuste de las potencias contratadas.



En los portales y zonas comunes se implementaron cambios a LED y se incorporaron sistemas de detección de presencia e interruptores astronómicos. La mejora supuso un ahorro de 8.600 kWh/año, un 19% del consumo inicial.



En lo relativo a la instalación térmica, para el sistema de calefacción y ACS se realizó una optimización del sistema de control: curvas de temperatura de la caldera, períodos de funcionamiento a baja temperatura en horarios nocturnos o de baja ocupación de las viviendas, reducción de la recirculación de ACS, aporte de solar térmica a calefacción, etc.

Se lograron reducir con esta optimización las pérdidas de la instalación a valores de 5%-10%. La mejora supuso un ahorro de unos 320.000 kWh/año, un 37% del consumo inicial.

## Mejoras en estudio

En la actualidad se plantean dos mejoras, ambas respecto a la generación de energía. Por un lado, se ha estudiado la reparación y mejora de la instalación solar térmica utilizando paneles de tubo de vacío con el objeto de aumentar la cobertura energética actual. Por otro lado, se plantea la posibilidad de instalar un sistema de energía solar fotovoltaica. Se decidirá si se enfoca sin baterías para cubrir el consumo base o con ellas para cubrir mayor parte del consumo.

## Balance global

En conjunto, las mejoras ejecutadas han supuesto un ahorro energético de unos 55.000 kWh<sub>elec</sub> al año (un 43% respecto al consumo inicial) equivalente a 15 t CO<sub>2</sub> al año, y 320.000 kWh<sub>term</sub> al año (un 37% del consumo inicial), equivalente a 59 t CO<sub>2</sub> al año.

El ahorro económico logrado gracias a la optimización de la contratación y las mejoras de eficiencia, ha sido de unos 29.000 € al año (IVA incluido, un 62% del coste inicial) en electricidad y de 23.400 € al año (IVA incluido, un 40% del coste inicial) en energía térmica.

El ahorro económico total logrado es, por lo tanto, de 52.400 € al año (IVA incluido). Esto supone un ahorro de 452 € por vecino al año. La inversión necesaria para conseguir dicho ahorro ha sido de 22.000 € (IVA incluido), por lo que el periodo simple de retorno de la inversión es menor de 6 meses.

Es de destacar que la obtención de unos resultados tan positivos ha sido posible gracias a la gran implicación del presidente y de la junta de la comunidad.

# 2.18 CLIMATIZACIÓN DEL SALÓN DE ACTOS DEL COLEGIO PADRES ESCOLAPIOS EN GETAFE



## Climatización del Salón de Actos del colegio Padres Escolapios en Getafe.

**Lugar:** Plaza Obispo Felipe Scío Riaza, 1

**Municipio:** Getafe

**Fecha de puesta en marcha:** 2016

### Participantes:

- Adisa - Hitecsa

### Introducción

Para la climatización del nuevo Salón de Actos del Colegio La Inmaculada - Padres Escolapios, escuela en activo desde 1737, se consideraron criterios de:

- Eficiencia energética.
- Respetar la acústica del salón y, por tanto, necesidad de bajo nivel sonoro de emisión, puesto que la mayoría de los equipos se ubicarían en planta primera.

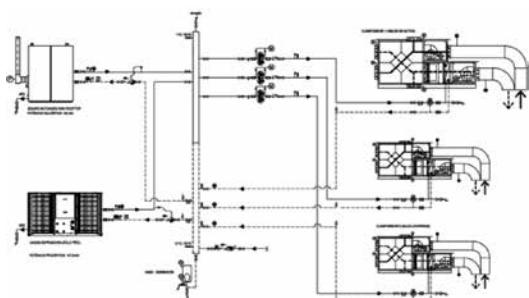
A sabiendas de que el uso del Salón de Actos no sería continuado, había que lograr el equilibrio entre uso, inversión y amortización.

Para esta nueva zona del colegio, se ha climatizado el Salón de Actos, la Sala de Audiovisuales y el Aula de Logopedia, siendo el Salón de Actos la estancia de mayor tamaño, de 414 m<sup>2</sup> útiles, con altura del salón variable entre 3,7 y 9 metros, y capacidad para 499 personas en 2 plantas.

### Instalación

La instalación es un sistema todo aire para climatizar los tres locales indicados, sistema recomendado por el IDAE para edificios con este tipo de usos, mediante:

- Enfriadora marca Hitecsa, modelo EQPLU.
- Equipo Autónomo de Generación de Calor para Exteriores, Mini Roof Top de Adisa, con una caldera a gas de condensación, ADI CD.
- Tres UTA (Unidades de Tratamiento de Aire) Hitecsa, una para cada local, con:
  - Sistema con batería de intercambio a dos tubos.
  - Recuperador rotativo.
  - Sistema de *free-cooling*.
- Silenciadores en los conductos de aire al Salón de Actos.



### UTA de alta eficiencia

- Alta Eficiencia: recuperador de calor rotativo (D), ventiladores plug & fan (A) con variación de velocidad.
- Mínimas pérdidas térmicas: transmisión térmica clase T2, puente térmico TB2, con panel de 50 mm con aislamiento de lana de vidrio de 35 kg/m<sup>3</sup>, y secciones de filtración de aire (B).
- Certificación Eurovent.



## Ventiladores

Ventiladores tipo *plug-fan* con variador de velocidad para mejorar la eficiencia energética y minimizar el impacto sonoro debido al uso del local principal.

