

# PROYECTOS EMBLEMÁTICOS



# EN EL ÁMBITO DE LA ENERGÍA



 Dirección General de Industria,  
Energía y Minas  
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA  
E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA  
**Comunidad de Madrid**

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





Depósito Legal: M - 43258 - 2005

DISEÑO E IMPRESIÓN:  
Mares Publicidad s.l.  
Tel: 91 612 98 64

# AGRADECIMIENTOS

Para la elaboración de esta publicación se ha contado con la colaboración de los beneficiarios e instaladores de los proyectos, sus aportaciones y sus comentarios han sido una valiosa ayuda para poder mostrar los beneficios reales del Ahorro de Energía y de las Energías Renovables para el desarrollo sostenible de la Comunidad de Madrid.

El agradecimiento se hace extensivo a las siguientes entidades:

Ayuntamiento de Fuenlabrada - J. M. Distrito Loranca  
Ayuntamiento de Alcalá de Henares  
Ayuntamiento de Miraflores de la Sierra  
Ayuntamiento de Móstoles  
Ascomar - Asociación de Comerciantes del Mercado de Abastos de Aranjuez  
Asociación de Empresarios de Estaciones de Servicio de la C.M.  
Agrasolar  
BP Solar España  
Calordom, S.L.  
EMT - Empresa Municipal de Transportes  
Enersun, Energía Solar, S.L.  
Fotosolar, S.A.  
Grupo Enerpal  
Grupo Euroconsult - Tubline, S.A.  
Hidráulica Santillana, S.A.  
Hotel Puerta de Toledo  
Hotel Husa Princesa  
Hoteles e Inmuebles, S.A.  
Iberdrola, S.A.  
IDAE - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía  
IFEMA - Institución Ferial de Madrid  
Peninsular Cogeneración, S.A.  
Reciclaje de Equipos Eléctricos y Electrónicos, S.A.  
Sanitas, S.A.  
Sociedad Patrimonial Perez Cuervo, S.A.  
Solaria. Energía y Medio Ambiente, S.L.  
Telefónica, S.A.  
Viessmann, S.L.

Este trabajo ha sido realizado por iniciativa de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid con la colaboración del Centro de Ahorro y Eficiencia Energética de Madrid. La elaboración técnica ha sido encomendada a la empresa Escan, S.A.



# ÍNDICE

# NDICE

<b>1.</b>	PRESENTACIÓN	<b>7</b>
<b>2.</b>	SITUACIÓN ENERGÉTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID	<b>10</b>
<b>3.</b>	PROYECTOS EMBLEMÁTICOS	<b>12</b>
<b>3.1</b>	EDIFICIO DE OFICINAS BIOCLIMÁTICO Y RENOVABLE: "TRASLUZ"	<b>14</b>
<b>3.2</b>	LA BIOMASA CALIENTA EDIFICIOS DE VIVIENDAS	<b>16</b>
<b>3.3</b>	MERCADO DE ABASTOS QUE VENDE ENERGÍA ELÉCTRICA	<b>18</b>
<b>3.4</b>	HOTEL DE MADRID INTEGRA INSTALACIÓN SOLAR EN SU ARQUITECTURA	<b>20</b>
<b>3.5</b>	IFEMA APUESTA POR LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA	<b>22</b>
<b>3.6</b>	ENERGÍAS RENOVABLES IMPLANTADAS EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE LA COMUNIDAD DE MADRID	<b>24</b>
<b>3.7</b>	COMBUSTIBLE ECOLÓGICO PARA LOS AUTOBUSES PÚBLICOS	<b>26</b>
<b>3.8</b>	RECICLAJE DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS Y GENERACIÓN ELÉCTRICA CON PANELES FOTOVOLTAICOS	<b>28</b>
<b>3.9</b>	LA PRIMERA "GASOLINERA" DE HIDRÓGENO	<b>30</b>
<b>3.10</b>	EDIFICIO INTELIGENTE CON SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED	<b>32</b>
<b>3.11</b>	EDIFICIO SOSTENIBLE "GREEN BUILDING" DE SANITAS	<b>34</b>
<b>3.12</b>	GENERAR Y COMPARTIR "ENERGÍA ELÉCTRICA VERDE"	<b>36</b>
<b>3.13</b>	PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA EN MIRAFLORES DE LA SIERRA	<b>38</b>
<b>3.14</b>	EDIFICIOS MUNICIPALES DOTADOS DE SISTEMAS SOLARES	<b>40</b>
<b>3.15</b>	CALOR SOLAR EN EL EDIFICIO DE LA JUNTA MUNICIPAL DE DISTRITO DE LORANCA	<b>42</b>
<b>3.16</b>	PLANTA DE COGENERACIÓN EN PAPELERA PENINSULAR S.A.	<b>44</b>
<b>3.17</b>	ALUMBRADO PÚBLICO EFICIENTE	<b>46</b>
<b>3.18</b>	MINICENTRALES ELÉCTRICAS	<b>48</b>
<b>3.19</b>	VIVIENDAS ADOSADAS VENDEN ELECTRICIDAD A LA RED	<b>50</b>
<b>3.20</b>	EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MEDIOAMBIENTAL EN HOTEL MADRILEÑO	<b>52</b>
<b>3.21</b>	MADRIDSOLAR PROMOCIONA LA MAYOR INSTALACIÓN SOBRE CUBIERTA	<b>54</b>



# 1 PRESENTACIÓN

## PRESENTACIÓN

Debido a la gran importancia que tiene la energía en la sociedad y en la economía de hoy, la política energética debe responder a una estrategia planificada y ajustada a las características territoriales. Con este espíritu se ha elaborado el Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2004-2012, cuyos objetivos giran en torno a la satisfacción de la demanda energética, el aprovechamiento de los recursos propios de origen renovable y el fomento del ahorro y de la eficiencia energética, respetando siempre el medioambiente. Para ello es necesario que se articulen una serie de actuaciones que involucren a la iniciativa privada y a la promoción pública en la consecución de los objetivos fijados.

La Comunidad de Madrid se caracteriza por su casi total dependencia externa en la energía transformada. Ante esta situación el Plan Energético propone incrementar la generación con garantía de potencia, promoviendo la generación en la zona centro, cubriendo un porcentaje razonable de las necesidades eléctricas.

El Plan dedica un importante esfuerzo a la promoción de las energías renovables, contemplando duplicar su contribución en el balance energético regional. Para ello se incentivará la instalación de parques eólicos y se continuará potenciando la energía solar térmica, la solar fotovoltaica y la procedente de los residuos y de la biomasa.

El Gobierno de la Comunidad de Madrid, desde el año 1998 viene prestando especial atención a las energías renovables. Con carácter anual se vienen desarrollando las líneas de ayudas que, mediante la subvención a este tipo de instalaciones, han contribuido a la presencia de fuentes de origen renovable en nuestra Región.

En la presente publicación se recogen una serie de proyectos que por sus características o peculiaridades se considera que son ejemplarizantes y, al mismo tiempo, demostrativos de las buenas prácticas y aplicación de las tecnologías actuales.

El objetivo de estos proyectos es que sirvan de referencia y animen a los responsables de otras instalaciones a la aplicación de medidas similares, enfocadas al ahorro y la eficiencia energética, así como al aprovechamiento de las energías renovables.

# 2

**SITUACIÓN  
ENERGÉTICA  
DE LA CO  
DE MADR**

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

# **SITUACIÓN ENERGÉTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID**

*ÉTICA  
OMUNIDAD  
RID*



# SITUACIÓN ENERGÉTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Nuestra Región es netamente consumidora de energía. Sus necesidades energéticas en 2004 superaron los 10,6 Mtep/año, mientras que la producción de energía apenas alcanzó el 3 % del total consumido, que correspondió a las pequeñas centrales hidroeléctricas existentes y a la generación térmica y eléctrica de algunos autoprodutores con sistemas de cogeneración o de utilización de energías renovables.

De los sectores principales de consumo, el que consume más energía es el de los transportes, superando el 50 % de la demanda final de energía de la Comunidad de Madrid. En el año 2004, su consumo superó los 5,4 millones de tep. Si bien, en este sector, se debe tener en cuenta la gran incidencia del denominado "efecto Barajas", que conlleva un enorme gasto de queroseno de aviación. También es destacable que una pequeña parte del consumo del sector es la electricidad, y eso es debido a que hay transportes que la utilizan como fuente para generar el movimiento, como el tren o el Metro.

El segundo gran consumidor es el sector residencial. Las familias madrileñas consumen cerca de 2,6 millones de tep. Si además, se añaden los consumos directos de gasolinas y gasóleo de automoción, la demanda total de combustibles y carburantes se acerca a 4 millones de tep, lo que significa, aproximadamente, el 40 % del consumo final de energía.

Por su parte, la industria de la Comunidad de Madrid consume algo más de 1,2 Mtep, lo que

representa en torno al 12 % del consumo final de energía. Valor lejano de los valores medios nacionales, lo que se explica por la estructura muy diversificada de la demanda regional y la menor presencia de grandes industrias consumidoras o de industrias muy intensivas en energía.

Respecto al sector servicios, el consumo de energía ronda el millón de tep, es decir, un 10 % del consumo final de energía de la Región.

Además, el dinamismo de nuestra actividad económica y social está induciendo aumentos de la demanda de energía superiores al 5 % anual, lo cual si se compara con el crecimiento del PIB regional da lugar a un claro crecimiento de la intensidad energética de la Comunidad, por lo que se hace cada vez más necesario un uso eficiente y responsable de los recursos energéticos.

En consecuencia, recientemente se ha elaborado el Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2004-2012, en el que se incluyen como principales objetivos de la política energética los siguientes:

- Atender a la satisfacción de la demanda energética de nuestra Comunidad, activando iniciativas de generación de energía donde sea posible y deseable.
- Fomentar el ahorro energético y mejorar la eficiencia del sector en sus diversos niveles.



- Promover el uso de los recursos energéticos propios, de origen renovable.

- Velar por los efectos medioambientales que se produzcan en el aprovechamiento de los recursos energéticos.

Cabe destacar, por otra parte, las iniciativas que ha acometido la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica en materia energética, entre las cuales se pueden resaltar las siguientes:

- La creación del Centro de Ahorro y Eficiencia Energética de Madrid, como órgano de estudio para la orientación de la política de ahorro y eficiencia energética en la Comunidad de Madrid.

- El lanzamiento de la campaña **Madridsolar**, con objeto de fomentar la utilización de la energía solar, tanto térmica como fotovoltaica, entre los ciudadanos madrileños.

- Los Convenios firmados con las empresas Iberdrola y Unión Fenosa para mejorar la calidad de las infraestructuras eléctricas de nuestra región e impulsar el enterramiento de líneas aéreas de alta tensión.

- Los estudios de calidad del suministro eléctrico en nuestra región, que han sido elaborados con el objeto de tener un conocimiento más profundo sobre dicha calidad, así como de su variación en función de la

situación geográfica de los municipios y poder adoptar, en su caso, las medidas adecuadas para mejorar las infraestructuras en aquellas zonas en las que las que se considere necesario.

- Las auditorías energéticas que se han llevado a cabo en varios sectores con el fin de identificar puntos de mejora en la eficiencia y el ahorro energéticos.

- Las líneas de subvención de las que dispone la Dirección General de Industria, Energía y Minas, enfocadas tanto a la realización de actuaciones destinadas al fomento del ahorro y la eficiencia energética y a la promoción de las energías renovables, como al enterramiento de líneas aéreas de alta tensión y a la sustitución de antiguos aparatos a gas por otros con mayor eficiencia y menor riesgo para las personas.

En resumen, la Comunidad de Madrid apuesta firmemente por una energía de calidad, disponible a un precio asequible para todos los consumidores a pesar de la importante dependencia del exterior, que sea segura y que utilice, en la medida de lo posible, las fuentes renovables que se encuentran a nuestro alcance en esta región, en la convicción de que el respeto y la conservación del medio ambiente debe ser un pilar básico de nuestra sociedad.

3

**PROYEC  
EMBI**

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

# PROYECTOS EMBLEMÁTICOS

CTOS  
LEMÁTICOS



## 3.1 EDIFICIO DE OFICINAS BIOCLIMÁTICO Y RENOVABLE: "TRASLUZ"



### Edificio Bioclimático Trasluz

**Lugar:** Calle Golfo de Salónica, nº 73

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2004 y 2005

#### Participantes:

- Hoteles e Inmuebles, S.A. (HOINSA)
- Emilio Miguel Mitre y Asociados, S.L. (EMMA)
- Gestión Técnica de Montajes y Construcciones, S.A. (GTM)

#### Descripción

Lo interesante del Edificio Bioclimático Trasluz es que, como edificio de oficinas, responde por un lado a los esquemas normales de mercado en cuanto a calidad de construcción, coste e imagen, y por otro, hace un amplio uso de las energías renovables en su acondicionamiento ambiental interior. Gracias a esto y al diseño bioclimático su explotación es más económica (ya que produce "negawatios hora" o energía convencional no consumida), proporcionando una mayor calidad ambiental interior con menor índice de contaminación.

Esta capacidad de dar una respuesta simultánea y de alta calidad a los requerimientos de confort y coste, tradicionalmente considerados como contradictorios, es lo que ha hecho

que el edificio Trasluz merezca el reconocimiento del comité español del *Green Building Challenge*.

El edificio se distribuye en tres alas de oficinas en torno a un atrio central, definiendo una planta en forma de T. La central, o tronco de la T, tiene ocho plantas de altura mientras que las alas laterales tienen cinco plantas. En total, el edificio Trasluz tiene aproximadamente 7.100 m<sup>2</sup> construidos sobre rasante.

Adicionalmente el edificio tiene dos plantas de aparcamiento subterráneo que ocupan todo el solar y permiten 212 plazas de aparcamiento.

Se han combinado las distintas capacidades de los componentes. Así, por ejemplo, el forjado, del tipo alveolar, además de cumplir su misión estructural, cumple una misión térmica como acumulador y difusor de calor. Los huecos del forjado son utilizados como parte de la conducción del aire de climatización, lo que permite regular la temperatura del techo. Debido a su elevada masa, el forjado se convierte en un acumulador de calor de gran capacidad y en un excelente contenedor de frío.

