

La revista imprescindible para estar al día sobre todas las fuentes de energía limpias

# Energías renovables

www.energias-renovables.com

Nº 6 Abril 2002  
3,01 euros

- España, tercera potencia eólica mundial
- Agua para el Draó gracias a la solar fotovoltaica
- Análisis de todos los residuos de biomasa aprovechables
- Visitamos la central minihidráulica de Peña Corada, en el Esla
- Made, aerogeneradores con garantía de diseño y calidad
- Emilio Menéndez: "Tras la eólica vendrá el 'boom' de la solar"



■ Cidetec, a la cabeza en investigación de la pila de combustible

*Les presentamos*



*el prototipo de nuestros clientes*

*...mientras tanto,  
nosotros trabajamos para él*



[Conocimiento]

[Fiabilidad]

[Visión]

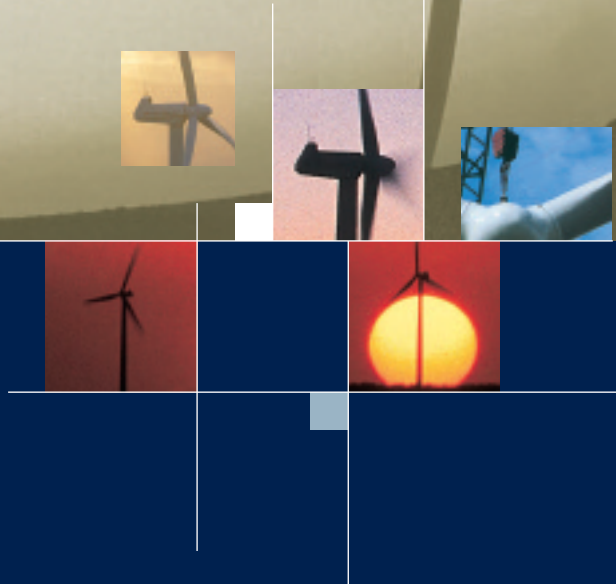
[Creación de valor]

[Para un sólido futuro]

Los principios de actuación de NEG Micon han sido siempre *el Conocimiento, la Fiabilidad y la Visión*, alcanzando así nuestro concepto de *Creación de valor*. Y transformamos estos valores en una estrecha relación profesional con nuestros clientes en nuestro trabajo cotidiano.

A lo largo de los años, esto nos ha ayudado a centrarnos en nuestros principales objetivos: mejorar el diálogo con los clientes, optimizar la tecnología de los aerogeneradores e incrementar la rentabilidad de la inversión en los proyectos eólicos.

Creemos que nuestros productos y nuestra política comercial son las mejores garantías de un futuro sólido para nuestros clientes.



# Energías renovables

www.energias-renovables.com

Número 15  
Abril 2002  
3,00 euros

La revista imprescindible para estar al día sobre todas las fuentes de energía limpias

## EÓLICA

### Made, con los deberes hechos

A juzgar por las declaraciones de sus responsables y los últimos movimientos de la empresa, Made Tecnologías Renovables se ha presentado con los deberes hechos. Uno de los grandes fabricantes de aerogeneradores de España quiere afianzar su posición en nuestro país y abrir nuevos mercados en todo el mundo. Ha comenzado por China, pero sólo ha sido un primer paso. De momento su fábrica de Medina del Campo (Valladolid) va a aumentar su capacidad de producción y a la planta china de Luoyang es probable que venga a unirse pronto otra fábrica de montaje fuera de España.



## BIOMASA

### Mientras hay vida hay energía

Qué fuentes de biomasa pueden utilizarse como energía? Las posibilidades son enormes, de procedencia distinta y con ventajas e inconvenientes propios que hemos analizado con la ayuda de los expertos de la Unidad de Botánica Agrícola, de la Universidad Politécnica de Madrid.

Ya sea biomasa natural, residuos o cultivos energéticos, esta fuente de energía puede utilizar infinidad de recursos con potenciales diversos –enormes en el Tercer Mundo– que vamos conocer.



Las investigaciones para la producción de electricidad a partir de la solar térmica están tan avanzadas que en España existen al menos cuatro proyectos empresariales en marcha. Son sólo los primeros porque según Manuel Romero, director de la Plataforma Solar de Almería, del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológi-

cas (CIEMAT), "hay muchas empresas interesadas en construir proyectos comerciales pero están esperando que se clarifique el marco legal, que se conozca la prima a la que tendrá derecho el kilovatio hora producido por una central solar térmica. Es el principal inconveniente porque la tecnología ya está madura".

■ España, potencia eólica mundial

pág. 12

■ Entrevista a Emilio Menéndez

pág. 28

■ Hoteles que ahorran energía

pág. 36



las energías tradicionales se están agotando...

[www.energias-renovables.com](http://www.energias-renovables.com)

## DIRECTORES:

Luis Merino

lmerino@energias-renovables.com  
Pepa Mosquera  
pmosquera@energias-renovables.com

## COLABORADORES:

Anthony Luke, Paloma Asensio,  
Roberto Anguita, J.A. Alfonso.

## CONSEJO ASESOR:

Antonio Martínez, *European Wind Energy Association*.  
María Luisa Delgado, *directora del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT*

Manuel de Delás, *secretario general de la Asociación Española de Productores de Energías Renovables (APPA)*  
Juan Fraga, *secretario general de European Forum for Renewable Energy Sources (EUFORES)*

Julio Rafels, *secretario general de la Asociación Española de Empresas de Energía Solar y Alternativas (ASENSA)*

Ignacio Rosales de Fontcuberta, *presidente de ASIF*

Carlos Martínez Camarero, *Dto. Medio Ambiente de CC.OO.*

Ladislao Martínez, *Ecologistas en Acción*

José Luis García Ortega, *responsable Campaña Energía Limpia. Greenpeace España.*

Isabel Monreal, *directora general del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE).*

Antonio de Lara, *presidente de la Asociación de Fabricantes de Aerogeneradores Españoles (AFAE)*

## FOTOGRAFÍA:

Naturmedia

## DISEÑO ORIGINAL:

Fernando de Miguel

## MAQUETACIÓN:

Ignacio Docampo

Redacción: C/Miguel Yuste, 26. 28037 Madrid  
Teléfono: 91 327 79 50 Fax: 91 327 26 80

## CORREO ELECTRÓNICO:

info@energias-renovables.com

## DIRECCIÓN EN INTERNET:

http://www.energias-renovables.com

## PUBLICIDAD



Presidente: Julio Grande y Andrés

Director General: Carlos Rivas

Jefe Publicidad Madrid: José Luis Rico

Coordinadora: Pilar Torregrosa

C/Miguel Yuste, 26. 28037 Madrid

Teléfono: 91 327 79 50 Fax: 91 327 27 92

Delegación Cataluña

Jefe Publicidad Cataluña: José Luis Ceferino

Travesera de Gracia, 62-2º-5º. 08006- Barcelona

Teléfono: 93 241 44 67

## EDITA

américa  
ibérica

## Presidente:

Julio Grande Rodríguez

Consejero-Delegado y Director General:

Carlos González Galán

## Director Editorial:

Vicente Robles

Directora de Administración:

Paloma Álvarez Ortega

Director de Producción:

Pedro de Lucas

Director de Distribución:

Alfonso Estalrich Rodríguez

Director de Marketing:

Manuel Fernández Palencia

Filmación e integración: PUNTO CUADRADO

Impresión: C.G.A.

## DISTRIBUCIÓN

DISPAÑA

España: Dispaña, S.L. S en C.

Avda. General Perón, 27. 28020 Madrid

Teléfono: 91 417 95 30

Depósito legal: M. 41.745 - 2001

ISSN 1578-6951

## En buena compañía

**A** l cierre de este número nos llegaba la noticia de que EHN se prepara para salir a Bolsa en 2003. Con ello, se convertirá en la primera empresa íntegramente dedicada a las energías renovables que cotice en la Bolsa española. Algo que no sólo confirma el éxito de la firma navarra, sino que es un síntoma muy halagüeño para todo el sector en general. Felicitaciones desde aquí a EHN.