Comparando consumos eléctricos entre distintos tipos de ventiladores, el ventilador tipo Plug & Fan con variador permite ahorros de consumo eléctrico entre 11% y 25%.

## Recuperador rotativo de alta eficiencia

Local	Caudal aire extraído	Eficiencia recuperación	
		RITE	UTA instalada
Salón de Actos	5,25 m <sup>3</sup> /s	47%	68%
Audiovisuales	1,97 m <sup>3</sup> /s	44%	70%
Logopedia	0,74 m <sup>3</sup> /s	40%	68,2%

## Otras consideraciones

- Al estar ubicados en la primera planta del edificio, el peso es importante, y con los equipos instalados se consigue una reducción de pesos del 20,9% respecto a otras opciones.
- Bandejas de condensados extraíbles, para facilidad de limpieza y mayor higiene.
- Ahorro energético mediante *free-cooling*.

## Enfriadora

Condensada por aire, de potencia frigorífica hasta 163 kW, refrigerante R410a y con ventiladores axiales.

Para mayor eficiencia, incluye dos compresores scroll por circuito frigorífico, con control de secuencia. También incorpora un kit especial para reducción del nivel sonoro.

## Eficiencia (certificación Eurovent)

	Enfriadora instalada
EER Eurovent	2,65 – 2,98
ESEER	3,96 – 3,99

Possible mejora de eficiencia mediante recuperación parcial o total del calor con un kit con intercambiador de placas que permite calentar agua hasta 75 °C (producción ACS).



## Equipo autónomo de generación de calor

La calefacción se realiza mediante este equipo con caldera a gas de condensación, de potencia útil 104 kW, dimensiones compactas, peso reducido y elevada eficiencia energética.

## Rendimiento

	Rendimiento a potencia máxima	Rendimiento a potencia mínima
Caldera ADI CD 105	97% (PCI) 87,72% (PCS)	104,8% (PCI) 94,74% (PCS)

## Quemador

- Quemador modulante: ahorro energético respecto a 2 etapas de hasta un 4%.
- Motor-ventilador de velocidad variable (menor consumo eléctrico y nivel sonoro).

## Emisiones

La caldera tiene emisiones de NOx inferiores a los límites establecidos por la Directiva Europea.

## Mejora energética. Caldera de condensación

Temperatura de ida de agua en función de la temperatura exterior: al aumentar la temperatura exterior, disminuyen las pérdidas del edificio, se requiere menos potencia en batería de las UTA y la caldera podrá impulsar a temperatura de agua por debajo de condensación, y aprovechar una ganancia hasta un 8-10%.

## Conclusiones

El conjunto es una solución integral de eficiencia elevada para unos locales con horas de uso limitadas, requisitos de bajo nivel sonoro y mediante equipos (frío, calor y emisores) de altas prestaciones.

Autor del capítulo: **Jaime Gil**,  
**Responsable Estudios Especiales Hitecsa**,  
**Product Manager Adisa**

## 2.19 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN GIMNASIO



### Eficiencia energética en gimnasio.

**Lugar:** C/ Virgen de la Paz, 22

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2013

#### Participantes:

- CIAT

#### Introducción

Frente a la consideración de que ir a un gimnasio privado es un lujo reservado sólo para unos pocos, nace el concepto de McFIT: ofrecer gimnasios de altas prestaciones a precios asequibles para cualquier usuario.

Desde su aterrizaje en España, CIAT (fabricante de equipos y sistemas de climatización) ha trabajado codo con codo tanto con la propiedad como con las ingenierías de instalaciones que han desarrollado los proyectos de climatización de estos centros.

La ecuación resulta relativamente sencilla: para poder ofrecer esos precios asequibles con un buen nivel de rentabilidad sostenido en el tiempo, es absolutamente imprescindible que los costes de explotación de cada centro sean lo más reducidos posible. Por supuesto, sin mermar la calidad del servicio ni el nivel de confort para los usuarios.

#### Recuperación parcial de gases calientes para ACS

Se puede resumir que una máquina frigorífica absorbe energía térmica de un foco frío y la disipa contra otro foco a mayor temperatura.

En principio, el calor de condensación es un calor residual que la máquina debe disipar, generalmente al aire exterior. Sin embargo, si se tiene demanda de calor mientras la máquina frigorífica está trabajando, se puede recuperar parte de ese calor residual, y obtener de forma gratuita energía calorífica para esa demanda paralela a la climatización. Esa recuperación de energía se realiza a través de lo que se conoce como “recuperación parcial de gases calientes”.

Al evaluar las instalaciones, se vio de forma muy clara que esa recuperación de calor resultaba tremadamente interesante, porque existía una doble demanda térmica que se producía de forma simultánea durante una gran cantidad de horas al año:

- Demanda térmica de climatización (principalmente en modo refrigeración).
- Demanda de calentamiento para agua caliente sanitaria (ACS).

Esta posibilidad dio como resultado las primeras máquinas autónomas Aire/Aire con recuperación parcial de nuestro país.



La energía térmica recuperada supondría 119.340 kWh/año, lo que implica la generación de forma “gratuita” entorno al 70% de la demanda térmica para el ACS.