Destaca también la fachada ventilada, construida con un sistema panelizado de madera y acabado exterior de pizarra. Se consigue un grosor muy reducido, una fachada muy ligera y un altísimo aislamiento térmico. Al ser la madera un material muy poco conductor, se suprimen los puentes térmicos tanto en los bordes de los forjados como en el perímetro de las ventanas. El aislamiento empleado es de lana de roca y se ha colocado, antes de la pizarra, un revestimiento Tyvek impermeable y transpirante.

La fachada se completa con vidrios reflectantes y un conjunto de parasoles de aluminio, fijos en el lado Sur y móviles en dirección Este y Oeste. En la fachada Este los parasoles se encuentran automatizados para seguir la dirección de los rayos solares.

Además de la arquitectura bioclimática, el edificio tiene una instalación de 64 colectores solares térmicos de tubo de vacío Vitosol de Viessmann, con una superficie útil de captación

de 192 m<sup>2</sup>. En invierno, el calor producido en los colectores solares es empleado como aporte básico para calefacción a través de un conjunto de radiadores perimetrales y para la producción de agua caliente sanitaria. En verano, este calor se utiliza como "motor térmico" de un sistema de refrigeración por absorción de la marca Roca York. En ambos casos se dispone de un sistema auxiliar de calderas con gas natural.

En el edificio también se dispone de una instalación solar fotovoltaica formada por 168 módulos BP Solar con una potencia de 20 kWp para la producción de electricidad. En el mes de junio (2005) esta instalación generó aproximadamente 90 kWh diarios, lo que representa un 10 % del consumo del edificio.

Para el ahorro energético, la iluminación de las zonas comunes está automatizada mediante detectores de presencia, células fotoeléctricas y programación horaria. Las salas de oficinas disponen de ventiladores de techo manuales que apoyan en muchas ocasiones a la climatización artificial.

## Resultados

Edificio bioclimático	
Ahorro energético	Previsto 40 %
Parasoles	móviles automatizados y fijos
Vidrios reflectantes	protección de la radiación
Instalación solar térmica	
Nº colectores	64
Superficie de captación	192 m <sup>2</sup>
Instalación solar fotovoltaica	
Nº módulos	168
Potencia total	20 kWp
Resultados	
Emisiones evitadas	51,6 tCO <sub>2</sub> /año
Periodo amortización	10 años

## Beneficios - impactos positivos

El edificio ha sido concebido con criterios de protección del medio ambiente, de forma que permite el desmontaje y la reutilización de un

porcentaje muy elevado de los componentes constructivos.

Se espera que el consumo energético del edificio alcance hasta un 60 % del de un edificio similar de arquitectura convencional, por lo que se produce un ahorro del 40 %. Esto supone, además de un ahorro económico, un beneficio medioambiental, disminuyendo las emisiones de CO<sub>2</sub> en 51,6 toneladas anuales por menor consumo de gas natural y por la producción fotovoltaica.



El Edificio Trasluz cumple la importante misión de divulgación de las energías renovables y el ahorro energético. Además de distintas publicaciones acerca de sus beneficios, se ha repartido un manual a los usuarios de forma que se familiaricen con la utilización del edificio y conseguir así los beneficios para los que ha sido diseñado. En este manual se indican consejos de utilización energéticamente correcta de ventanas, parasoles y ventiladores de techo.

La inversión total es de 8,3 M€ y la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid ha subvencionado esta instalación con un importe total de 148.465 €.

## 3.2 LA BIOMASA CALIENTA EDIFICIOS DE VIVIENDAS



### Instalación de biomasa para calefacción

**Lugar:** Pedro Muguruza, 1

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2002

#### Participantes:

- Calordom S.L.
- Combustibles Cabello S.L.
- Comunidad de vecinos

#### Descripción

En la Comunidad de Madrid, 150 viviendas tienen la calefacción mediante calderas que utilizan como combustible biomasa tipo hueso de aceituna.

Se trata de un combustible natural, ecológico y de origen no fósil. Es una fuente de energía inagotable, sin impacto medioambiental, fácilmente almacenable y de bajo coste.

La primera caldera de biomasa instalada en Madrid y que sustituyó a una de carbón se instaló en el edificio de la Comunidad de Vecinos de la calle Pedro Muguruza, 1.

El suministro de combustible se realiza mensualmente durante los meses de calefacción, aproximadamente desde noviembre hasta abril, por medio de un camión semicisterna de

suministro adaptado para descargar la biomasa de forma segura, rápida y limpia en el silo de almacenaje.

La duración media de la descarga del combustible al silo es de 30-45 minutos.

El consumo de combustible para los meses indicados anteriormente es de 80 t/año de hueso de aceituna.

En las instalaciones más modernas existe un medidor volumétrico en el silo de almacenamiento, de forma que avisa cuando la capacidad de combustible almacenado es inferior a 1/3.

El combustible se transporta mediante un tornillo sinfin desde el silo hasta la tolva, compuesta por motoreductor, tubo espiral incluida boca de entrada y salida.

La combustión se realiza en una caldera LASIAN HKN 280 de 326 kW (fabricada en España) que es de tipo parrilla en cascada y donde el combustible es quemado con el aire inyectado. El rendimiento real de la caldera varía entre 86-91 %.

La temperatura del agua de circulación está regulada y oscila entre 40 °C y 80 °C.

Aproximadamente por cada tonelada de hueso de aceituna quemado se generan 100 g de ceniza, lo que supone para esta instalación unos 2,5 dm<sup>3</sup> al mes que los vecinos utilizan como abono para plantas.



El control de todo el sistema se realiza de forma automática excepto la puesta en marcha y extracción de cenizas.

Mensualmente se realiza una medición de los parámetros de funcionamiento de la instalación (temperaturas, rendimiento y gases).

Además de en Comunidades de propietarios, se han instalado calderas de biomasa en viviendas unifamiliares. La potencia de estas calderas es de unos 60 kW y el coste es de 9.000 €. En este caso se suministra tanto calefacción como agua caliente sanitaria (ACS), por lo que el funcionamiento de la caldera es continuo.

Actualmente se encuentra en fase de proyecto la instalación de 20 nuevas calderas de combustión en afluencia, totalmente automatizadas y con sistema de autolimpieza. El quemador es horizontal y el combustible entra por un lado del quemador y el aire por debajo. La ceniza cae a los lados del quemador y es compactada en forma de ladrillo.

La empresa Calordom, S.L. realiza la instalación, puesta en marcha y mantenimiento de estas instalaciones y la empresa Combustibles Cabello provee el combustible.

Calordom, S.L. ha resultado galardonada en los Premios de Medio Ambiente 2004 de la Comunidad de Madrid.

## Resultados

El uso de biomasa como combustible supone un ciclo neutro en la atmósfera, no contabilizándose las emisiones de CO<sub>2</sub> en su quemado.

<b>Tipo de Combustible</b>	Hueso de Aceituna
<b>PCI</b>	4.500 kcal/h
<b>Características</b>	Inocuo e inodoro
<b>Localización</b>	Sur Ibérico

## Beneficios - impactos positivos

Una de las ventajas de utilizar el hueso de aceituna como combustible es que el calor



suministrado es muy constante y el combustible y la tecnología empleada son autóctonos, además de la imposibilidad de explosión.

Existe un aseguramiento de combustible en nuestro país debido a que la producción y demanda de aceite de oliva, produce este residuo en grandes cantidades durante los meses de diciembre y enero.

Bajo coste de combustible y precios estables, ajenos a cualquier tipo de crisis energética o fluctuaciones en el mercado internacional.

El ahorro energético utilizando este tipo de calderas es de aproximadamente un 30 %. La rentabilidad de la instalación se produce a partir del cuarto año.

La inversión total necesaria para la realización de esta instalación ha sido de 42.071 €, (IVA no incluido) de los cuales el Ayuntamiento de Madrid ha subvencionado el 22 %, es decir, 9.256 €.

## 3.3 MERCADO DE ABASTOS QUE VENDE ENERGÍA ELÉCTRICA



### Instalación solar fotovoltaica de 30 kWp

**Lugar:** Plaza de la Constitución S/N

**Municipio:** Aranjuez

**Fecha de puesta en marcha:** Febrero 2004

#### Participantes:

- Promoción y Gestión de Mercados, S.L.
- TFM
- Aesol

#### Descripción

El Mercado de Abastos de Aranjuez está situado en el centro de esa localidad y es un edificio histórico, de 110 años, que alberga más de 60 comercios tradicionales de diferentes actividades distribuidos en 106 puestos.

Con el avance de las energías renovables, ahora este mercado también vende energía eléctrica.

En una zona de terraza interior, para no producir impacto visual, se ha instalado un sistema fotovoltaico a lo largo del 2004. Es similar a una pequeña central de producción de energía eléctrica, que inyecta toda la electricidad producida a la red de baja tensión de la compañía de distribución.

El generador fotovoltaico, que consta de 216 módulos de 140 Wp cada uno, está colocado sobre la cubierta del mercado. Está formado por

cuatro subcampos de 45 módulos, 9 módulos en serie y cinco series conectadas en paralelo. El subcampo cinco está compuesto por 36 módulos conectados 9 módulos en serie y 4 series en paralelo.

Los campos fotovoltaicos están instalados sobre la estructura y con una inclinación de 30° sobre la horizontal.

El campo fotovoltaico está formado por módulos de Atersa A-140 instalados en soporte cuya estructura se compone de perfiles y carriles de acero galvanizado con piezas para anclaje de la estructura sobre la cubierta y piezas omega para sujeción de módulos.

Se ha aprovechado la propia inclinación de los tejados para los paneles.

Los cinco inversores están instalados en el interior de mercado, encima de cuatro de los puestos.



Se han utilizado inversores, modelo Ingecom 5, para transformar la corriente continua (DC) producida por los paneles en alterna (AC), que es enviada a la red eléctrica.

La instalación ha sido realizada por las empresas Aesol y TFM Energía Solar, que pueden realizar el seguimiento y controlar la instalación mediante un sistema de telegestión.

#### Resultados

Instalación Solar Fotovoltaica	
Nº de módulos	216
Potencia Total	30,40 kWp
Energía Generada	38.000 kWh/año
Emisiones Evitadas	32,7 tCO <sub>2</sub> /año



Realmente es difícil ver los módulos fotovoltaicos desde el interior del mercado, lo que es positivo para no alterar la estructura del edificio, pero a la vez los clientes no conocen la existencia ni los beneficios del sistema solar instalado.

Por este motivo, se proyecta realizar un sistema de monitorización y control de la instalación que permita visualizar, mediante pantallas colocadas estratégicamente en el propio mercado, los parámetros fundamentales de la instalación: energía producida, potencia instantánea, temperatura, etc., que podrán ser visualizadas en tiempo real.

Está previsto también el acceso a estos parámetros a través de Internet.

### **Beneficios - impactos positivos**

La planta solar se ha instalado de forma que no produzca ningún impacto visual, dado el carácter histórico del edificio. Se encuentra en una zona de terraza interior que sólo es visible a través de vista aérea.

Ocupa cerca de 400 m<sup>2</sup>, con una potencia total instalada de 30,4 kW. Producirá anualmente más de 38.000 kWh, lo que equivale a aproximadamente un tercio del

consumo energético del mercado en términos económicos.

Desde febrero hasta junio de 2005 se vendieron a la red 16.000 kWh, aproximadamente.

Se ha estimado que los ingresos anuales por producción de electricidad serán de 16.520 € y una deducción del 10 % de la inversión en el impuesto de sociedades, 14.269 €.

A los 25 años la instalación habrá generado unos beneficios de 350.000 € y continuará generando ingresos durante toda su vida.

El periodo de amortización de la inversión realizada es de 8-10 años.

Además, la instalación se ha beneficiado de un crédito (Euribor + 1-3 %) a 7 años por el 70 % de la inversión.

---

El coste de la instalación ha sido de 211.680 €, y la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid ha subvencionado aproximadamente el 40 % de la inversión subvencionable, 90.720 €. El resto ha sido financiado a través de Avalmadrid, S.G.R.

---

## 3.4 HOTEL DE MADRID INTEGRA INSTALACIÓN SOLAR EN SU ARQUITECTURA



### Instalación solar para la producción de agua caliente sanitaria en el hotel Husa Princesa de Madrid

**Lugar:** Hotel Husa Princesa

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** Mayo 2004

#### Participantes:

- Hostelería Unida, S.A. - Hotel Husa Princesa
- Metrovacesa
- Endesa Ingeniería de Telecomunicaciones, S.A.

#### Descripción

El uso de las energías renovables no está reñido con el estilo moderno y el confort. Los clientes del Hotel Husa Princesa, un espacioso Hotel de estilo moderno, situado en el corazón de Madrid, pueden disfrutar de la calidad en el suministro de agua caliente sanitaria proporcionada por la energía solar.

Destaca el trabajo de diseño e ingeniería realizado, que ha conjugado la optimización de los espacios disponibles para la ubicación de los paneles solares.

Mediante una instalación de energía solar térmica en la cubierta superior, el Hotel cubre entre el 30 % y el 40 % de las necesidades totales de ACS en las distintas dependencias

(275 habitaciones, bares, zonas nobles, etc.), aunque la instalación cubrió en mayo de 2005 el 64 % de las necesidades de ACS, teniendo en cuenta que el consumo medio es 1.100 m<sup>3</sup>/mes y la temperatura media de acumulación del agua es de 45° con un volumen total de 42.000 l.

Como sistema auxiliar de energía convencional de apoyo se mantienen las tres calderas Sadeca - Eurobloc 2000 de gasóleo C que ya existían en el edificio, con una potencia calorífica individual de 2 Gcal/h.

La instalación está compuesta por 109 colectores solares planos de la marca Viessmann (Vitosol 100), con una superficie útil de captación total de 272,5 m<sup>2</sup>, y tres depósitos de acumulación de 7.000 l cada uno.