Andamos escasos de lluvias este año. Motivo más que suficiente para recordar lo imperativo que resulta gestionar adecuadamente un recurso tan "caprichoso" como el agua. La minihidráulica es un excelente ejemplo de esa buena gestión, como se puede constatar en el reportaje que dedicamos a la central leonesa de Peña Corada. El agua también protagoniza el proyecto desarrollado por Isofotón en Marruecos y que ha permitido, gracias a la instalación de paneles solares FV, que 10.000 habitantes de la desértica región del Draá dejen de pasar sed.

Otra energía renovable, la eólica, está llevando a España a convertirse en una potencia mundial en esta tecnología, tanto por la potencia instalada como por la pujanza de las empresas que la desarrollan. Made (grupo Endesa), centrada en el diseño y fabricación del cada vez más exigente y competitivo mercado de los aerogeneradores, es una de esas empresas. España también se está "espabilando" y mucho, en el desarrollo de otra tecnología llamada a desempeñar un papel protagonista dentro de muy poco: la pila de combustible. El centro vasco Cidetec es una prueba palpable de ello. Los lectores de Energías Renovables podrán conocer, asimismo, de la mano de Emilio Menéndez –probablemente el mayor experto en el tema– todas las posibilidades de creación de empleo y desarrollo socioeconómico que lleva aparejado apostar por las fuentes limpias de generación de energía y el futuro tecnológico que las espera.

Hasta el mes que viene.



Luis Merino

Pepa Mosquera

## Europa no informa sobre consumo y emisiones de coches

La Comisión Europea ha denunciado a España, Francia, Reino Unido, Alemania e Italia por no haber transpuesto en sus ordenamientos jurídicos, dentro de plazo, una Directiva de 1999 que obliga a informar sobre consumos y emisiones de CO<sub>2</sub> de automóviles nuevos. Se trata de que los coches cuenten con una etiqueta energética. El IDAE ofrece esos datos a través de internet.

Bruselas decidió acudir a la Corte de Luxemburgo tras agotar los pasos previos previstos en el procedimiento de infracción. La fecha límite para la adopción de la Directiva era el 19 de febrero de 2001. La Directiva 1999/94 exige que todos los coches nuevos exhiban una etiqueta energética, similar a la de los electrodomésticos, para informar al consumidor.

La comisaria europea de Medio Ambiente, Margot Wallstrom, manifestó su profunda decepción con estos Estados por no haber respetado todavía sus compromisos. Por ello, les instó a poner sus legislaciones en conformidad con la legislación comunitaria lo más rápidamente

posible, ya que estas normativas son fundamentales para reducir y prevenir la contaminación atmosférica y el cambio climático.

Los coches y los combustibles que emplean han sido objeto de varias denuncias en las últimas semanas. Reino Unido e Italia, por ejemplo, recibieron otra demanda por no transponer una modificación de la Directiva sobre calidad de los carburantes; Alemania, por no transponer la Directiva sobre tenencia de azufre en combustibles líquidos.

### Más información:

[www.idae.es/coches/index.asp](http://www.idae.es/coches/index.asp)



## Cataluña aprobará el Mapa Eólico antes de dos meses

El Mapa Eólico catalán será una realidad antes de dos meses, según el consejero de Medio Ambiente, Ramón Espadaler. Mediante dos decretos, la Generalitat establecerá el Mapa Eólico y definirá las competencias de cada administración en su despliegue.

Ambos decretos están siendo elaborados conjuntamente por los departamentos de Medio Ambiente, Industria y Energía y Política Territorial. El primero de estos decretos contemplará el Mapa Eólico, estructurado en forma de "plan territorial sectorial", en el que se fijarán las zonas donde las condiciones meteorológicas permiten instalar parques eólicos, en función del "impacto ambiental" que pudieran causar.

Según Espadaler, se ha tratado de "encontrar un equilibrio entre la necesidad de producir energía eólica y la preservación del medio natural". La implantación eólica en Cataluña ha estado llena de disputas políticas, que se tradujeron en una firme oposición de todos los partidos, excepto CiU, a los primeros intentos de regulación. La Generalitat se ha fijado el objetivo de instalar más de 1.000 MW eólicos en 2010, lo que supondrá entre un 3,5 a 4,5 % del total de producción eléctrica.

## EHN, premio "Energy Globe 2002"

El grupo EHN ha obtenido el premio internacional "Energy Globe 2002" por su trayectoria empresarial en el ámbito de las energías renovables, concretada especialmente en su implantación eólica en Navarra y Castilla La Mancha. El prestigioso galardón, al que concurrían más de 1.300 candidaturas de 98 países, fue recogido el pasado miércoles por la presidenta de la empresa, Nuria Iturriagoitia, en el curso de una ceremonia de gala celebrada en Linz (Austria), sede de la entidad promotora del certamen internacional.

La entrega del galardón fue efectuada por el ex ministro de Exteriores alemán Hans Dietrich Genscher, quien elogió la trayectoria de EHN en las distintas energías renovables, su modelo de implantación eólica en Navarra y en Castilla La Mancha —"la tierra

de Don Quijote", dijo—, y la dimensión del proyecto emprendido.

### Premio Euromoney

Apenas unos días antes, la revista Euromoney, una de las publicaciones económicas

más prestigiosas del mundo en sectores financieros, concedió el Premio a la Mejor Operación en Financiación de Proyectos del sector eléctrico europeo a una filial de EHN. ¿La razón? El préstamo de 913 millones de euros a Energías Eólicas Europeas (EEE) para la construcción de 31 parques eólicos en Castilla La Mancha que totalizan 1.173 MW.

EHN ya obtuvo en 2000 el "Premio a la Mejor Empresa de Energías Renovables del Mundo", concedido por el Financial Times y el "Premio Príncipe Felipe a la Excelencia Empresarial en Gestión Medioambiental". En siete años, se ha convertido en una de las referencias de las energías renovables a nivel mundial.



### Más información:

[www.ehn.es](http://www.ehn.es)

## El 54% de la energía renovable en la UE procede de la madera

Con una cifra que superaba los 47 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep) en 2000, la energía procedente de la madera convence cada día más por sus ventajas económicas y ambientales en los países de la Unión Europea. Son datos del último barómetro de EurObserv'ER.

**F**rancia, Suecia y Finlandia son los países que más explotan los recursos energéticos de la madera. No en vano, los dos últimos son los que tienen la mayor superficie de bosque en la UE, con 24,4 y 20 millones de hectáreas respectivamente. En Finlandia, el sector energético de la madera permite cubrir el 50% de las necesidades de calor del país, y hasta un 20% de los consumos totales de energía primaria, que quieren que aumenten hasta el 25% en el año 2005.

Aunque en gran medida es un negocio que se escapa a las estadísticas, se calcula que en Finlandia alcanzó una cifra de 2.500 millones de euros en 2000, y supuso el mantenimiento de 26.000 empleos directos. En Francia puede hablarse de 20.000 empleos directos y 30.000 indirectos.

El barómetro de EurObserv'ER calcula que, con los niveles de crecimiento actuales, el sector

podría alcanzar los 62 millones de tep en 2010. Pero las estimaciones del Libro Blanco de las Energías Renovables hablan de 100 millones.

### Más información:

**Observ'ER**  
146, rue de l'Université  
75007 París - France  
Tel: 33 (0) 1 44 18 00 80  
Fax: 33 (0) 1 44 18 00 36  
Observ.er@wanadoo.fr  
www.energies-renouvelables.org  
www.agores.org  
www.eurec.be



## Galicia, primera en producción eléctrica renovable

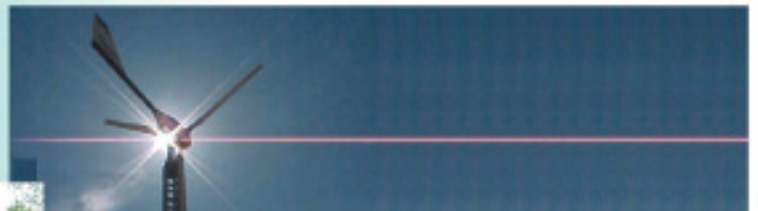
Galicia es la comunidad autónoma que más electricidad de origen renovable produce en España, con un 23% del total.

**L**a producción total alcanzó los 13.000 gigavatios hora (GWh), de los que 3.000 fueron aportados por Galicia. Le siguen Aragón (1.800 GWh), Navarra (1.700) y Cataluña (1.600). Dentro de este concepto se incluyen las energías derivadas de los recursos eólicos, solares, biomasa, residuos e hidráulica (hasta 50 MW).