#### Sondas de calidad de aire CO<sub>2</sub> + VOC

Además de ser obligatorio por reglamentación, el aire exterior de ventilación es necesario por motivos de salubridad para diluir el CO<sub>2</sub>. Además, en los gimnasios se presentan las siguientes particularidades:

- Elevada actividad metabólica de los usuarios de este tipo de instalaciones, por lo que los usuarios generan mayor cantidad de CO<sub>2</sub>.
- La sudoración genera olores que es necesario diluir.

Ese aire exterior de ventilación supone una carga térmica a combatir y, por tanto, un mayor consumo de energía. Para lograr la mejor solución, se plantearon sondas de calidad de aire (sondas combinadas de CO<sub>2</sub> y compuestos orgánicos volátiles). Estas sondas modulan permanentemente el caudal de aire exterior de ventilación que las máquinas aportan a la instalación, en función de la concentración de CO<sub>2</sub>, minimizando el gasto energético.



### Ventiladores plug-fan con motores EC

En este gimnasio se presenta una elevada carga térmica (ganancias de calor) durante todo el año, lo que permite a las máquinas de climatización trabajar en modo *free-cooling* durante un elevado número de horas al año.

Esto implica que una gran parte del consumo eléctrico de las máquinas de climatización no se produce por la generación de energía térmica por compresión mecánica (consumo de compresores), sino que es debida al transporte de aire (consumo de ventiladores).

### Compresores en tandem

En lugar de tener un único compresor por cada circuito frigorífico, con este opcional se tienen dos compresores de la mitad de capacidad cada uno. De esta forma se duplica la parcialización de la máquina, que supone ventajas muy importantes:

1. Se consigue un mejor ajuste de la potencia que entrega la máquina frente a la demanda de la instalación.

2. A cargas parciales, se tiene un único compresor de la mitad de capacidad.

La transferencia de energía térmica entre el refrigerante y el aire se hace más eficiente, lo que implica un mejor rendimiento del circuito termodinámico. Dado que el funcionamiento a cargas parciales se produce durante un gran número de horas al año, el rendimiento medio estacional de las máquinas se ve incrementado considerablemente, lo que supone un importante ahorro en energía eléctrica.

### Ventiladores exteriores axiales con motores electrónicos EC de velocidad variable

Como las máquinas de climatización quedan montadas en una sala técnica, resulta necesario conducir y descargar fuera de la sala el caudal de aire del circuito exterior.

Para ello, se propusieron ventiladores axiales electrónicos con motores EC, que proporcionan la presión necesaria para vencer la pérdida de carga de los conductos de descarga y que presentan un menor consumo.

Con el ajuste automático del régimen de giro al mínimo posible para tener en cada instante un correcto funcionamiento del equipo, se consigue el menor consumo eléctrico posible.



### Conclusiones

El conocimiento de las necesidades concretas de cada instalación permite plantear las mejores soluciones en términos de rentabilidad, costes de explotación y máximo confort para los usuarios. Todas las medidas adoptadas para este centro redundan en obtener los mejores resultados tanto para los inversores como para los usuarios.

## 2.20 PRIMERA RED DE CALOR POR BIOMASA MUNICIPAL EN LA COMUNIDAD DE MADRID



### Primera red de calor por biomasa municipal en la Comunidad de Madrid.

**Municipio:** El Atazar

**Fecha de puesta en marcha:** 2016

#### Participantes:

- Aprosol
- Desner

#### Descripción

En El Atazar, localidad situada en la sierra de Madrid, con 96 habitantes, se ha implantado la primera red de calor municipal por Biomasa en la Comunidad de Madrid. Este proyecto ha tardado más de 6 años en ejecutarse y hacerse realidad en su primera fase, debido a los estudios realizados, permisos, proyectos y ayudas solicitadas por parte de dicho ayuntamiento para su realización.

Una red de calor, o *district heating*, consta de los siguientes componentes principales:

- Central térmica de biomasa.
- Red de distribución.
- Subestaciones de transmisión térmica.

#### Datos generales de la red de calor

Nº usuarios	20 - 25
Superficie vivienda tipo	100 - 150 m <sup>2</sup>
Consumo energético por vivienda	21.600 kWh/año
Consumo energético red de calor	496.800 kWh/año

#### Primera fase de ejecución

En la primera fase se ha realizado la central térmica, parte de la red de distribución, y el conexiónado a la primera fase de viviendas. Esta red suministra calor a dos edificios municipales alquilados por el consistorio, el centro de día para mayores, dos alojamientos rurales y las casas del médico y el maestro.

La central térmica está formada por dos calderas de biomasa de la marca austriaca ETA de 200 kW cada una, las cuales se alimentan con astillas desde un silo de biomasa formado por ballestas, con un sistema de carga espacial con un sifón, elevadores y dispersadores, debido al desnivel del terreno para la descarga del camión, de tal forma que el camión descarga sobre unas trampillas situadas en el suelo, y los sifones se encargan de transportar dichas astillas al silo.



A partir de esta central térmica, se genera el agua caliente necesaria para distribución a través de la red de tubería preaislada, hasta las subestaciones de cada vivienda o punto de consumo.

Actualmente, la red de calor se abastece de astilla producida por distribuidores cercanos, pero el principal objetivo, y uno por los que se implanta la red de calor, es el autoabastecimiento mediante el aprovechamiento de la biomasa local, en concreto de la jara. Para ello, se están realizando los estudios pertinentes para poder implantar en la localidad un centro de tratamiento y valorización de su residuo vegetal.