Los paneles solares están orientados al Sur geográfico y tienen una inclinación de 40° respecto a la horizontal. Esta inclinación permite equilibrar el aporte solar durante todo el año, ya que las necesidades de consumo son idénticas en verano y en invierno.

La instalación se controla automáticamente mediante un sistema de telemonitorización que, con su correspondiente *software*, controla el arranque y parada de las electro bombas en función de limitaciones de temperatura



máxima y mínima. Dicho sistema dispone, además, de un control de alarmas, así como de una aplicación estadística para contabilizar los aportes energéticos, tanto de la instalación solar como de la convencional.

Finalmente, se realiza un tratamiento de sobrecalentamiento a 60 °C en los depósitos terminales (2 x 3000 litros) de acuerdo con los protocolos de prevención de legionela (R.D. 865/2003 Prevención y control de la legionelosis).

## Resultados

Instalación Solar Térmica	
Nº de Colectores	109
Superficie útil de captación	272,5 m <sup>2</sup>
Volumen de acumulación	21.000 litros
Aporte solar anual	100.000 termias
Ahorro Energético	30 % - 40 %

Según los cálculos energéticos, para calentar el ACS del hotel se necesitan 469.093 termias anuales, de las cuales 100.000 termias son aportadas gracias a la instalación de 272,5 m<sup>2</sup> de los colectores solares.

## Beneficios - impactos positivos

La implantación de un sistema de energía solar supone en primer término un sustancial ahorro económico como consecuencia de la sustitución de una fuente de energía convencional. En el caso del Hotel Husa Princesa, tomando como precio del gasóleo C 0,45 €/l, el ahorro aproximado es de 28.575 € anuales.

Sin embargo, el mayor interés añadido de este tipo de instalaciones es el beneficio medioambiental que suponen. En este sentido, se dejan de emitir a la atmósfera aproximadamente 50 tCO<sub>2</sub> anuales.

Las actuaciones llevadas a cabo por este hotel suponen un importante beneficio en lo que a divulgación de la energía solar se refiere, ya que el gran número de visitantes anuales que recibe pueden comprobar que la



energía solar térmica mantiene el mismo nivel de confort en el suministro de agua caliente sanitaria que las instalaciones convencionales.

El hotel está comprometido con la Calidad y el respeto al Medio Ambiente, contando desde el 2001 con los certificados de Calidad (ISO-9001) y de Gestión Medioambiental (ISO-14001), realizando una completa evaluación de sus aspectos e impactos ambientales, recomendando a sus clientes y empleados la correcta utilización de los recursos naturales: electricidad, agua, etc.

Además de diversos sistemas de ahorro energético, las habitaciones del hotel disponen de tarjeta magnética. Al entrar el cliente en su habitación se pone en funcionamiento el sistema de iluminación y aire acondicionado. Cuando el cliente sale de la estancia y retira la tarjeta magnética se desconecta automáticamente el sistema de iluminación, manteniéndose la climatización a temperatura de confort.

El periodo de amortización de la instalación solar térmica se estima entre 4 y 5 años.

La inversión total necesaria para la realización de esta instalación ha sido de 215.708 €, de los cuales la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid ha subvencionado 98.100 €.

## 3.5 IFEMA APUESTA POR LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA



### Instalación de energía solar fotovoltaica en IFEMA

**Lugar:** IFEMA (Institución Ferial de Madrid)  
Parque Ferial Juan Carlos I

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2003

### Participantes:

- IFEMA, Institución Ferial de Madrid
- SUMSOL Suministros Solares, S.L.

### Descripción

La Institución Ferial de Madrid inauguró en febrero de 2003 una instalación solar fotovoltaica.

La planta fotovoltaica integra avanzados sistemas de control y cuenta con un sistema de monitorización global que permite visualizar el rendimiento instantáneo y acumulado de la generación eléctrica, accesible al público mediante un punto de información.

La instalación se ubica en las taquillas de la puerta sur y está formada por 36 módulos de silicio monocristalino de alto rendimiento dispuestos en dos ramas en paralelo de 18 módulos en serie. Los módulos solares cuentan con una potencia unitaria de 159 Wp. La energía útil generada, que se estima en más de 8.100 kWh anuales, se consume en las propias instalaciones de IFEMA.

La instalación fotovoltaica ha sido llevada a cabo por la empresa SUMSOL que ha instalado también un sistema de monitorización de la instalación a través de un PC, que se utiliza para la presentación de los principales parámetros de la instalación: energía de generación total acumulada desde el año de instalación, potencia instantánea, tensión e intensidad de los módulos y de alterna en la pantalla del panel divulgativo.

La inclinación del sistema fotovoltaico es de 30° y una orientación de 180°. En esta instalación la inclinación y orientación son las óptimas.

La estructura soporte de los módulos está instalada sobre una marquesina ya existente con techo de cristal. Está realizada en acero con un acabado similar al de la estructura metálica de la marquesina, de forma que ambas estructuras se integran perfectamente.

La potencia útil que permite alcanzar la instalación fotovoltaica es de 5 kW.

Además, se han utilizado dos convertidores modelo SWR de conexión con red Sunny Boy de 2,5 kW.





La potencia demandada por IFEMA varía en gran medida a lo largo del año, desde 2 MW de consumo en valle, hasta 35 MW de consumo en pico, coincidente con las ferias que se organizan en las instalaciones.

Además del objetivo anterior, la finalidad principal de esta instalación, que es visible por los más de cuatro millones de visitantes de las ferias organizadas a lo largo de cada año, radica en su carácter divulgativo y ejemplarizante y de apuesta decidida de IFEMA, la Comunidad de Madrid y el Ayuntamiento de Madrid por las energías renovables.

El mismo año de construcción del IFEMA se instaló un sistema de cogeneración para generar electricidad y calor, como apoyo a un sistema convencional de gas natural para agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción.

## Resultados

Instalación Solar Fotovoltaica	
Nº de módulos	36
Superficie	45,68 m <sup>2</sup>
Modelo	I-159/12
Potencia Total	5 kWp
Energía Generada	8.100 kWh/año

## Beneficios - impactos positivos

La instalación solar fotovoltaica, además de suponer un ahorro económico como consecuencia de la disminución del consumo energético, evita la emisión a la atmósfera de contaminantes al sustituir la generación de energía mediante métodos convencionales, por una energía limpia procedente del Sol.

Así, la instalación evita la emisión de 4.872 kg de CO<sub>2</sub>, 11 kg de SO<sub>2</sub> y 13 kg de NO<sub>x</sub> anuales, lo que contribuye al cuidado del medioambiente.

El ahorro energético es de 8.100 kWh anuales de consumo eléctrico de las propias instalaciones de IFEMA.

Se estima un periodo de amortización de la instalación fotovoltaica de 12 años.

Sin embargo, el principal beneficio de la instalación es la función divulgativa y de concienciación en el uso de las energías renovables de los visitantes que acuden a las distintas ferias organizadas.

La inversión para la realización de la instalación ha sido de 24.000 € de los que el 60 %, 16.800 €, han sido subvencionados por la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid.

## 3.6 ENERGÍAS RENOVABLES IMPLANTADAS EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE LA COMUNIDAD DE MADRID



### Instalaciones de energía solar en las Estaciones de Servicio de la Comunidad de Madrid

**Lugar:** Comunidad de Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** desde 2002

#### Participantes:

- Asociación de Empresarios de Estaciones de Servicio de la Comunidad de Madrid
- Empresas instaladoras de energía solar

#### Descripción

En la Comunidad de Madrid existen más de 500 Estaciones de Servicio que han entrado a formar parte del entramado de la ciudad y del propio paisaje urbano.

En virtud del Convenio General de Colaboración entre la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica y la Asociación de Empresarios de Estaciones de Servicio de la Comunidad de Madrid para el desarrollo de iniciativas en Materia de Energías Renovables y Ahorro y Eficiencia Energética, se han instalado, en una primera fase, plantas solares fotovoltaicas en 51 Estaciones de Servicio, instalaciones que se encuentran ya en funcionamiento. Estas instalaciones proporcionan

suministro eléctrico a las Estaciones de Servicio y vierten la energía sobrante a la red de distribución.

La cuantía total de las inversiones se estima en más de 2 M€, que se han cubierto parcialmente con subvenciones de la Consejería, con cargo al Programa de Fomento de las Energías Renovables y del Ahorro y la Eficiencia Energética.

Actualmente, en una segunda fase se está trabajando sobre 48 nuevos proyectos en otras tantas gasolineras. En fases posteriores se extenderán estas actuaciones a nuevas estaciones de servicio, especialmente las ubicadas en zonas urbanas.

La mayor parte de las instalaciones fotovoltaicas son modulares, al objeto de abaratar los costes. Están constituidas por 50 paneles solares. Cada instalación tiene una potencia nominal de 5 kW y producen aproximadamente 7.000 kWh anuales que son vendidos al inyectarse a la red eléctrica.

Estos campos solares ocupan una superficie de casi 50 metros cuadrados. Normalmente se montan sobre las cubiertas de las oficinas y establecimientos comerciales con los que cuentan las gasolineras. En algunos casos se montan también sobre las propias marquesinas de las Estaciones de Servicio.

La empresa Agrasolar ha desarrollado 46 instalaciones fotovoltaicas con las siguientes características:

	Primera Fase	Segunda Fase
Nº de Instalaciones	30	16
Módulo	Isofotón I106	BP-7.180
Inversor	Sunny Boy y Solete 2.500	Fronius 16-30
Potencia	Wp:256,92 kW W nominal: 230 kW	
Generación	5.500 kW/año	9.500 kW/año
Superficie	2.300 m <sup>2</sup>	
CO <sub>2</sub>	334,12 kg	
SO <sub>x</sub>	931,35 kg	
NO <sub>x</sub>	529,39 kg	

Los periodos de amortización de las instalaciones fotovoltaicas varían entre 16 y 10 años las de la primera y segunda fase, respectivamente.

Enerpal, S.L. ha realizado el proyecto, diseño e instalación de los módulos solares y equipos auxiliares de varias Estaciones de Servicio. Un ejemplo de estas actuaciones son las instalaciones llevadas a cabo en la E.S. Fuentelareina, S.A. en Aranjuez y en la E.S. Getafe, S.L.

En la E.S. Fuentelareina se instaló en una primera fase un generador fotovoltaico conectado a red, formado por 50 módulos solares de la marca Isofotón I-106, con un área total de captación de 64 m<sup>2</sup> y una potencia de 5 kW. Posteriormente, se ha realizado una ampliación con 36 módulos solares de la marca Isofotón I-159, con un área total de captación de 46 m<sup>2</sup> y una potencia de 5 kW. La instalación global, con una potencia total de 10 kW, está colocada sobre la marquesina de la gasolinera sobre una estructura de acero galvanizado en caliente. Tiene una orientación sur y una inclinación de 35° sobre la horizontal. El sistema solar genera una energía total de 15.694,68 kWh anuales.

La instalación solar fotovoltaica de la E.S. Getafe S.L. se ha realizado también en dos fases. Cada una de las mismas está formada por 50 módulos marca Isofotón I-106, con un área de 43 m<sup>2</sup> y una potencia de 5 kW. La potencia total del generador fotovoltaico es, por tanto, de 10 kW.

## Resultados

<b>E.S. Fuentelareina S.A.</b>	
Nº de módulos	86
Superficie	110 m <sup>2</sup>
Potencia Total	10 kWp
Energía Generada	15.694 kWh/año
<b>E.S. Getafe s.l.</b>	
Nº de módulos	100
Superficie	86 m <sup>2</sup>
Potencia Total	10 kWp
Energía Generada	12.270 kWh/año



Además de estas instalaciones, Enerpal ha desarrollado la E.S. de Manzanares.

## Beneficios - impactos positivos

La promoción de la utilización de energías renovables en estas instalaciones tiene un importante carácter demostrativo por tratarse de centros de suministro de combustibles convencionales y de gran afluencia de público.

La implantación de sistemas solares fotovoltaicos, además del ahorro económico, supone importantes beneficios para el medioambiente, ya que dejan de emitirse cantidades importantes de gases de efecto invernadero y causantes de la lluvia ácida.

	<b>Gases evitados</b>	
	CO <sub>2</sub> (t)	SO <sub>x</sub> (kg)
E.S. Fuentelareina	16,67	46,71
E.S. Getafe	14,66	41,06

La inversión necesaria para la instalación de la E.S. Fuentelareina ha sido de 78.498 € de los cuales la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid ha subvencionado 33.072 €. En el caso de la E.S. Getafe la inversión necesaria ha sido de 78.156 €, y la subvención ha ascendido a 44.520 €.

## 3.7 COMBUSTIBLE ECOLÓGICO PARA LOS AUTOBUSES PÚBLICOS



### Planta de producción de biodiesel en Alcalá de Henares

**Lugar:** Polígono Industrial La Garena

**Municipio:** Alcalá de Henares

**Fecha de puesta en marcha:** Enero 2004

#### Participantes:

- IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
- Universidad Complutense de Madrid
- Ayuntamiento de Alcalá de Henares

#### Descripción

La planta prototipo de Alcalá de Henares emplea por primera vez tecnología de origen nacional, desarrollada por la Universidad Complutense de Madrid, para transformar aceites vegetales en biodiesel y otros subproductos valorizables: glicerina, ácidos grasos y fertilizante.

La construcción y desarrollo de la planta ha sido liderado por el IDAE, con el apoyo financiero de la Comunidad de Madrid, a través del programa de Promoción de Energías Renovables, y el Ministerio de Ciencia y Tecnología, mediante la convocatoria del programa PROFIT. También ha colaborado el Ayuntamiento de Alcalá de Henares, cediendo la parcela correspondiente. La Universidad Complutense ha aportado la

tecnología y el personal técnico y de operación durante la etapa de puesta en marcha de las instalaciones.

Desde Marzo del 2005 el IDAE opera la planta.

La capacidad de producción es de 5.000 t de biodiesel anuales a partir de aceites vegetales con un rendimiento del 98 %.