El mayor porcentaje de la producción renovable en Galicia corresponde a energía eólica, con 2.020 GWh (67,3% del total). A continuación se sitúa la producción hidráulica (749 GWh). La producción de fuentes renovables en Galicia se incrementó el pasado año en un 42,7 por ciento respecto al año anterior, debido especialmente al aumento de la eólica y a una ligera subida de la hidráulica.

Aragón encabeza, con 916 GWh, la producción española hidráulica, seguida de Cataluña, con 790, y Galicia, con 749. Navarra, con 1.700 gigavatios/hora (GWh), es la tercera comunidad autónoma española que más energía produce de fuentes renovables. Andalucía, Asturias y Navarra ocupan, por este orden, los puestos de producción de energía a partir de la biomasa.

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



**J. Bornay**  
AEROGENERADORES

## Los Verdes de Andalucía quieren más renovables

La Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico ha asumido la mayor parte de los cambios exigidos por Los Verdes, con quien les une un acuerdo programático.

El borrador del Plan Energético Andaluz (Plean), fue acordado previamente por la Consejería con sindicatos y empresarios. Fruto de estas exigencias, la Junta asumirá un objetivo más ambicioso en la generación de energía a partir de fuentes renovables. En el borrador, se limitaba a asumir el mínimo fijado por la UE para 2010: el 12% de la producción energética final. Tras la negociación entre PSOE y Los Verdes, el plan impulsará que las renovables aporten un 15%.

La proposición amplía la duración del plan hasta 2010 –sólo estaba previsto hasta 2006– e insta a la Junta a acelerar la creación de la Agencia de la Energía, que coordinará el plan.

La Junta solicitará al Ministerio de Medio Ambiente que establezca una regionalización de las emisiones de gases contaminantes para cumplir con el Protocolo de Kioto. El consejero de Empleo, José Antonio Viera, negociará con las operadoras eléctricas para que no concentren las nuevas centrales de ciclo combinado en Huelva y Cádiz y sustituyan progresivamente las que aún consumen carbón (Los Barrios, Peñarroya y Carboneras) por otras de ciclo combinado.



## Los hogares españoles gastan 1.200 millones en iluminación

Los hogares españoles gastan 1.201 millones de euros al año en iluminación, según las estimaciones realizadas por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). El Instituto recuerda que este alto consumo puede disminuir notablemente con la adopción de buenas prácticas y la utilización de lámparas eficientes.

En este sentido, ofrece los siguientes consejos:

- 1. Aprovechar la luz natural.** La luz del sol es gratis.
- 2. Olvidarse las luces encendidas cuesta caro.** Cuando salgas de una habitación apaga la luz.
- 3. Hay bombillas que gastan mucho menos que las incandescentes.** Se denominan de bajo consumo o fluorescentes compactas y son ideales para puntos de luz con uso diario superior a las 3 horas. Consumen menos de la cuarta parte y duran diez veces más.
- 4. La iluminación localizada es una buena idea.** Contribuye además a crear ambientes más confortables y acogedores.



**5. Utiliza colores claros para decorar tu casa.** El ambiente es más luminoso y necesitará menos luces.

**6. Limpia con regularidad las fuentes de luz.** La suciedad acumulada dificulta la correcta difusión.

**7. Utiliza reguladores electrónicos de flujo para las halógenas.** Permiten adecuar el nivel luminoso a una necesidad concreta.

**8. Acuérdate de los tubos fluorescentes.** Especialmente indicados para baños, cocinas, trasteros y garajes.

**9. Instala detectores de presencia en las zonas de paso.** Activan y desactivan automáticamente la luz.

**10. Elige bien tus lámpara de bajo consumo.** Ten en cuenta las siguientes equivalencias de potencia: 100 vatios=23 vatios; 75 vatios=20 vatios; 60 vatios=15 vatios; 40 vatios=11 vatios; 25 vatios=9 vatios.

**Más información:**

[www.idae.es](http://www.idae.es)

## Fábrica de biodiesel en Mallorca

El Govern de les Illes Balears y la Unión Europea financiarán la construcción en Mallorca de una planta de biodiesel, que utilizará aceites usados de cocina y oleaginosas (soja y girasol). Su puesta en marcha está prevista para 2006.

La UE aportará 2,87 millones de euros (21% del capital), mientras que la comunidad autónoma cubrirá el 46% del presupuesto del proyecto, que asciende a 6,16 millones de euros. El resto será aportado por socios privados.

La planta forma parte del plan europeo SESCO (Sistemas de Energías Sostenibles para Comunidades), cuyo objetivo es fomentar la autonomía energética de regiones aisladas. El plan se desarrollará paralelamente en Baleares y en la montañosa región austríaca de Leoben, con un plazo de ejecución de 54 meses.

La primera fase se centrará en la evaluación de la viabilidad económica,

técnica y medioambiental de la generación de biodiesel, para después iniciar la construcción de la planta de transformación, cuya ubicación está por determinar.

La idea es emplear aceites vegetales de cocina usados, otros obtenidos de plantas oleaginosas e incluso grasas animales para transformarlos en biodiesel, con una producción estimada de seis millones de litros al año. La planta será gestionada por una empresa privada, pero el combustible será comercializado, con un precio inferior al del gasóleo convencional, a través de la central de distribución de carburantes para agricultores y pescadores que se pondrá en funcionamiento próximamente.



## Garrad Hassan lanza el Bladed Educational para la enseñanza del diseño de

Hace más de diez años que puso a la venta su programa de diseño de aerogeneradores Bladed, que se ha convertido en el estándar industrial, según la propia empresa. Ahora ha lanzado el Bladed Educational, pensado como herramienta de formación.

Más de cincuenta empresas de todo el mundo involucradas en el diseño de aerogeneradores y en sus componentes utilizan ya el Bladed de Garrad Hassan. Fuentes de la empresa aseguran que el programa proporciona "modelos validados con el estado del arte de la ingeniería así como una interfaz intuitiva y fácil de usar".

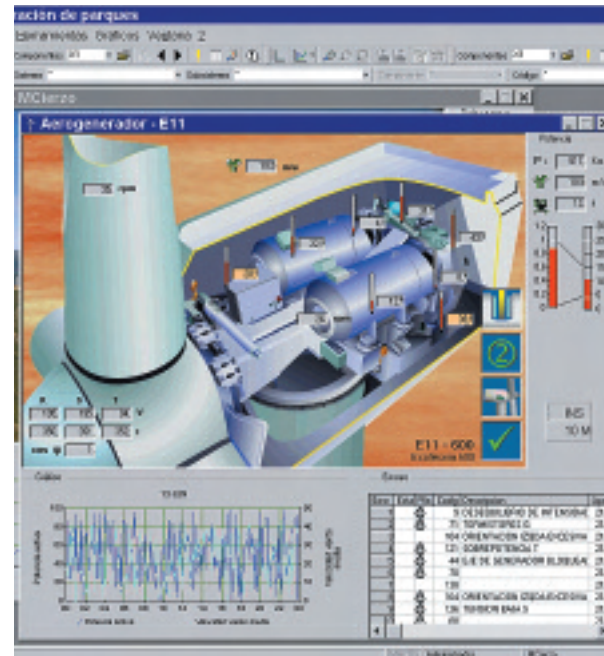
Esta combinación, atractiva para el usuario comercial, también ha llamado la atención de organizaciones involucradas en la enseñanza de la tecnología de los aerogeneradores. Por eso ha nacido el Bladed Educational. Ofrece la misma interfaz del usuario y la mayor parte de la capacidad de análisis de ingeniería de la versión comercial de Bladed. El programa educacional puede

utilizarse para diseñar aerogeneradores tanto en tierra como en offshore y permite una gama de cálculos de rendimiento y de cargas más apropiados para un curso de formación que para un proyecto de diseño comercial.

La primera entrega de Bladed Educational ha sido adquirida recientemente por el Laboratorio de Energías Renovables de la Universidad de Massachussets para utilizarlo como parte de un curso avanzado de formación en energía eólica. Bladed Educational está disponible en Garrad Hassan a un precio de 4.000 euros.