Este uso, además, proporcionaría el combustible para las necesidades térmicas de la localidad, disminuyendo el coste del kW térmico para los consumidores y permitiendo la creación de empleo local.

### Regulación y control

Uno de los puntos importantes de la instalación es la regulación y control, que permite la monitorización de la instalación vía internet por todos los usuarios, permitiéndoles conocer su consumo actual, programar la temperatura de bienestar en su vivienda y regular su consumo. El ayuntamiento podrá controlar el consumo global de la red y la empresa de mantenimiento podrá anteponerse a averías en la instalación. Es un sistema escalable, lo que significa que en el futuro en El Atazar se pueden hacer modificaciones y ampliaciones sin problema.

Las ventajas de este sistema son las siguientes:

- **Mantenimiento.** Detección de averías en tiempo real. Análisis de funcionamiento y envío de alarmas. Posibilidad de resolver averías a distancia y cambio de parámetros, variables y consignas.
- **Ahorro energético.** La lógica de funcionamiento de todos los equipos y de la instalación en sí se programan a medida y de forma personalizada, lo que redunda en un ahorro energético.
- **Monitorización.** Permite anticiparse a las negligencias de funcionamiento y personalizar una respuesta programada a medida mejorando la calidad del servicio. Los usuarios pueden, a través de la web, comprobar y analizar sus consumos, sus rendimientos, horarios de funcionamiento, etc.

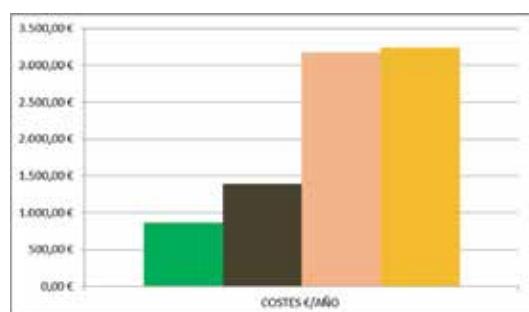
Otro punto a considerar en la gestión y supervisión por medio de internet es la herramienta gráfica. El acceso a los equipos se realiza siempre de forma gráfica, directa e intuitiva.

En vez de tener las diferentes centralitas o sistemas electrónicos de los equipos superpuestos y trabajando en paralelo, sin comunicación entre ellos, se consigue que todos "hablen" con el sistema de control automático central, obteniendo una solución final excelente.

### Ahorros obtenidos

Coste de la energía aprovechamiento biomasa local	
Consumo biomasa (astillas)	167 t/año
Coste medio por vecino	864 €/año
Consumo de astilla forestal	10.858 €/año
Mantenimiento, gestión y otros	9.000 €/año
Coste operativo de la red de calor	19.858 €/año
	65 €/t
	54 €/t
	119 €/t

	Propano	Gasóleo	Electricidad	Biomasa
Consumo anual	1.863 kg/año	2.400 l/año	21,6 MWh/año	7 t/año
Precio	1,7 €/kg	0,58 €/l	0,15 €/kWh	119 €/t
Coste	3.168 €	1.392 €	3.240 €	864 €
Ahorro	2.303 €	528 €	2.376 €	-
Ahorro (%)	72,7	37,9	73,3	-
Amortización	1,5	6,6	1,5	-



## 2.21 CENTRO PARA RECURSOS DEL APRENDIZAJE Y LA ENSEÑANZA EN LA UNIVERSIDAD DE ALCALÁ DE HENARES



**Centro para Recursos del Aprendizaje y la Enseñanza en la Universidad de Alcalá de Henares.**

**Lugar:** Universidad Cardenal Cisneros

**Municipio:** Alcalá de Henares

**Fecha de puesta en marcha:**

**Participantes:**

- C.I.P. Arquitectos
- Hermanos Maristas
- Esprosa
- 3A3 Arquitectos
- Fonotel Ingenieros
- Telur
- Grupo Ortiz

**Objetivos**

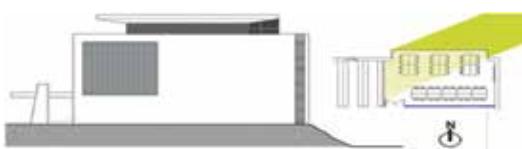
- Actuación sostenible y bajo consumo energético.
- Propuesta innovadora en el ámbito de la edificación basada en sistemas industrializados.
- Transformación de espacios urbanos creando aéreas de encuentro y esparcimiento.
- Destacar los principios de la sostenibilidad en la arquitectura con soluciones de diseño ambientalmente sensibles pasivos.
- Implementación de sistemas naturales y de las tecnologías manejables.

### Reducción de la demanda

**Muros con grandes aislamientos** (16 cm). Se han empleado fachadas de prefabricados estructurales de hormigón con trasdosados realizados en yeso laminado, con grandes cámaras llenas de aislamientos de alta eficacia, tanto en cubierta como en las paredes.

**Utilización del Muro Trombe como un controlador/acumulador de energía radiada.** En verano, se provoca una refrigeración de la energía radiada por el Sol sobre esta fachada. En invierno, la cámara de 40 cm se convierte en un acumulador de energía.