Esto supone que, aproximadamente, se podrían ahorrar 4.500 toneladas equivalentes de petróleo. Actualmente la planta se encuentra en el periodo de optimización y ajuste de los parámetros, en este periodo la capacidad de fabricación es de 1.500 t de biodiesel anuales.

El proceso productivo comienza con el filtrado del aceite de partida, tras el cual, se realiza la etapa de transesterificación, en la cual a partir de metanol e hidróxido potásico se obtiene éster metílico, componente principal del biodiesel. La planta dispone de dos reactores para realizar esta etapa, de forma que se puede trabajar en serie y en paralelo.

Una vez eliminada la fase de glicerina que acompaña al éster metílico en el proceso de reacción, se adiciona agua en pequeñas cantidades. Tras el secado del producto se obtiene biodiesel de alta calidad. Por otro lado, de la glicerina tratada con ácido sulfúrico se obtienen glicerina, ácidos grasos y sulfato potásico, que estarán dispuestos para su uso una vez se eliminen el agua y el metanol residual.



Por motivos económicos y medioambientales, todas las corrientes líquidas y de vapor del proceso que contienen metanol son conducidas a una columna de destilación para recuperar el disolvente.

Las aguas del proceso que han estado en contacto con las corrientes de metiléster, son depuradas de forma previa para eliminar cualquier arrastre de sustancias grasas.

La planta se ha diseñado de manera compacta, con dos tanques de aceites usados de 150 m<sup>3</sup>, un tanque de metanol de 35 m<sup>3</sup>, dos tanques de glicerina de 35 m<sup>3</sup> y dos tanques de biodiesel de 100 m<sup>3</sup>. También se ha instalado un aljibe de agua enterrado de 350 m<sup>3</sup>, necesario para el sistema de protección contra incendios.

Este biodiesel se utiliza, mezclado con gasóleo, como combustible en autobuses públicos de transporte de pasajeros de Alcalá de Henares y Madrid.

Para mantener el compromiso con el medioambiente y el ahorro energético, la planta emplea colectores solares térmicos para producir agua caliente sanitaria y agua para calefacción.

## Resultados

La planta se encuentra en una fase piloto intentando optimizar el producto final, por lo que todavía no se obtienen resultados finales.

Planta de Producción de Biodiesel	
Producción Biodiesel etapa de optimización (actual)	1.500 t/año
Producción Biodiesel etapa de explotación (capacidad de planta)	5.000 t/año
Rendimiento	98 %

## Beneficios - impactos positivos

La utilización de biodiesel en el transporte en lugar del diesel convencional tiene numerosas ventajas medioambientales. Por un lado, la práctica ausencia de azufre y sus derivados y de cloro.



Por otro lado, la emisión neutra de CO<sub>2</sub> debido al origen vegetal del combustible, por lo que se estima una reducción de emisiones a la atmósfera de más de 13.800 t CO<sub>2</sub>/año respecto al diesel convencional. Además, se trata de un combustible biodegradable.

Únicamente con la incorporación de un 30 % de biodiesel en el diesel mineral se consigue una reducción de las emisiones de monóxido de carbono en un 8 % y de hidrocarburos inquemados en un 12 %, así como una reducción en la opacidad de humos del 19 %.

Con la producción a pleno rendimiento se obtendrían unas 5.000 t de biodiesel, 620 t de glicerina, 215 t de ácidos grasos y 170 t de fertilizantes.

Esta instalación prototipo se considera un punto de partida para el desarrollo de una industria nacional de producción de biodiesel.

La inversión total realizada por el IDAE para la construcción y puesta en marcha de la planta ha sido de 4,8 M€.

La Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid ha subvencionado esta planta por un importe total de 300.000 €.

## 3.8 RECICLAJE DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS Y GENERACIÓN ELÉCTRICA CON PANELES FOTOVOLTAICOS



### Planta de reciclaje de aparatos electrónicos en Campo Real

**Lugar:** Parque Empresarial Borondo

**Municipio:** Campo Real

**Fecha de puesta en marcha:** Marzo 2004

#### Participantes:

- Recytel, Reciclaje de Equipos Electrónicos
- Isofotón

#### Descripción

La empresa RECYTEL ha construido en Campo Real una instalación industrial pionera en la Comunidad de Madrid para el reciclaje de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), tales como ordenadores, teléfonos móviles, electrodomésticos, etc.

Está ubicada en Campo Real y se dedica al reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Este tipo de residuos provoca importantes problemas medioambientales, ya que en gran medida se envían actualmente a vertederos, lo que origina que buena parte de los agentes contaminantes que se encuentran en el flujo de los residuos urbanos proceda de estos aparatos.

Esta planta fue inaugurada en marzo de 2004 por la Presidenta de la Comunidad de Madrid. Ha contado con apoyo de IMADE para su implantación.

La planta está construida sobre un terreno de 2,5 ha y tiene una capacidad de tratamiento

de 30.000 t de RAEE anuales. Se trata de una instalación integrada capaz de recibir, clasificar, descontaminar, tratar y depurar los residuos que serán trasladados desde los "Puntos Limpios", desde las propias industrias fabricantes, como Siemens, IBM, etc., las empresas usuarias, como Telefónica, Iberia, etc., y las empresas gestoras de residuos.

Después de su tratamiento, Recytel clasifica y genera por separado los materiales (cables, baterías, plásticos o metales) para su reutilización.

El proceso productivo innovador de esta planta permite obtener materias primas secundarias como aluminio, cobre, hierro y plásticos con altos niveles de pureza.

Gracias a este proceso se puede recuperar el 80 % de los materiales de los aparatos reciclados, economizándose recursos naturales y ahorrando energía.

La protección del Medio Ambiente se completa con una instalación fotovoltaica que permite la producción de energía eléctrica.

La planta, pionera en España, incorpora en su arquitectura 476 paneles solares fotovoltaicos, con una potencia de 50,46 kWp (50 kW). Los módulos fotovoltaicos se encuentran perfectamente integrados arquitectónicamente en el techo del muelle de carga con un soporte de hormigón y acero galvanizado.

#### Resultados

Instalación Solar Fotovoltaica	
Nº de módulos	476
Potencia Total	50 kWp
Energía Generada	57.644 kWh/año

#### Beneficios - impactos positivos

La Directiva de la Unión Europea para el Reciclaje de Equipos Electrónicos y Eléctricos fija como objetivo para el año 2005 llegar a reciclar 6 kg per-cápita anuales. La planta de reciclaje de Campo Real, con una capacidad de tratamiento máxima de 31,6 Mt/año, trabajando a tres turnos completos, podrá llegar a



cubrir por sí sola el objetivo de la Unión Europea para la Comunidad de Madrid.

El reciclaje de estos residuos peligrosos supone un ahorro de energía, una importante disminución de la contaminación y la optimización de los recursos naturales empleados en los procesos de fabricación de equipos eléctricos y electrónicos. Por otro lado, se evita el traslado de estos residuos a los vertederos convencionales, disminuyendo de este modo la contaminación de los suelos y la emisión de contaminantes a la atmósfera.

La instalación fotovoltaica, por su parte, produce aproximadamente el 25 % de la facturación eléctrica, con el consecuente ahorro económico. Recytel vende la energía producida por la planta a Unión Fenosa. Esta energía está primada y su precio de venta es de 0,41 €/kWh.



La energía solar fotovoltaica presenta también beneficios medioambientales. Este sistema evita la emisión a la atmósfera de 60,64 toneladas anuales de CO<sub>2</sub> y 169,64 kg de SO<sub>x</sub> anuales.

Desde su inauguración, la planta ha sido galardonada con tres premios: Premio Autelsi al Proyecto para el cuidado y protección del Medio Ambiente en Noviembre del 2004; Premio Actualidad Económica a la empresa más innovadora en Diciembre de 2004; y Premio de la Comunidad de Madrid a la Mejora del Medio Ambiente en Enero de 2005.

La Consejería de Economía e Innovación Tecnológica otorgó a Recytel una subvención de 946.593 €, cifra que supone algo menos del 10 por ciento de la inversión realizada por la empresa, que asciende a 10,5 M€.

---

A esta ayuda hay que sumar la concedida a través de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, que ha subvencionado con 100.000 € la instalación del sistema de energía solar con que cuenta la nueva planta de Recytel y cuya inversión ha sido de 315.000 €

---

## 3.9 LA PRIMERA "GASOLINERA" DE HIDRÓGENO



### Estación de Servicio de Hidrógeno

**Lugar:** EMT-Fuencarral.  
Calle de Mauricio Legendre nº 40

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 28 abril 2003

#### Participantes:

- EMT, Empresa Municipal Transportes
- Gas Natural
- Repsol YPF
- Air-Liquide
- Unión Europea

#### Descripción

El Grupo H2, formado por Air Liquide España, Gas Natural SDG y Repsol YPF, junto con la Empresa Municipal de Transportes de Madrid (EMT), ha inaugurado la primera estación de servicio de hidrógeno de España, en la que repostan los autobuses alimentados con hidrógeno que circulan por Madrid desde mayo de 2003 hasta septiembre de 2005.

Se trata de la primera estación de estas características que opera en la Unión Europea y la

tercera en el ámbito mundial en la que el hidrógeno se produce en la propia estación mediante transformación de gas natural.

La Estación de Servicio, que ocupa una superficie de 1.100 m<sup>2</sup>, está situada en las cocheras de Fuencarral de la EMT.

Se compone de los siguientes equipos:

- **Fuente de hidrógeno:** se combina una producción de hidrógeno "in situ" a través de un reformador de gas natural (*steam reformer*), junto con un transporte de hidrógeno en semirremolques.
- **Almacenamiento de hidrógeno** a 200 bar (depósitos intermedios) en botellas.
- **Compresor de hidrógeno** para alcanzar una presión de llenado de 350 bar. El compresor empleado es de membranas de doble etapa.
- **Surtidor de hidrógeno.**
- **Sistema de seguridad** y de regulación automática de la Estación.

La pila instalada en cada uno de los tres autobuses es de tipo polimérico Mark 900 de la empresa líder canadiense Ballard, en cuyo proyecto de participación DaimlerChrysler supone casi una cuarta parte de la totalidad. La potencia de la pila es de 105 kW y su duración aproximada de 2200 h. El funcionamiento de una celda de combustible se basa principalmente en una transformación de energía química en energía eléctrica. Esta transformación tiene un rendimiento del 60 %.

Cada recarga suministra al autobús 1500 litros normales de hidrógeno a una velocidad de 3,2 kg/minuto, con cada recarga se recorren entre 150 km y 170 km con lo que son necesarias 3 recargas al día.

Esta iniciativa se inscribe dentro de los proyectos europeos CITYCELL y CUTE (*Clean Urban Transport for Europe*) cuyo objetivo es demostrar la viabilidad y las ventajas del hidrógeno como combustible para el transporte público urbano.

Este proyecto se está realizando en varias ciudades europeas empleando distintos métodos para obtener el hidrógeno (electrólisis del agua mediante energías renovables, reformado con vapor de gas natural, etc.).



El proyecto CITYCELL consiste en el desarrollo de un autobús urbano de tecnología híbrida propulsado con pila de combustible, para la ciudad de Madrid, enmarcándose dentro del programa PROFIT, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Es el primer autobús urbano híbrido con Pila de combustible que se homologa no sólo en España, sino en Europa. El proyecto ha terminado este año, por lo que el autobús no está ahora en funcionamiento.

El proyecto CUTE se desarrolla en nueve ciudades europeas (27 autobuses prototipos), siendo Madrid la primera de la Unión Europea en la que circulan autobuses ecológicos equipados con un sistema de pila de combustible alimentada con hidrógeno que no produce emisiones contaminantes. En Madrid circulan dos autobuses que realizan las líneas números 52, 133 y 44 con el proyecto de demostración CUTE.

Los autobuses son Mercedes-Benz Citaro y encima del techo tienen provistas dos pilas de combustible y nueve botellas de hidrógeno con una capacidad de 1.845 litros lo que equivale a 40 kg.

## Resultados

- **Madrid** es la primera ciudad europea que dispone de una planta donde se produce y suministra hidrógeno para automoción.
- **Instalación y funcionamiento** de la primera planta de hidrógeno para autobuses públicos.

## Beneficios - impactos positivos

Esta estación constituye una importante contribución hacia la movilidad limpia y sostenible. Los autobuses eléctricos con pila de combustible alimentada con hidrógeno ayudan a la reducción de las emisiones contaminantes a la atmósfera, por una parte el subproducto que se genera es vapor de agua y por otra parte la contaminación acústica se reduce sensiblemente (los autobuses convencionales de gasoil producen más ruido que los de hidrógeno).

Ahora el impulso es necesario hacia el sector de fabricación de este tipo de autobuses que en España no existe. La fabricación de estos autobuses debe realizarse bajo "pedido" con lo que su compra resulta muy costosa.

Un autobús de gas natural cuesta entre un 15 y un 20 % más que uno de gasoil, mientras que uno alimentado con hidrógeno cuesta alrededor de 5 veces más, puesto que es un prototipo.



La inversión total de la planta es de 1,8 M€ aproximadamente. La EMT aporta el 29 % y el 64 % corresponde al consorcio formado por las empresas españolas Gas Natural, Repsol YPF y Air Liquide, que apoyan la iniciativa y ponen a disposición de la EMT (en sus propias instalaciones) esta planta de fabricación, compresión y repostado de hidrógeno a alta presión. El 7 % restante lo aporta la Unión Europea.

## 3.10 EDIFICIO INTELIGENTE CON SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED



### **Instalación solar fotovoltaica conectada a red en la sede Euroconsult, S.A.**

**Lugar:** Av. Camino de lo Cortao, 17

**Municipio:** San Sebastián de los Reyes

**Fecha de puesta en marcha:** Junio 2002

#### **Participantes:**

- Tubline Ibérica, S.A.
- BP Solar España, S.A.