### Más información:

bladed@garradhassan.co.uk  
www.garradhassan.com



# Energías Renovables

FORMACIÓN A DISTANCIA

Programas co-organizados por IUSC y FUECA con  
titulación otorgada por la UNIVERSIDAD DE CÁDIZ



## NIVELES DE ESTUDIO

**Programas Master Universitario**  
Dirigido a Licenciados Universitarios y Diplomados con 2 o más años de experiencia laboral en el sector

**Programas Experto Universitario**  
Dirigido a Diplomados Universitarios y Personas con FP-II, COU y 2 o más años de experiencia en el sector

**Programas Extensión Universitaria**  
No se precisa titulación universitaria

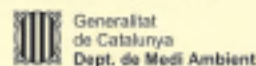
## ÁREAS DE ESTUDIO

Gestión de Energías Alternativas  
Gestión y Tratamiento de Residuos  
Gestión, Tratamiento y Depuración de Aguas  
Dir. y Planificación Medioambiental en la Empresa

solicite información llamando al 902 100 292 o consulte nuestra página web [WWW.IUSC.ES](http://WWW.IUSC.ES)

IUSC. c/ Entenza 332  
08029 Barcelona  
distancia@iusc.es

Con la colaboración de:



## M. Torres proyecta una planta eólica experimental

La instalación, prevista en Navarra, está condicionada por las mediciones de viento que realizará la empresa, y permitirá al grupo ensayar nuevas tecnologías de aerogeneradores.

La nueva planta quedaría instalada en el término municipal de La Lomba de Lodosa, donde el grupo navarro instalará en las próximas semanas una torre de medición de intensidad de vientos. Según los responsables de la firma, estas mediciones no serán definitivas hasta dentro de un año.

Desde hace un año, M. Torres posee en el término de Cabanillas un área similar a la que estudia crear en Lodosa. En este caso, se trata de un solo prototipo de aerogenerador de 1.500 kilovatios, cuyas palas responden a un novedoso concepto con una viga central realizada en fibra de carbono, que incluso permitirá en el futuro su transporte en partes y ensamblaje en campo, según los responsables de la firma. Este aerogenerador se encuentra en la actualidad en proceso de industrialización.

### Más Información:

[www.mtorres.es](http://www.mtorres.es)

## Solener gana el Premio Novo Pyme de American Express

La empresa madrileña Solener, dedicada al diseño y fabricación de sus propias soluciones energéticas a partir de fuentes renovables ha recibido el premio Novo Pyme de American Express por su proyecto "Bombas de desplazamiento positivo".

Muchas de las empresas de energías renovables de nuestro país son pequeñas y medianas empresas que tienen que enfrentarse a los habituales problemas de las pymes. Por eso es una buena noticia que en la primera edición del Premio Novo Pyme de American Express se hayan acordado de una de ellas. El jurado valoró especialmente el proyecto "Bombas de desplazamiento positivo" de Solener, un sistema para el bombeo solar fotovoltaico, que funciona en un espectro de entre 50W hasta 1.400 W, y supera en prestaciones a cualquier otro sistema de bombeo solar. Solener también trabaja en el sector de la fotovoltaica, la energía y la hidráulica.

El acto contó con la presencia de M<sup>a</sup> Isa-



bel Barreiro, directora general de Política de la Pequeña y Mediana Empresa, del Ministerio de Economía, Fernando Fernández Tapias, presidente de la Cámara de Comercio e Industria de Madrid, y Héctor Cuéllar, presidente de American Express de España. El premio, creado por Ameri-

can Express, en cooperación con la Cámara de Comercio e Industria de Madrid, quiere reconocer y fomentar la capacidad de innovación de las pymes.

### Más Información:

Batalla del Salado, 2  
Tel: 91 539 27 00. Fax: 91 530 67 43  
28045 Madrid  
[solener@solener.com](mailto:solener@solener.com)  
[www.solener.com/](http://www.solener.com/)

## Una empresa alemana busca socios para explotar la energía geotérmica del volcán Teneguía, en La Palma

La sociedad Eclareon cree que encierra un importante potencial.

La empresa alemana Eclareon ha planteado al Ayuntamiento de Fuencaliente, en la isla canaria de La Palma, la posibilidad de explotar la energía del volcán Teneguía, aunque hasta principios de 2003 no se conocerán los resultados de los sondeos que decidirán finalmente las posibilidades de esta iniciativa.

Durante cinco meses la empresa Eclareon realizará sondeos en la zona para analizar el potencial energético que podría aprovecharse y que, de antemano, consideran lo suficientemente importante como para intentarlo. Mientras tanto, están buscando inversores institucionales que se

muestren interesados en colaborar en el proyecto. La sociedad de ingeniería y consultoría Eclareon está en contacto con la empresa Terrawat, especializada en energía geotérmica, que explota en la actualidad una planta geotérmica en Las Azores, similar a la que se pretende instalar cerca del Teneguía. La última erupción registrada del volcán se produjo en el año 1971.

Eclareon también ha propuesto la instalación en Fuencaliente de potabilizadoras que desalinizarían el agua del mar mediante el sistema de evaporación y que aprovecharían la energía de la planta geotérmica para su funcionamiento.

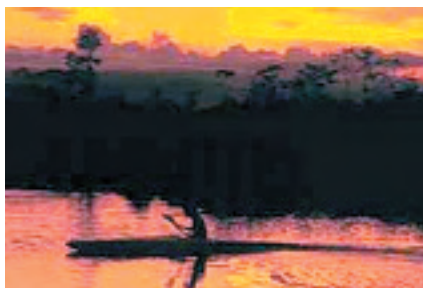


# Energía solar fotovoltaica para el Alto Amazonas

Greenpeace e Ingeniería sin Fronteras han presentado un proyecto para contribuir a satisfacer con energía solar las necesidades sanitarias de la provincia peruana del Alto Amazonas. Los ecologistas enmarcan la acción en la campaña Elige Energía Positiva.

**E**l proyecto consiste en la instalación de sistemas de telecomunicación alimentados con energía solar fotovoltaica en centros de salud aislados de la región, con el fin de que los asistentes sanitarios puedan estar comunicados y se pueda hacer frente a posibles emergencias de manera eficaz.

Forma parte del programa EHAS (Enlace Hispano Americano para la Salud), que se lleva a cabo junto con el grupo de Bioingeniería y Telemedicina de la Universidad Politécnica de Madrid.



Greenpeace enmarca esta actuación en su campaña Elige Energía Positiva, encaminada a hacer ver a todos los gobiernos la necesidad de un compromiso, durante la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible (septiembre de 200, Johannesburgo) de proporcionar energía renovable a 2.000 millones de personas que carecen de los servicios básicos energéticos. Ambas organizaciones movilizarán a sus socios para lograr financiación.

**Más Información:**  
[www.greenpeace.es](http://www.greenpeace.es)

# El ITC, premiado por la desalación con energía eólica

Ha recibido el primer premio Hans E. Moppert que otorga la fundación suiza del mismo nombre.

**E**l Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) ha recibido el primer premio Hans E. Moppert por el proyecto denominado *Sistema hidráulico diseñado para accionar un sistema de desalación de agua de mar utilizando energía eólica*

El trabajo forma parte del proyecto AE-RODESA, desarrollado por los técnicos del ITC Penélope Ramírez y Francisco Valido, con la colaboración del personal del Departamento de Energías Renovables y Agua. A raíz del premio, el ITC ha recibido múltiples declaraciones de interés de diversos centros de investigación y universidades.

**Más Información:**  
[www.itccanarias.org](http://www.itccanarias.org)





Las cifras no dejan lugar a dudas. España se ha convertido en el tercer líder mundial y el segundo europeo en potencia eólica instalada: 3.337 MW al finalizar 2001, a los que se sumarán, previsiblemente, otros 1.000 MW este año. Ante esta situación, sería fácil superar los objetivos planteados para 2010 de contar con 9.000 MW eólicos. Siempre, claro está, que el mercado lo permita.

# España, potencia eólica mundial

**E**l último censo realizado por la Asociación de Productores de Energías Renovables-APPA lo deja bien claro: 3.337 MW de potencia eólica instalada a 31 de diciembre de 2001. Esta cifra supone un aumento de 835 MW con respecto a la misma fecha de 2000, que era de 2.502 MW de potencia instalada, lo que equivale a un 33,37 % de incremento.