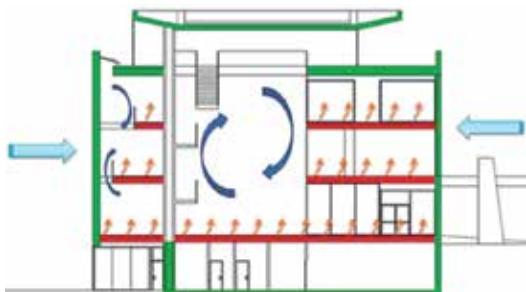
**Ubicación de los huecos de luz hacia el norte o con control solar.** Se han diseñado una serie de elementos que protegen de la radiación directa solar pero que permiten el paso de la luz para su uso eficaz el mayor tiempo posible.



**Creación de un gran cimborrio por el que se ilumina el espacio central.** Es un componente de conducción que lleva la luz natural al interior. Los vidrios de la piel interior se diseñan blancos para favorecer la reflexión de la luz.



**Creación de espacios comunicados verticales.** Fomentan la renovación ambiental, la optimización de los recuperadores de calor y la homogeneidad de temperatura en todo el espacio, favoreciéndose el sistema inercial.



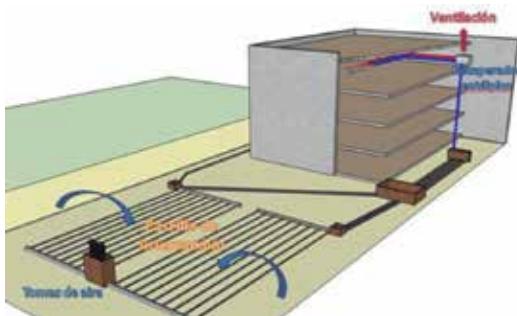
**Creación de dos volúmenes diferenciados de acuerdo a su uso no simultáneo.** El pabellón anexo se plantea con un uso puntual de expansión, consiguiéndose un uso más eficaz de este anexo polivalente.

### Energía geotérmica y sistema inercial

#### Tratamiento previo del aire de renovación

**con pozo canadiense.** Consiste en un intercambiador geotérmico tierra-aire que utiliza el subsuelo para enfriamiento y calentamiento de una corriente de aire que circula a través de tubos enterrados.

Se instalaron 2 bucles compuestos por 5 conductos paralelos de 315 mm de diámetro con una longitud de 48 metros cada uno y separados 1 metro para garantizar que sean térmicamente independientes. Una vez se cierra cada bucle, salen 3 conductos de 250 mm de diámetro y se conecta con el edificio principal y con el edificio anexo para ascender a las distintas máquinas de ventilación mecánica controlada de las plantas existentes.



**Empleo de geotermia con pozos de gran profundidad.** Sistema de intercambio geotérmico con 18 sondeos de más de 100 m integrados en la plaza de acceso al edificio, y dos bombas de calor geotérmicas.

Como apoyo, se dispondrá de una red de baterías que aportarán la carga térmica pico necesaria a través de caldera de condensación o enfriadoras aire-agua.

Para la producción de ACS se utilizará la geotermia como apoyo para precalentar el agua a 35 °C y una caldera de condensación para elevarla a 60 °C.

Todo el sistema está conectado a 2 centralitas con sondas de temperatura y humedad tanto del terreno como del ambiente interior.

### Otros principios de sostenibilidad

El edificio está dotado de un sistema que recupera las aguas procedentes de lluvia y grises de los aseos.



También se han recuperado las tierras extraídas para la realización de los sótanos y cimentación para la propia obra y para la jardinería.

Coste total de la edificación	2.330.000 €
Coste total instalación de geotermia	140.000 €
Metros cuadrados de la edificación	3.400 m <sup>2</sup>
Precio total por metro cuadrado	726 €/m <sup>2</sup>
Tiempo de realización del proyecto	7 meses
Tiempo de construcción del edificio	7 meses

## 2.22 SERVICIOS ENERGÉTICOS EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO PRÍNCIPE DE ASTURIAS



### Servicios Energéticos en el Hospital Universitario Príncipe de Asturias.

**Municipio:** Alcalá de Henares

**Fecha de puesta en marcha:** 2014

#### Participantes:

- Ferrovial Servicios

#### Introducción

Ferrovial Servicios gestiona el contrato de Servicios Energéticos del Hospital Universitario Príncipe de Asturias de Alcalá de Henares por 44,5 millones de euros, iniciado el 15 de octubre de 2014 y de 15 años de duración. Se trata de un gran centro de referencia de la Comunidad de Madrid, que da cobertura a más de 242.000 pacientes.

El complejo está formado por un edificio de seis plantas y una superficie construida de 81.930 m<sup>2</sup>, que en planta baja y primera está dedicado principalmente a las áreas de urgencias, consultas, quirófanos y admisión, dirección y gestión del centro. El resto de plantas se dedican fundamentalmente a hospitalización. Cuenta con 600 camas y en el mismo trabajan más de 2.000 personas.

#### Medidas de ahorro y eficiencia energética

##### • Nueva instalación de gas natural.

Analizado el punto de la acometida y la ubicación final de la estación de regulación y medida, se realizó el replanteo pertinente

para la instalación de la tubería de gas hasta la cocina y la sala de calderas.

##### • Taponado de las válvulas de tres vías.

Esta actuación, debido a que se desarrolló dentro del Hospital, se realizó de forma cuidadosa y discreta actuando únicamente en las zonas previamente acordadas.

##### • Renovación de la central térmica y redes de distribución.

- Ejecución del colector común.
- Sustitución de las calderas del bloque A+B e instalación de la nueva caldera de ACS.
- Sustitución de las calderas del bloque C+D e instalación de la nueva caldera de ACS.