#### **Descripción**

La sede del Grupo Euroconsult en Madrid, de 3.600 m<sup>2</sup>, se proyectó con el objetivo de combinar el diseño y la habitabilidad con el respeto por el medioambiente. Para conseguirlo se han integrado diferentes tecnologías: un campo de paneles fotovoltaicos, un sistema automático de regulación inteligente de la iluminación y el control domótico de todos los servicios del edificio como, por ejemplo, la climatización.

Entre los objetivos del Grupo Euroconsult se pretende incluir el edificio en el registro de Instalaciones de Producción en Régimen Especial, disminuir la dependencia energética con respecto a la suministrada por la red eléc-

trica y servir como instalación para la divulgación de las energías renovables como una alternativa real, funcional y rentable.

El campo de paneles fotovoltaicos ocupa una superficie de 294 m<sup>2</sup> y está compuesto por 474 paneles solares de 85 Wp, con una potencia total de 40,29 kW.

Se han utilizado módulos de la gama Saturno, de alta eficiencia, modelo BP-585. Cada módulo está formado por 36 células fotovoltaicas de silicio monocristalino, colocadas en serie. La intensidad producida por cada módulo varía con la intensidad de la luz solar. La potencia pico del módulo varía entre 80 y 85 Wp.

Cada cadena de módulos produce corriente continua, que se convierte en corriente alterna mediante un inversor, Sunny Boy 1.100 ó 3000. Las salidas del inversor están conectadas a través de una caja de conexión a un cuadro de distribución y protección de corriente alterna del sistema fotovoltaico.

Como la salida de un sistema fotovoltaico depende de la intensidad de la luz solar, la cual a su vez varía con las estaciones del año, con la hora del día y con las condiciones climatológicas locales, la potencia instantánea suministrada por el sistema variará continuamente desde cero durante la noche a una potencia máxima que depende de la insolación local mínima.



Los paneles fotovoltaicos, con 15° de inclinación y orientados al sur, están situados en la pérgola del edificio y la estructura de soporte es de acero galvanizado.

El diseño está pensado para que el propio sistema dé sombra al edificio actuando de parasol.

El sistema fotovoltaico ha suministrado 55.170 kWh/año.

Se estima una producción de energía anual desde 48.900 kWh/año, pudiendo variar de 1.426 kWh/año en diciembre a 7.600 kWh/año en Agosto del año 2004.

En el mismo hall de entrada el visitante comprueba en un panel informativo la eficacia de la energía solar, donde se pueden leer diferentes indicadores que muestran la potencia generada en ese momento, la energía solar acumulada, la energía solar diaria y la radiación instantánea.

Una de las innovaciones reseñables es la regulación de la iluminación de este edificio puntero que cuenta con un sistema de línea bus de control para toda la construcción denominado Instabus-EIB de Berker, lo que permite regular la iluminación dependiendo de la luz solar externa manteniendo constante el nivel lumínico solicitado, lo que está suponiendo un ahorro de energía del 60 % frente a otros sistemas.

La climatización está también regulada de forma inteligente mediante domótica y automatismos, lo que garantiza el máximo confort ahorrando energía y respetando el medioambiente.

## Resultados

Instalación Solar Fotovoltaica	
Nº de módulos	474
Potencia Total	40,29 kWp
Energía Generada	55.170 kWh/año
Emisiones Evitadas	47,44 tCO <sub>2</sub> /año



## Beneficios - impactos positivos

Se ha diseñado y construido el edificio buscando la sostenibilidad y la armonía entre el desarrollo y la naturaleza. Así, todo el diseño del edificio ha sido concebido para conseguir el menor impacto posible.

Esta instalación permite evitar la emisión a la atmósfera de 47,44 toneladas de CO<sub>2</sub> cada año y conseguir un equilibrio económico entre energía producida y energía consumida en el edificio por compensación de las tarifas eléctricas.

La producción acumulada desde su puesta en marcha es de más de 130.000 kWh.

Los paneles fotovoltaicos producen anualmente un 2,24 % del consumo total del edificio.

El periodo de amortización de la instalación se estima en 7 años, aproximadamente.

La instalación ha supuesto una inversión de 281.664 € con las subvenciones de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid (100.000 €) y del IDAE (40.924 €).

## 3.11 EDIFICIO SOSTENIBLE "GREEN BUILDING" DE SANITAS



### Edificio Bioclimático

**Lugar:** Calle Ribera del Loira, 52

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** Septiembre 2003

### Participantes:

- BP Solar España
- Sanitas, S.A.
- Redes y Tendidos, S.L.
- IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía
- Unión Europea

### Descripción

La sede central de Sanitas en Madrid responde a una filosofía arquitectónica innovadora basada en el concepto *Green Building* (GB), que se aplica a construcciones sostenibles que reducen el consumo de energía en un 60 % y que en la actualidad tan sólo cuenta con tres exponentes en todo el mundo, siendo uno de ellos el edificio de Sanitas.

BP Solar y Sanitas colaboraron en la construcción de un edificio pionero en la arquitectura española que aplica criterios medioambientales y energéticos.

Entre sus múltiples ventajas respecto de la construcción tradicional, destaca la utilización de productos y materiales reciclables y no contaminantes, totalmente respetuosos con el medio ambiente, y basada en un sistema prefabricado reutilizable.

El uso de corrientes de aire para refrigerar y los patios interiores ajardinados, que enfrían, oxigenan y aíslan del ruido, son también indicativos de una construcción en armonía con el medio ambiente.

Además de las características anteriores, la eficiencia energética, el uso de sistemas de ahorro de agua, y la optimización del aprovechamiento de la luz natural entre otras, han hecho a este edificio merecedor del premio *Green Building*.

El uso de los módulos fotovoltaicos de BP Solar conectados a red constituye uno de los pilares de esta nueva arquitectura verde. BP Solar España, único fabricante de módulos solares de la Comunidad de Madrid, lleva desde 1982 diseñando, fabricando y comercializando productos y proyectos "llave en mano" de energía solar.

Su planta de producción es una de las más grandes de Europa y fabrica células con una de las tecnologías más avanzadas del mercado.

En la cubierta del Edificio Sanitas, se han instalado 360 módulos BP-585S de la gama Saturno, con tecnología de BP Solar, con eficiencias que van del 13,9 % al 14,3 %.





La instalación solar, con una superficie útil de captación de 170 m<sup>2</sup>, tiene una potencia total de 30,6 kWp y una capacidad de producción de aproximadamente 44.000 kWh/año.

Los módulos están orientados al sur y tienen una inclinación de 15° que, aunque no es la óptima, permite adaptarse mejor a los criterios arquitectónicos y estéticos del edificio. La estructura soporte es un perfil metálico de acero galvanizado.

La instalación solar cuenta con 6 inversores de 5 kW cada uno.

## Resultados

Instalación Solar Fotovoltaica	
Nº de módulos	360
Potencia Total	30,6 kWp
Energía Generada	44.000 kWh/año

## Beneficios - impactos positivos

Se ha diseñado y construido el edificio buscando la sostenibilidad y la armonía entre el desarrollo y la naturaleza. Así, todo el diseño del edificio ha sido concebido para conseguir el menor impacto posible.

Los paneles fotovoltaicos producen anualmente entre un 2 % y un 3 % del consumo total del edificio. Con esto se consigue un ahorro del 8,21 % en la factura eléctrica y una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> en más de 37 toneladas anuales.

Tanto la marca BP Solar como la sede de Sanitas responden a unos valores comunes: responsables, innovadores, verdes, ecológicos y novedosos. La innovación de este edificio supone un punto de inflexión con las fórmulas de construcción más tradicionales.

La inversión necesaria para la instalación solar fotovoltaica conectada a red es de aproximadamente 214.000 €.

La financiación del proyecto total ha sido llevada a cabo por el IDAE en un 31,6 % y por la Unión Europea en un 18,2 %.

---

**El edificio de Sanitas ha recibido el premio *Green Building* y supone un ahorro del 8 % debido a sus características energéticas y bioclimáticas.**

---

## 3.12 GENERAR Y COMPARTIR "ENERGÍA ELÉCTRICA VERDE"



### Granja Solar en Guadarrama

**Lugar:** Finca Navalafuente

**Municipio:** Guadarrama

**Fecha de puesta en marcha:** 2005

#### Participantes:

- Fotosolar
- Total Energie
- Ayuntamiento de Guadarrama

#### Descripción

El concepto de Granja Solar hace referencia a la agrupación de una serie de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red, ubicadas en un mismo emplazamiento, que comparten infraestructuras de acceso, transformación y conexión eléctrica, seguridad, operación y mantenimiento, y resto de servicios. Se trata de una gran instalación de generación eléctrica dividida en distintas plantas, las cuales serán propiedad de particulares, pymes, etc., que deciden contribuir con su inversión al logro de los objetivos medioambientales y no disponen de una ubicación adecuada para una instalación solar.

La Granja Solar es, por tanto, una forma de compartir una fuente renovable, inagotable y gratuita, el Sol, en un terreno rural, por personas que

no cuentan con tejados para aprovecharlos, o que por la cantidad de radiación solar en su zona resulta poco rentable.

El proyecto de la Granja Solar en Guadarrama se ha dividido en dos fases. En la primera fase se han instalado 3.480 módulos fotovoltaicos Total Energie TE2000, con una potencia total de unos 700 kW y 4.985 m<sup>2</sup> de superficie útil de captación. La instalación está estructurada en 116 plantas con 30 módulos y 5,7 kW cada una, y 116 inversores Ingeteam de 5 kW cada uno. En ella participan 116 socios entre particulares, vecinos y empresas privadas de Guadarrama.

Una de las características más destacables de esta Granja Solar es el soporte especial sobre el que están colocados los paneles, posee dos posiciones, verano e invierno, que permiten aprovechar de forma óptima la energía del Sol durante todo el año. Los módulos fotovoltaicos están orientados al sur, y tienen una inclinación de 30° en verano y de 60° en invierno. Esta doble posición supone un aumento de la producción eléctrica de hasta el 10 % anual.

En una segunda fase del proyecto está prevista la ampliación de la Granja Solar a 1.000 plantas, con lo que se alcanzarían los 5,7 MW de potencia, siendo ésta la mayor instalación de la Comunidad de Madrid. La nueva instalación contará además con seguidores solares que aumentarán el rendimiento de la captación solar.



## Resultados

1ª Fase - 2005	
Nº de módulos	3.480
Potencia Total	700 kW
Energía Generada	900 MWh/año
2ª Fase - 2008	
Nº de módulos	30.000
Potencia Total	5,7 MW
Energía Generada	7.700 MWh/año

## Beneficios - impactos positivos

Una de las principales ventajas de la Granja Solar que la hace atractiva ante los inversores, es la disminución significativa de costes, un aumento en la seguridad de la instalación y la centralización de todos los trámites administrativos y procedimientos de operación, facturación y mantenimiento. En concreto la Granja Solar de Guadarrama cuenta con 24 h de vigilancia y mantenimiento.

Sin embargo, destaca la contribución de este proyecto al compromiso nacional del aumento en el uso de las energías renovables y el respeto por el medioambiente.



La granja solar ha sido diseñada con estos criterios, adaptándose a la vegetación y fauna de su entorno. Un dato significativo es que los animales pasean entre los módulos e incluso los emplean para cobijarse del Sol.

El respeto al medioambiente se refleja además en la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas al

sustituir una energía convencional por una energía limpia.

Mediante la instalación de la primera fase de la granja se evita la emisión a la atmósfera de más de 333 tCO<sub>2</sub>, ascendiendo esta cantidad a 2.849 tCO<sub>2</sub> mediante la ampliación prevista en la segunda fase. Sería como evitar a un coche rodar durante más de 14 millones de kilómetros.



Hay que resaltar la importante función educativa y de divulgación del proyecto. La instalación contará con un Aula Solar permanente, destinada a recibir visitas de los centros educativos, en la que, además de informar del uso de las energías renovables, se podrán realizar prácticas (FP). Por otro lado, la población podrá conocer la Granja Solar a través de distintas jornadas de puertas abiertas, así como de distintos folletos explicativos.

El periodo de amortización de la inversión es de 9-10 años; si se tiene en cuenta la subvención concedida, éste es del orden de 7 años.

La inversión necesaria para la realización de este proyecto ha sido de aproximadamente 6 M€ de los cuales la D.G. de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid ha subvencionado un 40 %.

## 3.13 PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA EN MIRAFLORES DE LA SIERRA



### Planificación energética e implementación de instalaciones solares

**Lugar:** Varios Edificios Municipales

**Fecha de puesta en marcha:** 2003-2005

#### Participantes:

- Ayuntamiento de Miraflores de la Sierra, Concejalía de Medio Ambiente y Turismo
- Isofotón, S.A.

#### Descripción

El Ayuntamiento de Miraflores, dentro de su política ambiental de gestión del municipio, ha procedido a implementar en el mismo la Agenda 21 Local como desarrollo y compromiso con la sostenibilidad del Municipio.

Este Ayuntamiento con la colaboración de la D. G. Industria, Energía y Minas y dentro de su política ambiental ha llevado a cabo varias actuaciones que pretenden dar a conocer y

difundir el uso racional de la energía y las energías renovables entre los habitantes del municipio.

La Campaña Publicitaria de Ahorro y Eficiencia Energética, ha comprendido la publicación de artículos en la revista "Punto de Mira", mesas informativas, buzoneo de dípticos explicativos, anuncios en radio y varios consejos prácticos en el "sitio web" del Ayuntamiento.

El objetivo de la campaña es minimizar el consumo y conseguir un ahorro real con soluciones prácticas y al alcance de todos los ciudadanos. Se ha realizado la sustitución en la iluminación de la Casa de la Cultura y de la Torre de la Iglesia. En la Torre, los tres focos de 1.000 W existentes se han sustituido por 3 focos de 400 W ahorrando con ello 1.800 W y sin perder calidad de iluminación. Así mismo, en la Casa de la Cultura, las bombillas halógenas de 150 W se han sustituido por focos de 40 W que, además de producir un ahorro en la factura eléctrica, tienen una vida media 30 veces mayor.