Galicia y Navarra son las comunidades que lideran la "marcha". La primera tiene una potencia eólica de 973,485 MW, es decir un 29,1% del total de la instalada en España. Navarra cuenta con 596,810 MW, lo que representa el 17,9 % del total nacional. En tercer lugar aparece Castilla La Mancha, con 499,26 MW (15%), seguida por Aragón, con 464,955 MW (13,9 %), y Castilla y León, con 309,080 MW (9,3%). Andalucía cuenta actualmente con 154 MW y Canarias con 117 MW. En Cataluña, la cifra asciende a 84 MW, mientras que La Rioja ha doblado su capacidad eólica de 2001, terminando el año con algo más de 73 MW. Ahora bien, si nos ceñimos a las regiones que más potencia instalaron en el 2001, el reparto varía un poco: Galicia, 288,41 MW; Aragón, 255 MW; Castilla y León, 98,2 MW; y Castilla la Mancha, 81,02 MW.

APPA señala que estos datos confirman a España en una tercera posición mundial en producción de eólica, sólo por detrás de la inalcanzable Alemania (8.750 MW, el 50% del total instalado en Europa) y Estados Unidos, que en 2001 dio un empujón a la eólica. La asociación destaca, asimismo, que con es-

ta potencia eólica instalada y a un régimen de producción medio de 2.400 horas anuales, se evitan la emisión a la atmósfera de 6.120.000 toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>, se sustituyen 760.000 Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP) y se proporciona la electricidad que pueden consumir 1.700.000 familias.

## Los que llevan las riendas

Galicia, que a finales de 2001 contaba con 66 parques eólicos en funcionamiento, quiere seguir manteniendo su liderazgo, y añadirá este año 350 MW más de potencia eólica, según ha confirmado la Consellería de Industria y Comercio de esta comunidad autónoma, que prevé también la tramitación de 700 MW de potencia en el bienio 2003-2004. El objetivo del II Plan Eólico gallego es que, en 2010, haya instalados 4.000 MW, con lo que se cubriría el 40% del consumo eléctrico en la región. Por el momento, la eólica ya cubrió en 2001 casi el 9% de esa demanda. A reseñar también el empuje que la Xunta está dando a las instalaciones eólicas con una potencia máxima de 3 MW (no incluidas en el Plan) y que se instalan con el objetivo de propiciar el autoabastecimiento o la mejora de la calidad del suministro eléctrico para las pequeñas y medianas empresas del entorno rural. Este tipo de instalaciones podrá ser promovido por particulares o por los propios municipios, y su tramitación será, según la Consellería de Industria, rápida y ágil.

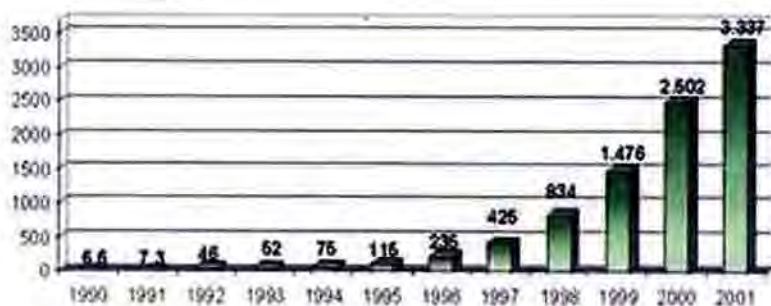
En Navarra, que cuenta con 23 parques operativos y la posibilidad de sumar una docena larga más hasta el año 2010, la eólica

representa el 20% de toda la energía disponible. Un porcentaje que se eleva al 60% si se incluyen todas las fuentes de energía renovable (más la gran hidráulica). En esta región, que ha hecho de las energías limpias una de sus señas de identidad, el modelo de implantación eólica se está haciendo, además, con un gran respeto medioambiental. Prueba de ello son las últimas disposiciones adoptadas por el ejecutivo autonómico en relación a paradas de algunos aerogeneradores en determinadas épocas del año, distancia mínima entre ellos y protección de las aves (ver Energías Renovables nº5).

Según Araceli Muñoz, consejera de Industria y Turismo del Gobierno manchego, Castilla-La Mancha apuesta, igualmente, por un desarrollo eólico ejemplar. Actualmente, en la región hay autorizados 800 MW de potencia y otros 3.000 MW en proyectos de investigación. El objetivo de esta comunidad es contar dentro de cinco años con 2.500 MW de energía eólica, mucho más de la electricidad que actualmente consume toda la Comunidad Autónoma, según datos del sindicato CC.OO. De momento, los 18 parques eólicos instalados —principalmente en la provincia de Albacete— generan 470 MW de energía, una cantidad que equivale a más de la electricidad que se consume en la provincia albaceteña.

El primer objetivo del Plan de Evacuación de las Energías en Régimen especial en Aragón era que en la Comunidad existiesen 720 MW eólicos en el año 2005, algo que muy pronto se superará ya que, entre parques en funcionamiento (27) y autorizados que se

### Evolución acumulada de la potencia eólica instalada en España entre 1990-2001 (en MW)



Todos los cuadros que ilustran este reportaje tienen como fuente a APPAA. En ésta, se ve que el mayor empujón a la eólica se dio en el 2000

habrán de construir a corto plazo (en estos momentos hay 10 en obras), la cifra se situará por encima de los 700 MW a finales del presente año. La prueba del ritmo de crecimiento de la eólica en la comunidad aragonesa es que en 2001 se añadieron 213 MW a los que había previamente, con lo que se llegó a los 464 MW con que cuenta actualmente. Esta cifra supone el 14% de la potencia eléctrica instalada en la región. Pero el objetivo es más ambicioso: que las renovables supongan el 20% del consumo total de energía en Aragón en 2005.

En Castilla y León, los 309 MW de potencia eólica con que finalizó 2001, y que se encuentran repartidos en una treintena de parques, se convertirán en 553 MW cuando entren en funcionamiento los 12 parques que se encuentran en fase de construcción. En total, de acuerdo con el plan eólico presentado el pasado año por el gobierno regional, la comunidad puede llegar a acoger 2.900 MW eólicos.

#### Vientos del sur

En Andalucía, la potencia eólica instalada, e incluso prevista, se concentra en el municipio de Tarifa, pionero de España en este campo con la instalación de la máquina experimental de 100 kilovatios en 1981. La decena de parques instalados en la provincia de Cádiz arrojan una potencia conjunta de 121,8 MW. Almería tiene una instalación, de 13,2 MW, y Málaga acoge la más reciente inaugurada en la CC.AA: el parque eólico Los Llanos, de casi 47 MW de potencia. Autorizados y en trámite hay un puñado más de proyectos, sobre todo en la provincia de Cádiz. El objetivo es alcanzar una producción anual de 5.500 GW gracias a la instalación de 2.200 nuevos MW de potencia eólica y que el conjunto de las energías renovables supongan más del 12% consumida en la CC.AA en 2010.

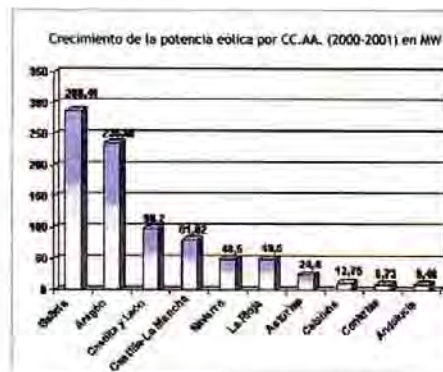
Del total de la potencia eólica instalada en Canarias, 117 MW, y repartida en 40 instalaciones, Gran Canaria concentra el 44,5%.

Pero, dado el peculiar sistema eléctrico de las islas (aislado en cada una), se ha limitado el número de parques eólicos para no desestabilizarlo. En "contrapartida", el gobierno canario ha decidido que la energía eólica alimente todas las plantas desaladoras (más de un centenar) del archipiélago en el horizonte de 2010.