En todo momento el funcionamiento del Hospital estuvo garantizado, ya que en el caso de que no estuviera en funcionamiento la instalación de gas, las nuevas calderas lo podían hacer utilizando la actual instalación de gasoil.



##### • Sustitución de grupo frigorífico, unificación de la producción de frío.

Esta actuación englobaba dos medidas que están vinculadas entre sí. La primera es la sustitución de la enfriadora y la unificación de la producción de frío, y la segunda es la sustitución de las torres de refrigeración.

##### • Renovación de red de tuberías de ACS-AFSCH.

Dada la gran afección de esta actuación sobre el funcionamiento del Hospital, se estableció un plan de actuación totalmente acotado y detallado con planos.

##### • Sustitución del alumbrado interior.

Se sustituyeron las luminarias de zonas comunes por otras más eficientes, con similar o mayor rendimiento lumínico y menor consumo.

Se dotó de elementos de regulación del flujo luminoso a aquellas situadas junto a lucernarios y ventanales, en función de la iluminación natural, para optimizar el aprovechamiento de la luz natural.

- Sustitución del alumbrado exterior.**

Se procedió a la sustitución de los viales actuales y fluorescentes que iluminan el parking del hospital por luminarias de tipo LED más eficientes y con una vida útil mucho mayor.

- Sustitución de baterías de condensadores.**

Esta actuación se ejecutó sin realizar ningún corte en el suministro eléctrico del Hospital, por personal altamente cualificado y experimentado en el trabajo en tensión.

- Sustitución de climatizadores.**

Se planteó la sustitución de seis climatizadores, cinco ubicados en el interior y otro en el exterior.

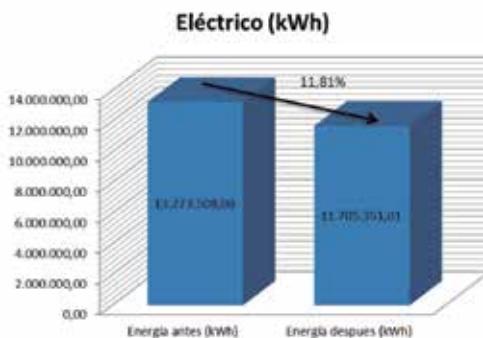
- Renovación carpintería metálica.**

Esta actuación, por su naturaleza y ubicación, tenía gran afición sobre el uso y funcionamiento del edificio. Es por este motivo por lo que la coordinación con el Hospital y las medidas para evitar la propagación de polvo y ruidos adquirió una gran importancia.

## Ahorros previstos

- Eléctrico.**

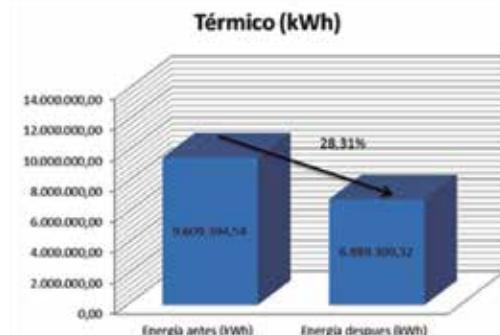
Debido a las medidas que se han ejecutado, se obtendría un ahorro de 1.568.157 kWh con respecto a la situación actual. Ello supondría una disminución del 11,81%.



En términos económicos, esta disminución de energía supondría un ahorro de 161.395 € con respecto a la situación actual.

- Térmico.**

Debido a las medidas ejecutadas sobre las instalaciones, se ha calculado que se obtendría un ahorro de 2.720.085 kWh con respecto a la situación actual. Ello supondría una disminución del 28,31%.

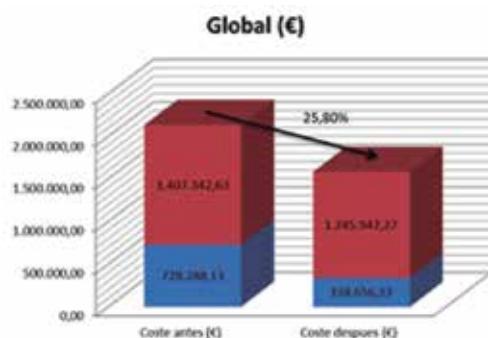


En términos económicos, esta disminución de energía supondría un ahorro de 298.632 € con respecto a la situación actual.

- Global.**

En números globales, se obtiene un ahorro total de 4.288.242 kWh lo que supone un 18,74% respecto del total.

En términos económicos, estos ahorros suponen una disminución en los costes de la energía de 551.027 €.



Todas estas medidas repercuten en una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> de 2.650 t/año