En el año 2003 comenzó el Plan Cuatrienal Solar que fija como objetivos la creación en cada anualidad de una instalación de energía solar fotovoltaica conectada a red. Dentro de este marco se realizó la instalación solar fotovoltaica del Pabellón Polideportivo Municipal, que cuenta con 216 módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino de alto rendimiento situados sobre la cubierta del pabellón, y con una potencia total de 30 kW. Los módulos proporcionaron 33.840 kWh desde marzo a diciembre del 2004, lo que supone unos ingresos de 15.722,16 € por la venta de la energía eléctrica.

En el año 2004 se realizó la instalación solar fotovoltaica en el Colegio Público Vicente Aleixandre, con una potencia total de 12,7 kW y en el año 2005 se mostrará una instalación fotovoltaica de 6 kW en la Residencia de Ancianos Municipal, que contará además con colectores solares térmicos para el calentamiento de agua caliente sanitaria.

En el año 2006 está previsto realizar la instalación fotovoltaica en la Nave Municipal de Material.

El Plan de Actuación Medioambiental engloba la creación de un Aula Solar, de forma pionera en la Comunidad de Madrid, y la realización de un estudio técnico y de viabilidad económico-financiera para analizar las posibles mejoras en eficiencia energética, enfocándose en nuevas instalaciones solares.

El estudio citado (\*) ha evaluado y analizado las posibles mejoras energéticas en todos los edificios municipales de este municipio: Ayuntamiento, Casa de Cultura, Clínica-Consultorio, Antiguas Escuelas, Polideportivo Juan Carlos I, Piscina Municipal, Colegio Público Vicente Aleixandre, Casa de Niños y Residencia de Ancianos.



El Aula Solar es un instrumento permanente de difusión de las energías renovables, principalmente de la solar térmica y fotovoltaica, que comenzará en septiembre de este año y consistirá en:

- Una exposición permanente mediante paneles explicativos de las ventajas y aplicaciones de la energía solar.
- Proyección de video y DVD sobre la energía solar.
- Maqueta casa, instalación solar térmica y fotovoltaica.
- Cuatro tipos de cocinas solares con cuadros explicativos de su funcionamiento.
- Placas solares fotovoltaicas que hacen funcionar diferentes instrumentos.

Este proyecto incluye también la difusión entre la población escolar de la energía procedente del sol, mediante la publicación de un "Comic Solar", repartido de forma gratuita a los diferentes colegios municipales.

## Resultados

Campaña Publicitaria	
Dípticos de Uso Racional de la Energía	
Artículos en la revista "Punto de Mira"	
Difusión en el "sitio web" del Ayuntamiento	
Instalación Solar Fotovoltaica en el Polideportivo Municipal	
Nº de módulos	216
Potencia Total	30 kW
Energía Generada	33.840 kWh/10 meses
Plan de Actuación Medioambiental	
Aula Solar	
Comic Solar	Colegios Municipales
Estudios de Eficiencia energética	Varios Edificios Municipales (*)

## Beneficios - impactos positivos

Las actuaciones llevadas a cabo en el Municipio de Miraflores de la Sierra contribuyen a la concienciación medioambiental de la población así como al control y reducción de emisiones del protocolo de Kioto.

Las distintas instalaciones solares fotovoltaicas implantadas convierten a este Municipio en un productor de energía verde y limpia. Con la instalación fotovoltaica del Polideportivo Municipal, en el año 2004 se evitó la emisión a la atmósfera de 29,1 toneladas de CO<sub>2</sub>, 169,2 kilogramos de SO<sub>2</sub>, y 87,14 kilogramos de compuestos de NO<sub>x</sub>. Se estima que, añadiendo las instalaciones del Colegio y de la Residencia de Ancianos, se evitará la emisión de 57 tCO<sub>2</sub>/año, 329,6 kg SO<sub>2</sub>/año y 169,7 kgNO<sub>x</sub>/año. Las instalaciones solares contribuyen además al aumento de los ingresos municipales. En el año 2004, los ingresos obtenidos por la producción de energía fotovoltaica fueron de 15.722 €

La inversión total necesaria ha sido de 236.243 € de los cuales la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid ha subvencionado 120.606 €

## 3.14 EDIFICIOS MUNICIPALES DOTADOS DE SISTEMAS SOLARES



### Edificios municipales dotados de sistemas solares

- Instalación solar térmica en el Polideportivo Villafontana
- Instalación solar fotovoltaica en edificio de Centro Cultural Villa de Móstoles
- Instalación solar fotovoltaica en Edificio de Servicios Generales

**Lugar:** C/Independencia, 12. 4ª Planta

**Municipio:** Móstoles

**Fecha de puesta en marcha:** Octubre 2002 (Polideportivo) y Julio 2004 (Centro Cultural y Edificio de Servicios Generales)

### Participantes:

- Ayuntamiento de Móstoles, Concejalía de Medio Ambiente
- Isofotón

### Descripción

El Ayuntamiento de Móstoles ha apostado por el empleo de la energía solar en sus edificios municipales.

Se han montado instalaciones solares en tres edificios emblemáticos del Municipio: el Polideportivo Villafontana, el Centro Cultural Villa de Móstoles y el Edificio de Servicios Generales de Móstoles.

En el Polideportivo Villafontana se ha instalado un sistema solar térmico para el abastecimiento de Agua Caliente Sanitaria y climatización de la piscina cubierta de 480 m<sup>3</sup>. En el interior existe una piscina de 25x12 m, otra infantil de 6x25 m y una piscina redonda, de 4 m de diámetro, para inicio a la natación de los bebés.

La instalación está compuesta por 180 colectores térmicos planos con una superficie útil total de captación de 338,4 m<sup>2</sup> con una inclinación de 45° y una orientación sur.

Se ha estimado un número medio diario de ocupantes de 1.750 y un consumo de 20 litros de agua por ocupante.

Con el sistema solar térmico se consigue una temperatura de uso de 45 °C en el caso del ACS (140 colectores) y mantener el agua de la piscina a 26 °C (40 colectores).



El sistema para ACS cuenta con 5 depósitos de acumulación de 5.000 l cada uno.

En los periodos de baja radiación solar o de elevado consumo de ACS, la instalación solar se complementa con un sistema auxiliar constituido por una caldera convencional de gasóleo.

En el Centro Cultural y en el Edificio de Servicios Generales se ha optado por una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red. Cada uno de los sistemas está formado por 40 módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino con una potencia total de 6,36 kW.

Los módulos I-159 están fabricados por Isofotón que, además, ha realizado la instalación.



En ambos edificios, la orientación de los paneles fotovoltaicos es 20° SO que, aunque no maximiza la radiación solar incidente, sí permite una mejor integración de la instalación en el edificio.

En el caso del Edificio de Servicios Generales, los módulos están colocados sobre el tejado en forma de diente de sierra, la configuración es de dos filas de 15 módulos y una de 10, de forma que se mantenga la estética del edificio. En el Centro Cultural Villa de Móstoles los módulos están montados detrás del ala norte de la caseta sobre una estructura de suficiente altura para evitar las sombras y dispuestos en dos campos de 20 módulos en serie.

En cada una de las instalaciones fotovoltaicas el precio de venta de la energía es de 0,42 €/kWh.

### Resultados

En el Polideportivo, la demanda de ACS cubierta con el sistema térmico es del 68 % anual y de la piscina, menor del 30 %.

Polideportivo Villafontana	
Nº colectores	180
Superficie útil de captación	338,4 m <sup>2</sup>
Depósitos de acumulación	5x5.000 l
Centro Cultural Villa de Móstoles	
Nº de módulos	40
Potencia Total	6,36 kW
Energía Generada	8.274 kWh/año
Edificio de Servicios Generales	
Nº de módulos	40
Potencia Total	6,36 kW
Energía Generada	7.932 kWh/año

### Beneficios - impactos positivos

En los tres proyectos realizados por el Ayuntamiento de Móstoles quedan patentes los beneficios del empleo de la energía renovable procedente del Sol. En los tres casos, la sustitución de una fuente de energía convencional por solar reporta un ahorro económico y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

El ahorro económico en el Polideportivo Villafontana respecto a la antigua instalación de gasóleo es del 25 % anual.

Polideportivo Villafontana		
	Aporte solar (kcal)	Ahorro %
ACS	183,406	53,4
Piscina	60,22	45,5

Emisiones evitadas		
	CO <sub>2</sub> (t)	SO <sub>x</sub> (kg)
C.C. Villa de Mostoles	8,7	24,39
Edif. Serv. Generales	8,34	23,38



Además de los beneficios citados anteriormente, hay que destacar el interés social de los proyectos, ya que las instalaciones solares se han situado en zonas visibles que permiten la divulgación de este tipo de energías.

La inversión total necesaria para realizar los tres proyectos ha sido de 274.152 € de los cuales 171.684 € fueron subvencionados por la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid.

## 3.15 CALOR SOLAR EN EL EDIFICIO DE LA JUNTA MUNICIPAL DE DISTRITO DE LORANCA



### Edificio Bioclimático de la Junta Municipal del Distrito de Loranca.

**Lugar:** Edificio de Junta Municipal y Casa de la Cultura de Loranca

**Municipio:** Fuenlabrada

**Fecha de puesta en marcha:** 2000-2001

#### Participantes:

- Ayuntamiento de Fuenlabrada
- Junta M. de Distrito de Loranca
- Viessmann S.L.
- AUIA, Arquitectos Urbanistas e Ingenieros Asociados S.L.

#### Descripción

El edificio de la Junta Municipal de Loranca Ciudad Jardín, gracias a su arquitectura bioclimática, al empleo de sistemas eficientes de climatización y al uso de energía solar térmica, representa un claro ejemplo de respecto al medioambiente y ahorro energético, manteniendo las necesidades de confort derivadas de su uso como edificio público.

El proyecto de arquitectura ha sido llevado a cabo por la empresa AUIA y en él se han tenido que adecuar los sistemas e instalaciones al concepto bioclimático.

Los muros del edificio, concebido como un contenedor, reciben un tratamiento diferente

según su orientación solar. Los que se orientan al Este y Oeste se encuentran troquelados formando una barrera protectora. Los muros de la orientación más favorable (Norte y Sur) se encuentran abiertos y dotados de grandes cristaleras.

En las zonas acristaladas la protección se complementa con parasoles. Se han colocado, además, jardineras perimetrales al edificio que permiten el desarrollo de plantas trepadoras para reforzar la sombra mientras cumplen una función estética.

Al tratarse de un edificio público, su funcionamiento energético está fuertemente influenciado por la iluminación artificial y la carga calórica consecuencia de la gran afluencia de personas en periodos cortos y deslocalizados, por lo que se han minimizado los niveles de iluminación y de calentamiento y refrigeración estableciendo condiciones de confort por umbrales y áreas funcionales.

La iluminación óptima que minimiza el consumo energético se ha obtenido mediante diferentes medidas: regulación automática del flujo luminoso en función de la iluminación exterior que supone un ahorro del 79 %, utilización generalizada de lámparas fluorescentes de bajo consumo, reducción de la iluminación ambiental en la biblioteca aumentando los puntos de luz individuales y lucernarios para mejorar la iluminación natural.

El edificio dispone de sistemas centralizados de frío y calor que climatizan sólo las zonas ocupadas.





ahorro del 46 %. Se han separado las redes de aguas grises y negras con el objetivo de reutilizar las grises tras su depuración para el riego de jardines y cisternas de saneamiento.

## Resultados

Instalación Solar	
Nº colectores	60
Superficie útil de captación	150 m <sup>2</sup>
Depósitos de acumulación	8x3.000 l
Aporte solar anual	108.514 kWh/año

## Beneficios - impactos positivos

Además, se ha instalado un campo de 60 colectores solares planos sobre la cubierta de la biblioteca del edificio con una superficie útil de captación de 150 m<sup>2</sup> que cubre durante el invierno el 45 % de las necesidades de calefacción por suelo radiante instalado en la zona de oficinas, con el apoyo de una caldera convencional de gas natural de alto rendimiento que contribuye también a la reducción de emisiones. El sistema solar está diseñado para proporcionar agua caliente sanitaria a un edificio anexo, aunque las conexiones no se han realizado aún.

El distribuidor tiene una superficie total de 1.685 m<sup>2</sup> y conecta las diferentes estancias del edificio, por lo que su calefactado mediante suelo radiante disminuirá en gran medida las pérdidas térmicas del edificio.

Los colectores solares son modelo Vitosol 100 W y han sido fabricados por Viessmann, que además ha llevado a cabo la instalación del sistema solar.

La instalación de acumulación es centralizada y está formada por 8 tanques de 3.000 l cada uno. La configuración de los tanques, con dos o más tanques conectados, favorece la estratificación térmica del almacenamiento, lo que mejora considerablemente el rendimiento solar de la instalación.

El ahorro de agua también se ha tenido en cuenta mediante la instalación de sanitarios y grifería con temporizadores que suponen un

La instalación solar, durante su periodo de vida útil (25 años), supone un ahorro total de 43.800 €, además de evitar la emisión de aproximadamente 25 t de CO<sub>2</sub> al año por la sustitución de una fuente de energía convencional.

Debido a su carácter público, el edificio tiene una importante labor de divulgación del uso de las energías renovables, así como de la difusión del uso eficiente de la energía y el ahorro energético.

Se estima que el periodo de amortización de la instalación es de 7-8 años, teniendo en cuenta que la instalación ha sido subvencionada en un 70 % por la Comunidad de Madrid.

La inversión necesaria para la realización del proyecto ha sido de 62.145 € de los cuales el 70 %, 43.501 €, ha sido subvencionado por la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid.



## 3.16 PLANTA DE COGENERACION EN PAPELERA PENINSULAR S.A.



### Instalación de cogeneración en Papelera Peninsular (Régimen Especial)

**Lugar:** Calle del Papel 1

**Municipio:** Fuenlabrada

**Fecha de puesta en marcha:** Agosto 2001

#### Participantes:

- Papelera Peninsular, S.A.
- Peninsular Cogeneración, S.A.