#### Otros "jugadores"

Los nueve parques eólicos aprobados a finales del pasado año por el Gobierno de La Rioja y que entrarán en funcionamiento en 2003, unidos a los dos ya existentes y los cuatro que se inaugurarán en breve, permitirán que la eólica suministre el próximo año el 13% de toda la energía que consume la región. Asturias finalizaba el año con 24 MW de potencia eólica y 3 parques en construcción, que sumarán cerca de 100 nuevos MW al finalizar el presente año. Su vecina Cantabria es más restrictiva. En esta comunidad se acaba de aprobar la instalación de seis parques, pero el desarrollo eólico está sometido a moratoria para analizar con detalle su impacto ambiental, y de los 10 proyectos presentados, que sumarán una potencia de 600 MW, la mayoría serán desestimados (dos no han sido ya admitidos), según ha comunicado el gobierno cántabro. En Euskadi, el plan de desarrollo eólico contempla la construcción de seis parques en la comunidad, con el objetivo de que el 12% de la energía consumida en esta CC.AA. provenga de fuentes renovables para el año 2005.

**La potencia eólica instalada proporciona la electricidad que pueden consumir 1.700.000 familias y evita la emisión a la atmósfera de 6.120.000 toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>**



Galicia quiere seguir manteniendo su liderazgo en potencia eólica instalada y este año añadirá otros 350 MW.

#### ■ Instalaciones eólicas por Comunidades a 31-12-2001

Comunidad Autónoma	Nº Instalaciones eólicas
Andalucía	12
Aragón	26
Asturias	1
Canarias	40
Castilla-La Mancha	14
Castilla y León	23
Cataluña	5
Comunidad Valenciana	1
Galicia	50
La Rioja	2
Navarra	23
País Vasco	1
TOTAL	198

Fuente: APPA

## España, potencia eólica

**La buena situación de la eólica se manifiesta también en la pujanza de los fabricantes españoles de aerogeneradores.**

### ■ Un poco de historia

El primer programa de investigación y aprovechamiento de la energía eólica en España fue puesto en marcha en 1979 por el Ministerio de Industria y Energía, a través del Centro de Estudios de la Energía. Constaba de dos fases iniciales. Por una parte, en colaboración con el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), se estudió el potencial eólico en España, lo que permitió trazar el mapa del potencial existente; por otra, se diseñó y fabricó una máquina experimental, de 100 kW, con una velocidad de viento de 12 m/s, que quedó emplazada en Tarifa (Cádiz), la zona que reunía las mejores condiciones eólicas, y cuyas pruebas comenzaron en 1983. Nueve años más tarde ya estaban en funcionamiento 14 parques, cifra que llega a las 36 instalaciones en 1996, año en que la Comisión Europea concede una subvención de 19.000 millones de pesetas para fomentar las energías renovables, a través de inversiones directas del IDAE. A partir de ahí, las cifras se multiplican año tras año, y finales de el pasado mes de enero había ya 214 parques, un total de 6.568 aerogeneradores y 3.846, 830 MW de potencia instalada.

La apuesta en la Comunidad Valenciana, según el plan eólico aprobado en julio de 2001, es contar con una potencia instalada próxima a los 1.700 MW dentro de cinco años repartida en 40 parques. Con ello, se alcanzará una producción energética de más de 5.000 GWh anuales, que supondrá en torno al 15% del consumo eléctrico regional en el 2007. En Cataluña hay 5 parques eólicos operativos ( 83,7 MW de potencia conjunta). Pero está paralizado el segundo proyecto de mapa eólico elaborado por la Generalitat, dos años después de retirado el primero, y, de acuerdo con APPA, esta Comunidad Autónoma está en mala posición para cumplir los requerimientos de la directiva europea de energías renovables aprobada por la Comisión Europea el pasado setiembre, en el sentido de que la electricidad tiene que tener un 29,4% de su origen en energías renovables. En Murcia, que de momento tiene instalados 11,22 MW de potencia eólica, se han presentado proyectos para la construcción de parques por una potencia conjunta de 2.800 MW, aunque es fácil imaginar que bastantes serán desestimados.

Fuera del recuento quedan las comunidades de Madrid, Extremadura y Baleares. En la primera se acaba de aprobar un plan de subvenciones a las energías renovables (el primero en esta CC.AA), pero el gobierno regional ha dejado claro que Madrid no tiene las condiciones adecuadas para acoger grandes instalaciones eólicas. El gobierno extremeño, por su parte, pone infinidad de trabas a la implantación de la energía eólica, argumentando, como principal razón, que los aerogeneradores afectarían negativamente al ecoturismo en la región. Baleares, por último, si parece dispuesta a permitir su desarrollo y, de momento, tiene en marcha un proyecto que conjuga viento y patrimonio cultural: rehabilitar un centenar de viejos molinos para la generación de energía eléctrica.

### La industria

La pujanza de la energía eólica en España se manifiesta también en los fabricantes de aerogeneradores. Tres de ellos, Gamesa, Ecotécnica y Made, se encuentran entre los 10 primeros del mundo, con Gamesa ocupando el segundo puesto, sólo por detrás de la danesa Vestas. Otro dato: más del 85% de la capacidad eólica instalada en España a finales del año 2001 ha sido suministrada por fabricantes nacionales usando tecnologías propias, si bien el mercado está abriéndose, aunque despacio, a los extranjeros, especialmente en el campo de las máquinas multimegavatios. Pero esta tecnología también está siendo desarrollada e implantada por los mayores fabricantes españoles (Gamesa, Made, Ecotècnia e Izar-Bonus) que, además, están ganando cada vez más presencia internacional.

Aún así, APPA advierte sobre el descenso en el crecimiento de la potencia eólica instalada con respecto al año 2000, "lo que puede ser una primera señal de alarma sobre una desaceleración en la implantación de esta tecnología en España". Añade que pese a que el acceso a la red está garantizado por la Ley del Sector Eléctrico 54/1997, "la realidad del día a día para la instalación de parques eólicos viene marcada por las infinitas trabas administrativas y los gravosos problemas por la falta de líneas de evacuación y la conexión a red gestionada por las empresas distribuidoras".

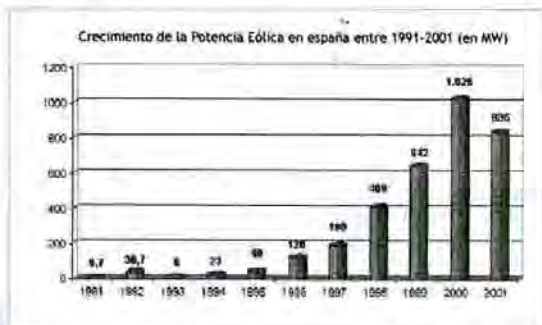
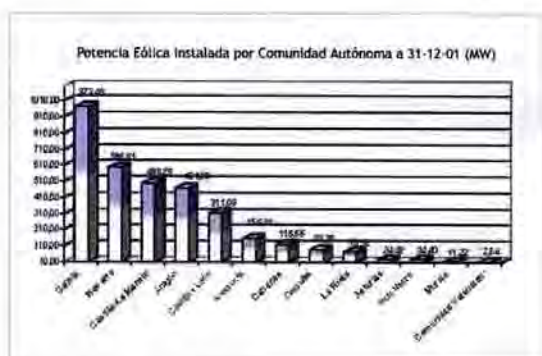
En cuanto a la controversia suscitada por el impacto de los parques eólicos —con Cataluña como máximo exponente—, la asociación afirma ser la primera defensora de la instalación responsable y recuerda su demanda de zonas de exclusión para los aerogeneradores, caso de los parques nacionales y los parques naturales.

### Más información:

Consejerías de Industria y Energía de las CC.AA y agencias regionales de Energía.

IDAE: [www.idae.es](http://www.idae.es)

APPA: [www.appa.es](http://www.appa.es)



El cuadro que aparece sobre estas líneas ilustra sobre el descenso de potencia eólica instalada en 2001 respecto a 2000. El de arriba recoge la situación por Comunidades Autónomas.

### ■ Por qué una prima

La energía eólica está percibiendo una prima por kWh vertido a la red de 0,028 € (4,82ptas). El mantenimiento de esta prima, que ha jugado un papel muy importante en el desarrollado de la capacidad eólica en España, se justifica ante la necesidad de internalizar los beneficios medioambientales y sociales de esta energía, y ante la ausencia de mecanismos que obliguen a las fuentes energéticas convencionales a internalizar los impactos que provocan.