# **A NEXO 1 ANE**

SITUACIÓN  
GEOGRÁFICA  
DE LOS PUEBLOS EN LA COMARCA  
DE MADRID

**PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS VIII  
EN EL ÁMBITO DE  
LA ENERGÍA**

# SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PROYECTOS EN LA COMUNIDAD DE MADRID

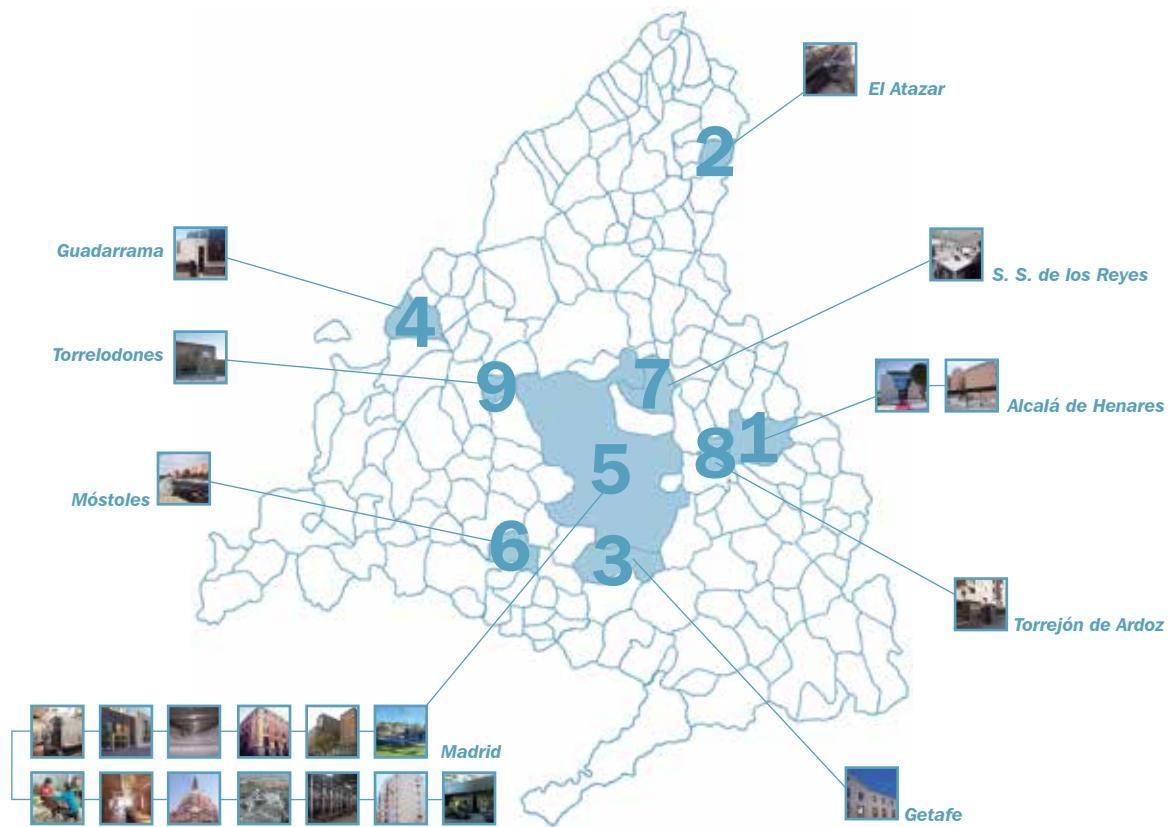
EXO 1



# SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PROY

 1	<b>Alcalá de Henares</b> <b>Centro para Recursos del Aprendizaje y la Enseñanza</b> 	<b>Servicios Energéticos</b> 
 2	<b>El Atazar</b> <b>Primera red de calor por biomasa</b> 	 3 <b>Getafe</b> <b>Climatización de Salón de Actos</b> 
 4	<b>Guadarrama</b> <b>Instalación geotérmica</b> 	 5 <b>Madrid</b> <b>Reforma de la Central Térmica de "La Rinconada"</b> 
<b>Servicios energéticos</b> 	<b>Renovación de equipos generadores de ACS</b> 	
<b>Recuperación y uso de los recursos termodinámicos del sistema de túneles</b> 	<b>Nueva sede corporativa de Vía Célere</b> 	
<b>Solución integral con sistema de generación por biomasa</b> 	<b>Instalación fotovoltaica de autoconsumo</b> 	
<b>Rehabilitación y apertura del nuevo restaurante Benares</b> 	<b>Instalación de aprovechamiento geotérmico</b> 	
<b>Mejora de la eficiencia energética y renovación de instalaciones</b> 	<b>Servicios energéticos</b> 	

# EFECTOS EN LA COMUNIDAD DE MADRID



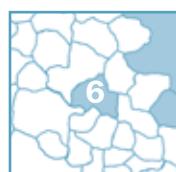
Madrid

5

Intervención  
global de  
insuflado



Eficiencia  
energética en  
gimnasio



Móstoles

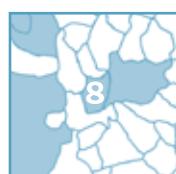
6

Red de calor  
con biomasa



S. S. de los Reyes

Gestión remota  
de la demanda  
energética



Torrejón de Ardoz

8

Asesoría  
energética  
integral



Torrejón de Ardoz

Mejora de las  
condiciones de  
confort y eficien-  
cia energética



# INFORMACIÓN ACE

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

[www.madrid.org](http://www.madrid.org)

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

The screenshot shows the official website of the Community of Madrid. At the top, there's a banner for the "Service of Canine Intervention" which will attend children, seniors, and hospital patients. Below this, there are two news items: one about handing over 1,554 homes and another about giving 5,000 metro rides to Mensajeros de la Paz. On the right side, there's a sidebar titled "LO MAS CONSULTADO" (Most Consulted) with links to various services like grip symptoms and health cards. At the bottom, there's a section for social media links and an "Abono Joven" (Young People Card) advertisement.