#### Descripción

La industria papelera requiere grandes cantidades de calor para sus procesos de formación y secado de la pasta de papel. Papelera Peninsular, mediante su planta de cogeneración, cubre las necesidades térmicas y las importantes necesidades de energía eléctrica derivadas de su proceso productivo, alcanzándose un rendimiento global del 82 %.

Esta instalación está inscrita en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica acogida al Régimen Especial de la Comunidad de Madrid.

Los consumos medios de la fábrica son 22 MW de electricidad y 50 t/h de vapor.

La planta de cogeneración tiene una potencia nominal de 41,5 MW, de los cuales 37 MW se

producen en turbina de gas y 4,5 MW en la turbina de vapor. Ambas producen todo el vapor y electricidad necesarios para la fábrica. La turbina de gas acciona un generador de energía eléctrica y la caldera aprovecha los gases de escape de la turbina. La turbina de vapor suministra energía eléctrica que se suma a la producida por la turbina de gas. Aproximadamente el 50 % de esta energía es consumida en la propia instalación y el resto se exporta a la compañía eléctrica.

La turbina de vapor, suministrada por Thyssen Ingeniería y Sistemas, tiene una contrapresión de 6,5 bar. Su potencia oscila entre 4,5 y 8 MW, con los consumos de vapor normales de fábrica. Esta turbina es multietapa, sin extracciones

La turbina de gas modelo LM 6000 ha sido suministrada por GE Power Systems. Esta turbina suministra una potencia de 38,1 MW con un rendimiento del 40 % a 15 °C de temperatura ambiente.

El grupo generador está constituido por un turbogenerador a gas de 42,3 MVA, 11 kV y un turbogenerador a vapor de 10,6 MVA, 11 kV.

La caldera de recuperación Foster & Wheeler es horizontal, de circulación natural, con dos niveles de presión y calentador de agua. Un quemador de postcombustión de gas natural de 50 MJ/s de potencia máxima suministra más vapor a la fábrica, si ésta lo requiere.

La caldera está instalada a la intemperie y está diseñada para producir 50 t/h de vapor totales sin postcombustión y hasta 100 t/h con el máximo de postcombustión. La caldera produce vapor de alta presión a 64 bar y 423 °C con destino a la turbina de vapor.

La caldera produce calor en forma de vapor de alta presión, de baja presión y agua caliente.

El vapor de alta presión se turbiniza para producir electricidad, obteniéndose a la salida vapor de baja presión que se une al producido por la caldera y se envía a la fábrica para el secado del papel. Una parte importante del agua caliente se envía a la fábrica para calentamiento del agua de aporte, ahorrando también vapor.

El resto del agua caliente se utiliza para producción de frío en una unidad de absorción. Éste servirá para aumentar la potencia y el rendimiento de la turbina de gas, optimizándose el proceso.

La producción simultánea en la caldera de vapor de dos niveles de presión, así como la producción de agua caliente con el remanente de calor, permiten un óptimo aprovechamiento del calor de cogeneración, siendo la temperatura de escape por debajo de 100 °C.

La instalación se conecta a la red de 20 kV de distribución de la fábrica y a la red exterior de 45 kV de Iberdrola.

Se puede destacar que todos los vectores energéticos que la fábrica demanda: vapor saturado en baja presión, agua caliente, agua fría y electricidad son producidos en la misma.



Además, esta producción se hace asegurando el máximo aprovechamiento eléctrico y térmico, puesto que se ha seleccionado la turbina de mayor rendimiento dentro de su gama de potencias, se han elegido las mejores condiciones posibles para el ciclo de vapor, se produce agua caliente con calor de cola de caldera para sustituir consumos de vapor de la fábrica y se ha producido frío con el calor excedente.

El papel reciclado se fabrica a partir de papel reciclado y los residuos que se obtienen en forma de lodos son recogidos por empresas para fabricar material de construcción y también se utilizan para compostaje.



A comienzos del año 2007, una nueva planta de cogeneración abastecerá las necesidades energéticas de la nueva línea de fabricación de HPM con 35 MW eléctricos y 67 t/h de vapor con una potencia instalada entorno a 40-50 MW, equivalentes al consumo doméstico de 200.000-250.000 hogares, vertiendo a la red 10-15 MW. Los ahorros de energía primaria previstos son mayores al 16 %.

### Resultados anuales

Planta de Cogeneración	
Energía producida	365 GWh
Energía consumida	207 GWh
Energía vertida a la red	158 GWh
Ahorro de energía primaria	15 %

### Beneficios - impactos positivos

De acuerdo a la nueva directiva 2004/8/CE de promoción de la cogeneración, cumple los requisitos de cogeneración de alta eficiencia con ahorros de energía primaria del 15 % (27.000 toneladas anuales de ahorro de CO<sub>2</sub>).

El hecho de que la planta de cogeneración esté situada junto a la fábrica disminuye las pérdidas de energía en el transporte que en un sistema convencional pueden llegar hasta el 8 % de la energía generada.

Inversión 30 M€ y periodo de amortización estimado en 8-10 años.

## 3.17 ALUMBRADO PÚBLICO EFICIENTE



### Sustitución de equipos y lámparas por otros de alta eficiencia en alumbrado público

**Lugar:** Varios viales

**Municipio:** Alcalá de Henares

**Fecha de puesta en marcha:** 2002

#### Participantes:

- Ayuntamiento de Alcalá de Henares

#### Descripción

El Ayuntamiento de Alcalá de Henares ha apostado por un alumbrado público eficiente con el fin de optimizar la energía consumida.

Para ello, ha sustituido las lámparas existentes de Vapor de Mercurio de Color Corregido (VMCC) por lámparas de Sodio a Alta Presión (SAP), que además de ser más eficientes emiten en una franja más estrecha del espectro visible por lo que la contaminación lumínica es menor.

Los puntos de luz se han sustituido en distintas zonas de la ciudad, de las que se puede destacar el Polígono Puerta de Madrid, la calle Miguel de Unamuno, el Paseo de Pastrana, etc.

En las zonas verdes se han mantenido las lámparas de Vapor de Mercurio, salvo en algunos casos que han sido sustituidas por Halogenuros Metálicos, para evitar el efecto desagradable que produce el color de las lámparas de sodio en contraste con el verde.

Se han sustituido alrededor de 1.455 lámparas de Vapor de Mercurio de 250 W y 125 W, por lámparas de descarga de SAP de 150 W y 100 W respectivamente, teniendo en cuenta que la eficacia luminosa (lm/W) de las lámparas de SAP es muy superior.

Lámpara	Eficacia luminosa
VMCC 250 W	56 lm/W
SAP 150 W	110 lm/W
VMCC 125 W	52,8 lm/W
SAP 100 W	105 lm/W

Las lámparas empleadas son de Sodio Especial de Philips y de General Electric.

Además, se han cambiado 845 luminarias por luminarias más eficientes que optimizan la dirección del haz luminoso y reducen en gran medida la contaminación lumínica a la atmósfera.

Se ha realizado el cambio, además, de 612 equipos de luminarias (balastos, arrancadores y condensadores), adecuándolos al nuevo tipo de lámpara.

	VMCC	SAP
Temperatura de color (k)	3.500 4.500	2.100
Índice de rendimiento de color	40-45	25
Vida útil (horas)	8.000	8.000- 12.000
Eficacia Luminosa (lm/W)	40-60	70-130

El Ayuntamiento de Alcalá de Henares ha continuado realizando acciones de mejora de la eficiencia energética. Así, por ejemplo, durante 2003-2004 se han realizado Auditorías Energéticas en 20 centros municipales, realizando estudios de mejoras en eficiencia energética y de implantación de energías renovables.

En lo referente a iluminación en las dependencias municipales, se ha propuesto la sustitución de modelos antiguos de lámparas por otras más eficientes. Con esta medida, se reduce la potencia instalada en 89,7 kW con el consecuente ahorro económico.

Lámpara antigua	Lámpara más eficiente	Ahorro
Fluorescente TLD	Fluorescente TF/LI	20 %
Incandescente 60 W	Bajo Consumo 15 W	75 %
Incandescente 100 W	Bajo Consumo 20 W	75 %
Vapor de Mercurio 250W	Halógenos Metálicos HCl TT 70/WDL	72 %
Halógenas	Bajo Consumo 52 W	50 %

Se ha propuesto también la sustitución de algunas luminarias obsoletas por otras con reflectores parabólicos, aumentando de esta forma en un 30 % el rendimiento lumínico, lo que permite reducir la potencia en el mismo porcentaje.

Un ahorro de energía del 20 %, un aumento en la vida de las lámparas del 50 % y una mejora significativa de la calidad de iluminación, se conseguiría con el cambio de los balastos electromagnéticos por balastos electrónicos.



## Resultados

En general, los resultados son positivos porque se ha conseguido el principal objetivo de estos cambios en el sistema de alumbrado público, el ahorro de energía y el consiguiente ahorro económico.

Alumbrado público	
Ahorro energético anual	1.279.250 kWh/año
Emisiones evitadas	447,7 tCO <sub>2</sub> /año

La sustitución de las lámparas por otras más eficientes supone un ahorro anual de 1.279.250 kWh/año, lo que corresponde a un ahorro de aproximadamente el 20 %, y un ahorro económico de 65.982 € anuales.

Además del ahorro en el consumo eléctrico y la disminución de la contaminación lumínica, el proyecto es importante desde el punto de vista de la concienciación social en el respeto al medioambiente y en el uso eficiente de la energía. El Ayuntamiento ha realizado la divulgación del proyecto mediante trípticos, anuncios en prensa y en radio.

La inversión total necesaria para llevar a cabo este proyecto ha sido de 383.404 € de los cuales el 40 %, 153.362 €, ha sido subvencionado por la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid.

Teniendo en cuenta los ahorros económicos y considerando la subvención, el periodo de amortización de la inversión se ha estimado en 7 años. En la actualidad (año 2005) la inversión está amortizada en un 60 %.

## 3.18 MINICENTRALES ELÉCTRICAS



### Minicentrales hidroeléctricas de la Comunidad de Madrid

#### Municipios:

- Puentes Viejas - Patones
- Colmenar Viejo - Buitrago de Lozoya
- Torrelaguna - Lozoya

**Fecha de puesta en marcha:** 1991

#### Participantes:

- Canal de Isabel II, Hidráulica Santillana, S.A.

#### Descripción

Dentro del Plan General de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Canal de Isabel II, entre los años 1991-1994 se construyeron las minicentrales hidroeléctricas Pinilla, Riosequillo, Puentes Viejas, El Villar, y El Atazar en la cuenca del río Lozoya; en el embalse de Santillana del río Manzanares se encuentra la central de Navallar y, por último, la Central de Torrelaguna aprovecha las aguas del río Jarama y del río Lozoya.

Dentro de una segunda fase del plan hidrológico, se han realizado los proyectos para la construcción de tres centrales a pie de presa en Manzanares el Real, Valmayor y Pedrezuela, con una potencia instalada total de 2,5 MW.

Una central hidroeléctrica utiliza como recurso el agua que desciende por los ríos y barrancos.

La energía potencial de estas corrientes, almacenada en grandes presas o derivada por canales hacia pequeñas cámaras de carga, se transforma en el eje de la turbina en energía eléctrica.

El eje, elemento de unión entre la máquina hidráulica -Turbina- y la máquina eléctrica -Generador-, transmite esta energía de la primera a la segunda.

El generador produce la segunda transformación, convirtiendo la energía mecánica en energía eléctrica que será consumida por los usuarios. El generador sólo presenta dos limitaciones: la cota mínima y velocidad del caudal, que debe ser igual o superior a 8 m/s.

Se define una minicentral como aquella cuya potencia es menor de 10 MW. En la Comunidad de Madrid existen 7 minicentrales hidroeléctricas.

Los tipos de minicentrales en España son fluyentes, pie de presa y canales de riego. En la Comunidad de Madrid las centrales de Navallar y Torrelaguna son fluyentes, mientras que las otras 5 son centrales pie de presa.

Las turbinas utilizadas son tipo Francis de eje horizontal o de eje vertical, fabricadas por Sulzer. El generador es síncrono, fabricado por Siemens o ABB.



El monitoreo y control de las centrales se realiza por circuito remoto; existe un autó-mata in situ en cada turbina; éste manda los datos a una sala de control dentro de la Central; por fibra óptica se puede recibir en el

Nombre	Turbina	Potencia Generador (kVA)	Potencia Activa Total (kW)	Salto Neto (m)	Caudal Mínimo (m³/s)	Caudal Máximo (m³/s)
MCH Pinilla	Francis eje horizontal	700	2320	24,5	0,9	2,5
	Francis eje vertical	2200			3,3	8
MCH Riosequillo	Francis eje vertical	9000	7200	44	8	18
MCH Puentes Viejas	Francis eje vertical	9000	7200	44	8	18
MCH El Villar	Francis eje vertical	7100	5680	37	7	17
MCH El Atazar	Francis eje vertical	5400	8640	56	3,2	8
	Francis eje vertical	5400			3,2	8
MCH Torrelaguna	Francis eje horizontal	5700	4560	150	1,35	3,6
MCH Navallar	Francis eje horizontal	4500	3600	91,5	1,4	4,3

Centro Hidrológico de Control en Torrelaguna los parámetros de todas las centrales. Cuando salta una alarma se puede o bien reparar en el sitio el error o bien se envía a un operario a la instalación para que lo repare. Existe personal trabajando las 24 horas.

## Resultados

Nombre	2003 Generación (GWh/año)	2004 Generación (GWh/año)
MCH Pinilla	7,26	7,68
MCH Rio Sequillo	17,82	20,10
MCH Puentes Viejas	25,11	27,86
MCH El Villar	19,05	18,97
MCH El Atazar	39,03	38,95
MCH Torrelaguna	10,36	13,91
MCH Navallar	7,97	10,38
TOTAL	126,6	137,85

La generación eléctrica depende de las condiciones hidroeléctricas del año. Las peores condiciones se dieron en los años 2002 y 2005, mientras que las mejores fueron en 1996, 1997, 2003, y 2004.