# Made se afianza entre los grandes

Tal vez, el nivel de la industria eólica en España nos anime a pensar que es fácil estar en lo más alto. Nada más lejos de la realidad. El territorio reservado a los mayores fabricantes de aerogeneradores del mundo es casi un bastión inexpugnable. Pero para Made va a dejar de serlo. "Hemos estado callados durante algún tiempo –dicen– mientras trabajábamos duro; ahora vamos a hablar con hechos".

**A** veces, las palabras se las lleva el viento. Otras, se quedan para poder demostrar que eran ciertas y que estaban muy pensadas. Antonio de Lara, director general y administrador mancomunado de Made Tecnologías Renovables dijo hace unos meses lo de hablar con los hechos. Y en poco tiempo, aquellas palabras han comenzado a tomar forma. La última noticia es la ampliación de la capacidad de producción de la fábrica que Made tiene en Medina del Campo (Valladolid), tras la firma de un contrato con Energías y Recursos Ambientales (EyRA), del Grupo ACS, para el suministro de 110 MW. Un contrato de más de 70 millones de euros que supondrá la instalación de tres parques eólicos en la provincia de Palencia.

## Fábricas en China y en otros países

Pero hay más detalles que permiten adivinar esa intención de "hablar con hechos". Para Made, China parece estar a la vuelta de la esquina, a juzgar por lo bien que se mueve en un escenario tan lejano donde ha conseguido ya una cuota de mercado del 14%. El pasado mes de febrero vendió 50 máquinas del modelo AE-46/I de 660 kW; lo hizo a través de su filial, Yituo-Made. Generarán electricidad en el parque eólico de Beijing Guanting, cerca de Pekín, en el que supone el sexto parque de Made en China. En conjunto han instalado ya en el país asiático 92 turbinas que suman 55,4 MW de potencia instalada. Con decir que la página web de Made está disponible en chino es fácil hacerse una idea de las inten-



Arriba puede verse una imagen digital del AE-52 de 800 kW, uno de los aerogeneradores más consolidados de Made. A la izquierda, el parque eólico de Los Lances, en Tarifa (Cádiz), con máquinas AE-46.

ciones de la empresa, que cuenta con una fábrica de aerogeneradores en Luoyang, coparticipada con el grupo industrial Yituo. Sólo es la primera. Salvador Soler, director de Expansión de Made, asegura que "estamos contemplando montar alguna fábrica más fuera de España, de la que pronto habrá noticias". Con las habituales reservas que utilizan las empresas con este tipo de información, Salvador Soler recuerda la voluntad de "consolidarse en el mercado español y extenderse en los próximos dos años por medio mundo: la cuenca del Mediterráneo –en países del norte y del sur–, Estados Unidos, México, Brasil y Japón".

## De la mano de Endesa

Made es la apuesta renovable de Endesa, la mayor compañía eléctrica de España. Un certificado de garantía indudable a la hora de

verter energía a la red y de ganarse la confianza de promotores y clientes, que no son sólo eólicos, porque en la planta de Medina del Campo también se fabrican paneles solares térmicos. Por cierto, la división solar también prepara novedades.

Pero el dominio del viento les quita el sueño desde hace más de una década y, lejos de amilanarse ante la capacidad demostrada por países como Alemania o Dinamarca, desde el principio apostaron por trabajar con tecnología propia. "Llegaremos a ser una de las primeras empresas del mundo en tecnología eólica" asegura Antonio de Lara. Y en esas están.

Algunos de sus aerogeneradores, como los modelos AE-46/I, AE-52 y AE-61 están considerados entre las máquinas más robustas del mercado, tal y como lo demuestran sus altos niveles de disponibilidad y el hecho de que dos de ellos, el AE-46 y el AE-61, están certificados por Germanischer Lloyd (curva de potencia, ruido, calidad de la energía, y medida de cargas), la misma entidad que ha certificado a Made con la ISO 9001 de calidad. El AE-52 está tramitando ahora ese certificado.

Además de la producción de aerogeneradores, Made ofrece a sus clientes una gama de servicios que incluyen desde estudios de viabilidad técnica-económica para conocer las posibilidades de su inversión hasta la gestión integrada de los parques eólicos a tra-

**En colaboración con la Universidad de Sevilla, Made está desarrollando nuevos aerogeneradores que permitan una mejor integración en la red**

La cuenca mediterránea, Estados Unidos, México, Brasil y Japón son los potenciales mercados en los que Made ha empezado a buscar posiciones. De hecho, la empresa está contemplando la posibilidad de abrir una nueva fábrica de aerogeneradores fuera de España.



vés del Geswind, con el objetivo de maximizar la producción en todo momento. El sistema Geswind permite la gestión y el control de parques eólicos en tiempo real a través de internet. Cualquier propietario de un parque eólico puede conocer en todo momento el rendimiento de sus máquinas, las condiciones de viento en las que están operando y cualquier posible incidencia que pueda sufrir alguno de los aerogeneradores del parque. Como dice Antonio de Lara, "es como si un operario viviese día y noche en las carcasas de los aerogeneradores".

#### Mejorar la conexión a red

Con toda probabilidad, el próximo mes de septiembre, en la feria Power Expo que se celebra en Zaragoza, Made exhibirá una góndola prototipo de su turbina AE-90 de 2 MW de potencia. Una máquina de paso y velocidad variables que empezará a instalarse a finales de este año. Será un salto cualitativo importante ya que el aerogenerador más grande que comercializa Made en este momento es el AE-61 de 1.320 kW. El AE-90 tiene 90 metros de diámetro de rotor y es capaz de regular la velocidad de giro del generador entre aproximadamente 750 y 1.650 rpm; un rango superior al 100%. Según Ángel González, del Departamento de I+D, "con esta flexibilidad se optimiza el rendimiento aerodinámico ya que los aerogeneradores de velocidad variable, comúnmente, consiguen tan solo un rango entre el 20 y el 30%, y no pueden ser óptimos con vientos bajos, que son precisamente los más frecuentes".

La empresa ha dado en el clavo con algunas máquinas como la AE-52 de 800 kW. Ángel González piensa que "por producción energética y adaptabilidad a los diferentes regímenes eólicos, y por la experiencia adquirida en el desarrollo y puesta a punto de este aerogenerador, de paso y velocidad variables, Made entiende que los nuevos aerogeneradores han de hacerse incorporando dichas tecnologías y diseñando turbinas de mayor po-



tencia y tamaño". Durante el verano entrarán en funcionamiento dos nuevas máquinas de 800 kW, la AE-56 y la AE-59.

Uno de los temas más candentes de la energía eólica se refiere al grado de inestabilidad que parecen aportar los parques eólicos a la red eléctrica. Por ello, "Made está colaborando con la Universidad de Sevilla en el desarrollo de una nueva generación de aerogeneradores de velocidad variable de alta potencia con prestaciones más avanzadas que las actuales, que permitan fundamentalmente la mayor penetración y la mejor integración de este tipo de sistemas en la red eléctrica de distribución", señala Ángel González. La idea es que cada aerogenerador o cada parque contribuya a esa estabilidad mediante el control de la inyección o absorción de potencia activa de dicha red. Inyectando o absorbiendo potencia reactiva también pueden contribuir a regular la tensión. Por otro lado, el uso de técnicas avanzadas de modulación del inversor de conexión puede mejorar la calidad de la energía vertida en la red.

El Departamento de I+D de Made trabaja también para optimizar la captura de energía del viento con velocidades bajas, utilizando técnicas novedosas de control basadas en lo que los expertos denominan "Lógica Borrosa" (Fuzzy Logic). Y ante la pregunta de si tanto esfuerzo tecnológico se notará en los precios de las máquinas, Ángel González comenta que "actualmente están entre unos 600 euros por kW instalado en máquinas de paso fijo y unos 660 euros por kW instalado en máquinas de paso y velocidad variables".

Más información:

Made Tecnologías Renovables

Paseo de la Castellana, 95-Planta 29.