**Comunidad de Madrid**

Martes, 31 de enero de 2017

Temas Perfiles La Presidenta Gobierno Regional Comunicación Transparencia Servicios al Ciudadano

El Servicio de Intervención Canina de la Comunidad podrá atender a niños, mayores y personas hospitalizadas

La iniciativa consiste en llevar perros de terapia a centros asistencia, hospitales y residencias de mayores, para dar apoyo, cariño y atención a estas personas

1 2 3 4 5

Actualidad >

30/01/2017 Ya hemos entregado 1.554 viviendas en la presente legislatura >

La Comunidad ha entregado esta mañana una vivienda de especial necesidad a una familia formada por una mujer de 49 años con dos hijos de 15 y 13 años a su cargo. La vivienda forma parte del cuadro de Especial Necesidad de la Agencia de Vivienda Social. Con esta vivienda son ya 1.554 las que ha entregado la Comunidad desde el inicio de la legislatura, muy por encima de las 1.200 incluidas en el programa electoral suscrito de Cristina Cifuentes.

Ver imágenes

30/01/2017 Donamos a Mensajeros de la Paz 5.000 viajes de metro para personas sin recursos >

La Comunidad ha donado 5.000 billetes serviziros de Metro a Mensajeros de la Paz para facilitar la atención a personas con escasos recursos económicos, principalmente a los usuarios que acuden a su Banco de Alimentos. Metro, que a través de su política de Responsabilidad Corporativa trata de paliar las dificultades que pueden encontrar personas en riesgo de exclusión social, llevó a cabo 200 acciones sociales colaborando con 73 entidades...

Ver imágenes

LO MAS CONSULTADO

SERVICIOS TRÁMITES HOY

- Aire síntomas de gripe: 900 102 112 >
- Carpeta de Salud >
- Cita sanitaria >
- Libre Elección Sanitaria >
- Servicios online demanda de empleo >
- Atención a la Dependencia >
- Consulta online valoraciones inmuebles >
- Calendario escolar 2016-2017 >
- Carné Joven >
- Cita previa de información en el Registro Uniones de Hecho (RUHE) >

madrid.org en las redes sociales

metromadrid.es

Abono Joven

[www.madrid.org](http://www.madrid.org)  
[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)

# RCA DE ESTA GUÍA

[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)

The screenshot shows the homepage of the Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. At the top, there's a banner for the 'GeoEner 2017' congress, which took place on April 26-27, 2017, in Madrid. The banner features a stylized sun and cityscape graphic. Below the banner, there's a section for 'GeoEner 2017' with a brief description of the event. The main navigation menu includes links for Inicio, Conócenos, Información, Formación, Publicaciones, Aula de la Energía, Normativa, Noticias, and Tecnosocios. There are also social media icons for Facebook, Twitter, RSS, and YouTube.

**GeoEner 2017**  
Madrid 26-27 de Abril de 2017  
V CONGRESO de Energía Geotérmica  
en la EDIFICACIÓN Y LA INDUSTRIA

**Lo más descargado**

1. Guía Energía Geotérmica
2. Drones y aplic. ingeniería civil
3. Tecnología LED en alumbrado
4. La Domótica, solución de futuro
5. Ahorro y eficiencia en Hospitales

**Lo último**

**Balance Energético de la Comunidad de Madrid 2015**

El Balance Energético de la Comunidad de Madrid 2015 recoge, además de los datos de consumo y generación en el año 2015, la evolución sufrida por los mismos desde el año 2000.

[Descargar PDF](#)

**Publicaciones más recientes**

- Guía de Ventanas Eficientes y Sistemas de Regulación y Control Solar (2ª Ed.)
- Guía de Calidad del Aire Interior (2016)
- Guía de Iluminación eficiente de monumentos (2016)
- Guía para reducir el gasto en calefacción central manteniendo el confort (2016)
- Guía sobre Ahorro y Efic. Energ., en Escaleras Mecánicas y Andenes Móviles

Por secciones: Libros y Guías técnicas - Cuadernos - Boletín energético

**Novedades**

Certificación de eficiencia energética de edificios

Información acerca de la entrada en vigor del procedimiento básico para la Certificación de la Eficiencia Energética de Edificios.

**Formación**

- Jornada sobre aislamiento térmico y acústico en el sector residencial (19/01/2017)
- Cursillo sobre Instalación de Ventanas Ecoeficientes (12/01/2017)

**Patronos**

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  
[dgtcnico@madrid.org](mailto:dgtcnico@madrid.org)

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid  
[fundacion@fenercom.com](mailto:fundacion@fenercom.com)

# iCONECTA

Plug-In ISOVER para Ce3X



Complemento de ISOVER para verificar  
los requisitos del CTE con Ce3X

Construimos tu futuro

**ISOVER**  
SAINT-GOBAIN

# Eficientes y sostenibles



Complejo Asistencial de Ávila. España.



Hospital Universitario de la Princesa. España.



[www.ohlservicios.com](http://www.ohlservicios.com)

**uponor**



# Uponor Smatrix para refrigeración y calefacción radiante

La clave para mejorar la eficiencia

- **Inteligente:** optimiza la eficiencia energética de los sistemas de refrigeración y calefacción radiantes
- **Conectado:** Smatrix Wave PLUS hace posible el control inalámbrico y una conectividad total desde su hogar o fuera de él
- **Fácil:** la función de autoequilibrado garantiza una sencilla instalación, configuración y uso



[uponor.es/smatrix](http://uponor.es/smatrix)



Fundación de la Energía de  
la Comunidad de Madrid  
[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)