La generación de energía de las centrales minihidroeléctricas en el año 2004 ha sido superior a 137 GWh siendo 8,16 % superior a la del año anterior 2003.

Cada central tiene una subestación que genera a 6.000 V excepto la del Villar que genera a 5.000 V; posteriormente un transformador lo eleva a una línea de 20 kV para autoconsumo eléctrico de diferentes instalaciones del Canal y a 66 kV para la red eléctrica de Iberdrola, con un tendido de 72 km. El 20 % de la generación se utiliza para autoconsumo y el resto se envía a la red eléctrica.

## Beneficios - impactos positivos

La generación anual media de la energía equivale a 12.500 tep, evitando así la emisión contaminante de 11.277 tCO<sub>2</sub>/año, 205 tSO<sub>2</sub>/año y 18 tNO<sub>x</sub>/año. Aunque varía según los días, se está facturando a la empresa eléctrica a 0,68-0,70 €/MWh aproximadamente. Existe un acuerdo con la empresa eléctrica para proporcionar más energía en las horas pico. Con una tasa de retorno del 3 %, el período de amortización es de 10 años.

## 3.19 VIVIENDAS ADOSADAS VENDEN ELECTRICIDAD A LA RED



### Instalación solar fotovoltaica

**Lugar:** C/ Gutiérrez Canales, 30

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2005

### Participantes:

- Sociedad P. Pérez Cuervo, S.L.
- Enersun, Energía Solar S.L.

### Descripción

La construcción llevada a cabo en este proyecto ha sido planificada con el criterio del uso eficiente de la energía y el respeto al medio ambiente.

Cada una de las 6 viviendas adosadas de 390 m<sup>2</sup> dispone de sistemas domóticos centralizados para la automatización de iluminación, persianas, equipos electrodomésticos, etc.

Esta Comunidad de Vecinos ha apostado por la energía solar tanto térmica como fotovoltaica.

Destaca la utilización de los espacios comunes para la instalación de un sistema fotovoltaico conectado a la red. Esta instalación se compone de 84 módulos de 160 Wp, Atersa, con una potencia total de 13,44 kWp.

La instalación ha sido realizada por la empresa Enersun, S.L.

Los módulos fotovoltaicos están inclinados 30° sobre la horizontal y tienen orientación Sur para maximizar la radiación solar captada.

El sistema fotovoltaico está situado en unas pérgolas especiales. En la fase de diseño se propuso una estructura en forma de U con mayor capacidad para módulos (192) rodeando a las viviendas.

Sin embargo, debido a la proximidad de las viviendas, sombreados y problemas de espacio se ha tenido que reducir hasta 84 módulos para evitar sombras sobre los módulos.

Las viviendas disponen también de energía solar térmica para la producción de Agua Caliente Sanitaria y climatización de una piscina de uso común.

El agua caliente sanitaria de cada vivienda está cubierta mediante 2 colectores solares con una superficie útil de captación de 4 m<sup>2</sup>, un depósito individual 300 l, y un sistema auxiliar de calderas de gas natural. En este caso los colectores están situados en la cubierta de cada vivienda, se encuentran inclinados 50° sobre la horizontal y están orientados al Sur.





La climatización de la piscina se realiza a través de 6 colectores con una superficie total de captación de 12 m<sup>2</sup>. Estos colectores están situados en la misma pérgola en la que se encuentran los módulos fotovoltaicos.

### Resultados

Instalación Solar Fotovoltaica	
Nº Módulos	180
Superficie útil	109,2 m <sup>2</sup>
Potencia total	13,44 kWp
Energía generada	18.837 kWh/año
Instalación Solar Térmica ACS	
Nº Colectores	12 (2x6)
Superficie útil	24 m <sup>2</sup> (4x6)
Acumulación	6x300 l
Cobertura del sistema solar	80 %
Instalación Solar Térmica Piscina	
Nº Colectores	6
Superficie útil	12 m <sup>2</sup>

### Beneficios - impactos positivos

La instalación de sistemas solares en esta comunidad de vecinos deja patente que en las nuevas construcciones de viviendas se apuesta por el uso de energías limpias.

Una de las principales ventajas del uso de la energía solar son los beneficios medioambientales que supone.

Mediante la instalación fotovoltaica se evitan la emisión a la atmósfera de 7.400 kg de CO<sub>2</sub> anuales.

Además de estos beneficios, la instalación de sistemas solares permite un ahorro económico. En este caso, los ingresos procedentes de la venta de la energía producida a la red permiten cubrir los gastos de comunidad de mantenimiento de las instalaciones comunes.

La inversión total de la instalación ha sido de 79.660 € de los cuales la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid ha subvencionado aproximadamente 13.400 €.

Teniendo en cuenta esta subvención, el periodo de amortización de la instalación es de 8 años.



## 3.20 EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MEDIOAMBIENTAL EN HOTEL MADRILEÑO



### Instalación solar térmica para ACS

**Lugar:** Glorieta Puerta de Toledo, 4

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2004

#### Participantes:

- Hotel Puerta de Toledo
- Solaria Energía y Medio Ambiente, S.L.

#### Descripción

El Hotel Puerta de Toledo ha conseguido el Premio de Medio Ambiente 2004 otorgado por la Administración Regional, la Cámara de Comercio y la Confederación Empresarial de Madrid (CEIM-CEOE), en el apartado de Actividades Turísticas Sostenibles.

En este edificio se practica el uso racional de la energía mediante lámparas y dispositivos de bajo consumo, el aprovechamiento de energía solar térmica para producir agua caliente sanitaria, la instalación de ascensores inteligentes y el doble acristalamiento de las ventanas.

Minimizar el ruido de las torres de refrigeración con pantallas aislantes y reducir el consumo de agua son otras de las mejoras valoradas.

Los antiguos ascensores (del año 1968) tenían un cuadro de maniobra electromagnético, eso implicaba demanda energética para la ventilación forzada de la sala de máquinas y un consumo eléctrico permanente las 24 horas del día. Actualmente se han sustituido por nuevos ascensores con cuadro de mandos electromagnéticos que no generan calor y que no demandan un consumo eléctrico fijo, solamente cuando el ascensor funciona para activar su motor.

Además, estos nuevos ascensores son semi-inteligentes ya que guardan en memoria el orden y consideran el trayecto según una secuencia lógica; atienden según esa secuencia, con lo que se ahorra energía y se mejora la calidad del servicio, ya que los tiempos de espera disminuyen.

Las ventanas se han sustituido por doble acristalamiento de *Climalit* con lo que se mejora el confort ya que la climatización se mantiene y se reduce la contaminación acústica.

En el periodo 2001-2004 se han sustituido cerca de un millar de bombillas incandescentes de todas las habitaciones por lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo (LFC).

En cada habitación había tres bombillas de 60 W y una de 100 W, que han sido reemplazadas por tres LFC de 15 W y una de 20 W. La mayoría son Philips de luz cálida.

Durante los años 2004 y 2005 se están instalando detectores sensoriales de presencia, reduciendo la cantidad de puntos de luz en todos los pasillos y vestíbulos de planta, y sin perder la calidad ni el servicio.

También se han incorporado cerraduras electrónicas en las puertas de manera que cuando el huésped abandona la habitación todas las luces y el aire acondicionado quedan desconectados.

La instalación solar térmica para producción de Agua Caliente Sanitaria cuenta con 30 colectores Viessmann, Vitosol 100, con una

superficie total de captación de 75,3 m<sup>2</sup>, y un depósito de acumulación de 5.000 l. Los colectores están ubicados en la azotea, en la parte interior del hotel, con inclinación de 30°, de forma que se reduce significativamente la posibilidad de sombreado.

La caldera Wason de Gasóleo C existente se mantiene como sistema auxiliar de energía convencional. Además, el sistema convencional dispone de dos acumuladores de 2.500 litros cada uno.

El consumo medio de Agua Caliente Sanitaria es de 12.160 l/día. Mediante el sistema solar térmico se cubre aproximadamente un 40 % de la demanda. Durante el mes de julio del año 2005 el sistema solar es capaz de elevar la temperatura del agua hasta 48 °C.



## Resultados

Instalación Solar Térmica	
Nº Colectores	30
Superficie de captación	75,3 m <sup>2</sup>
Volumen de acumulación	5.000 l
Aporte solar anual	27.500 termias
Ahorro energético	40 %
Otras actuaciones	
En las habitaciones	Sustitución de bombillas por fluorescentes compactas de bajo consumo
En los pasillos	Detectores de presencia
Ahorro energético	
Iluminación habitaciones	76 %
Iluminación pasillos	22 %
Doble acristalamiento de ventanas	Reducción de la contaminación acústica
Ascensores semi-inteligentes	Ahorro energético Menor tiempo de espera

## Beneficios - impactos positivos

En todos los aseos de las habitaciones un letrero llamativo muestra al huésped el consejo de un uso razonable de la toalla de baño e informa que el agua caliente sanitaria proviene de energía solar. Esta medida ha obtenido muy buena respuesta de los huéspedes y ha conseguido reducción del consumo eléctrico, ahorro de agua y de detergente, contribuyendo a la mejora de la calidad del medioambiente.

El ahorro energético obtenido en iluminación varía entre el 22 % y el 76 %.

La reducción del consumo energético es de un 40 %, comparado con un edificio de las mismas características sin sistema solar térmico. Por este motivo las emisiones evitadas anualmente serán de 16 toneladas de CO<sub>2</sub>. Esta instalación solar no produce impacto visual ya que está situada en un espacio protegido no visible.

Se estima que la instalación solar térmica tiene un periodo de amortización de 10 años.

La inversión necesaria para la instalación del sistema solar ha sido de 76.700 €, de los cuales la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid ha subvencionado 27.108 €.



## 3.21 MADRIDSOLAR PROMOCIONA LA MAYOR INSTALACIÓN SOBRE CUBIERTA



### Parque solar fotovoltaico

**Lugar:** Edificio de Telefónica, Distrito C, PAU de las Tablas

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2005

### Participantes:

- Telefónica
- Iberdrola Ingeniería y Construcción (Iberinco)

### Descripción

El mayor parque de energía solar de Europa y uno de los mayores del mundo sobre cubierta será instalado en la nueva sede de Telefónica en Madrid. Esta gran instalación fotovoltaica tiene como socio tecnológico a la empresa eléctrica Iberdrola que construirá y realizará el mantenimiento de la planta a través de Iberdrola Ingeniería y Construcción (Iberinco).

El acuerdo y la entrega de los primeros paneles solares han sido realizados en el mes de Julio de 2005.

El Acto estuvo presidido por el Ministro de Industria y estuvieron presentes los presidentes de las dos compañías, así como el Director General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid y el Director General de Sostenibilidad y Agenda 21 del Ayuntamiento de la capital.

Distrito C, situado en el PAU de las Tablas, al norte de Madrid, va a ser la nueva sede operativa de Telefónica.

Se trata de un nuevo concepto de parque empresarial único en España, con una superficie total de 200.000 metros cuadrados. En el mismo trabajarán 14.000 empleados en espacios para oficinas y también para diversos servicios.

Este parque empresarial está concebido bajo el concepto de "campus"; un espacio abierto, cuyos servicios serán compartidos con los habitantes del entorno.

El complejo ha sido diseñado de acuerdo con innovadores conceptos de espacios tanto interiores como exteriores, de forma que Telefónica pueda implantar nuevas fórmulas de trabajo que permitan avanzar en el proyecto de transformación y modernización.

Esta iniciativa forma parte del compromiso de las empresas Telefónica e Iberdrola con el medio ambiente y el desarrollo sostenible. En este caso se plasma en la apuesta por el uso de las energías renovables y en un óptimo aprovechamiento de los recursos naturales.



El parque se dotará con más de 16.600 paneles solares fotovoltaicos que se situarán sobre la marquesina que recorrerá todo el complejo de oficinas por encima de la cubierta de los edificios. Con más de un kilómetro de longitud, la marquesina tendrá una superficie de más de 57.000 metros cuadrados, de los que 21.000 estarán ocupados por paneles solares.

La potencia instalada será de aproximadamente 3 MWp, que generarán 3,6 GWh al año y los paneles fotovoltaicos serán fabricados por Sharp.

La instalación de los paneles, que se realizará de acuerdo al calendario de construcción del complejo, comenzará en el tercer trimestre de 2005 y finalizará a finales de 2006. De esta forma el proyecto se desarrollará en cuatro fases de aproximadamente 3.520 paneles por fase, más una quinta fase, correspondiente a la parte del proyecto que irá en la marquesina sobre el edificio Corporativo, de aproximadamente 2.540 paneles.

La energía eléctrica que genere el parque será vendida a Iberdrola, que la incorporará a su red de distribución. Los ingresos que produzca el proyecto para Telefónica serán equivalentes al importe del consumo eléctrico de Distrito C.

Con este proyecto, Iberdrola da un paso más en su estrategia de afianzarse como un referente en el área de las energías renovables (minihidráulica, eólica, solar, biomasa, energías de las olas, etc.), así como de liderar las iniciativas de I+D en el sector eléctrico.

## Resultados

Instalación Solar Fotovoltaica	
Nº módulos	16.620
Potencia total	3.000 kW
Energía generada	3,6 GWh/año
Emisiones evitadas	1.600 tCO <sub>2</sub> /año

## Beneficios - impactos positivos

La marquesina solar supone el hito final de un proyecto que ha sido concebido desde sus orígenes bajo el concepto de arquitectura sostenible, entendiendo como tal una arquitectura

que permita reducir las emisiones a la atmósfera de CO<sub>2</sub>, el principal causante del denominado efecto invernadero.

La generación de 3,6 GWh anuales mediante el nuevo parque solar disminuirá el uso de combustibles fósiles y evitará la emisión a la atmósfera de 1.600 toneladas de CO<sub>2</sub> anualmente.

La inversión del proyecto es de 21,8 millones de euros.





Centro  
de Ahorro  
y Eficiencia  
Energética  
de Madrid

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