Torre Europa

28046 Madrid

Tel: 91 598 41 93. Fax: 91 597 48 93

made.comercial@made.es

www.made.es

#### ■ Parques eólicos con aerogeneradores MADE en el extranjero

Parque	Ubicación	Modelo Aerogenerador	Potencia Nominal (kW)	Nº aerog.	Potencia Total (kW)	Año
Jilin	China	AE-46/I	660	11	7.260	1.999
Yingkou	China	AE-46/I	660	9	5.940	1.999
Xilin	China	AE-30	330	16	5.280	2.000
Sidi Daoud	Túnez	AE-32	330	32	10.560	2.000
Chifeng*	China	AE-46/I	660	6	3.960	2.000
Ampl. Sidi Daoud*	Túnez	AE-46/I	660	10	6.600	2.002
			800	1	800	2.002
			1.320	1	1.320	2.002
Beijing*	China	AE-46/I	660	50	33.000	2.002
<b>TOTAL</b>				<b>136</b>	<b>74.720</b>	

\* Parque en ejecución



## ■ Parques eólicos con aerogeneradores MADE en España

Parque	Ubicación	Modelo Aerogenerador	Potencia Nominal (kW)	Nº aerog.	Potencia Total (kW)	Año
Monteahumada	Tarifa (Cádiz)	AE-20	150	7	1.050	1.989
Cabo Creus	Rosas (Gerona)	AE-15	75	2	150	1.990
		AE-18	110	4	440	1.990
Granadilla	Granadilla (Tenerife)	AE-20	150	1	150	1.990
Juan Grande	Tirajana (G. Canaria)	AE-20	150	1	150	1.990
La Muela I	La Muela (Zaragoza)	AE-15	75	1	75	1.990
		AE-18	110	1	110	1.990
Cabo Vilano	Gamanitas (Coruña)	AE-20	150	20	3.000	1.992
Granadilla	Granadilla (Tenerife)	AE-26	260	1	260	1.992
Pesur	Tarifa (Cádiz)	AE-20	150	35	5.250	1.992
Triple E	Tarifa (Cádiz)	AE-23	180	16	2.880	1.992
Los Valles	Lanzarote	AE-23	180	6	1.080	1.993
Agate	Gran Canaria	AE-20	150	1	150	1.994
Barranco Tirajana I	Tirajana (G. Canaria)	AE-23	180	7	1.260	1.994
Cañada de La Barca	Fuenteventura	AE-23	180	27	4.860	1.994
		AE-30	330	18	5.940	1.994
Garafia	La Palma	AE-23	180	7	1.260	1.994
Montaña de San Juan	Hierro	AE-23	180	1	180	1.994
Aragón	La Muela (Zaragoza)	AE-30	330	16	5.280	1.995
Monteahumada	Tarifa (Cádiz)	AE-30	330	3	990	1.995
A Capelada I	Cedeira (Coruña)	AE-30	330	50	16.500	1.996
Agate	Gran Canaria	AE-30	330	4	1.320	1.996
Barbanza I	Coruña	AE-30	330	60	19.800	1.996
Enix	Enix (Almería)	AE-30	330	40	13.200	1.996
Granadilla	Granadilla (Tenerife)	AE-46/I	660	8	5.280	1.996
La Espina	Gomera	AE-23	180	2	360	1.996
La Muela II	La Muela (Zaragoza)	AE-30	330	40	13.200	1.996
Monteahumada	Tarifa (Cádiz)	AE-41 PV	500	1	500	1.996
Santa Lucía	Tirajana (G. Canaria)	AE-30	330	16	5.280	1.996
A Capelada II	Cedeira (Coruña)	AE-30	330	45	14.850	1.997
Barbanza II	Coruña	AE-46/I	660	1	660	1.997
Fuencaliente	La Palma	AE-32	330	5	1.650	1.997
Sierra del Madero I	Oivega (Soria)	AE-30	330	45	14.850	1.997
Barbanza II	Coruña	AE-32	330	26	8.580	1.998
Bustelo	Bustelo-Muras (Lugo)	AE-32	330	76	25.080	1.998
		AE-32	330	48	15.840	1.998
Finca de Mogan I	Arico (Tenerife)	AE-32	330	35	11.550	1.998
Finca San Antonio	Tirajana (G. Canaria)	AE-32	330	5	1.650	1.998
Los Lances	Tarifa (Cádiz)	AE-46/I	660	8	5.280	1.998
Páramo de la Lora	Palencia	AE-45 VB	600	1	600	1.998
Sierra del Madero II	Oivega (Soria)	AE-46/I	660	21	13.860	1.998
A Cerba	Lugo	AE-46/I	660	30	19.800	1.999
Aragua	Las Palmas	AE-46/I	660	7	4.620	1.999
Barranco Tirajana I	Tirajana (G. Canaria)	AE-32	330	1	330	1.999
Finca de Mogan II	Arico (Tenerife)	AE-46/I	660	2	1.320	1.999
		AE-32	330	16	5.280	1.999
La Muela III	La Muela (Zaragoza)	AE-46/I	660	25	16.500	1.999
Punta de Teno	Tenerife	AE-32	330	6	1.980	1.999
Vitalba	Lugo	AE-46/I	660	38	25.080	1.999
Escucha	Escucha (Teruel)	AE-46/I	660	29	19.140	2.000
La Unión	La Unión (Murcia)	AE-46/I	660	8	5.280	2.000
Monteahumada	Tarifa (Cádiz)	AE-52/I	800	1	800	2.000
		AE-61/I	1320	1	1.320	2.000
Sotavento	Montero (Coruña)	AE-46/I	660	4	2.640	2.000
		AE-61/I	1320	1	1.320	2.000
		AE-52/I	800	1	800	2.001
Montouto	Abadín y Muras/Lugo	AE-46/I	660	31	20.460	2.001
Pico Gallo	Tineo (Asturias)	AE-46/I	660	37	24.420	2.001
Caxado y Pena de Loba*	La Coruña	AE-46/I	660	74	48.840	2.001
Paladeira y Coto Teixido*	La Coruña	AE-46/I	660	72	47.520	2.001
El Puerto*	Escucha (Teruel)	AE-46/I	660	18	11.880	2.001
Trinidad*	Escucha (Teruel)	AE-46/I	660	20	13.200	2.001
Navas del Marqués	Ávila	AE-46/I	660	74	48.840	2.001
Pedra Xantada*	Lugo	AE-46/I	660	33	21.780	2.001
Pena Luisa*	Lugo	AE-46/I	660	33	21.780	2.001
Carcelen*	Albacete	AE-52/I	800	62	49.600	2.002
Sierra del Cortado*	Soria	AE-61/I	1320	14	18.480	2.002
Tortosa*	Tarragona	AE-61/I	1320	23	30.360	2.002
Tarazona*	Zaragoza	AE-52/I	800	12	9.600	2.002
Peña Grande y Silén*	Lugo	AE-46/I	660	46	30.360	2.002
El Cayo y Castilfrío*	Soria	AE-52/I	800	66	52.800	2.002
Lubián*	Zamora	AE-52/I	800	37	29.600	2.002
Mas de la Potra*	Tarragona	AE-61/I	1320	2	2.640	2.002
El Motarro*	Tarragona	AE-46/I	660	4	2.640	2.002
Lomillas y Peñarada*	Palencia	AE-61/I	1320	64	110.880	2.002

TOTAL

1.624

926.295

\* Parque en ejecución

Con HEFA Tower Hoist el servicio y mantenimiento es fácil, eficaz y de mejor calidad, aumentando así la producción.

El elevador está montado directamente a la escalera de emergencia.

HEFA Tower Hoist para torres, tiene una estructura robusta y rígida, y en su desarrollo sé ha prestado atención especial a la seguridad.

# HEFA Tower Hoist

## Datos Técnicos:

- 250 kgs. ó 2 personas
- 18 m / min.
- Hasta 150 m.
- Montaje rápido
- Acceso fácil a la escalera de emergencia
- La escalera de emergencia está incluida en la estructura del elevador
- Control de sobrecarga automático
- Estructura rígida
- Precio competitivo
- Gran atención a la seguridad



Representación en España y Portugal:

RECONSULT • Víctor Catalá, 2-4, 2º 3ª

08190 Sant Cugat del Vallès, Barcelona, Spain

Tel.: +34 93 674 33 77 • Fax +34 93 675 23 46

E-mail: reconsult@terra.es • www.hefa.dk

# Agua para el Draá

Son varios los trabajos que Isofotón ha llevado a cabo en Marruecos. De entre todos ellos destacan las instalaciones solares realizadas por la empresa española en el valle del Draá, que han permitido a los habitantes de la zona disponer fácilmente del recurso más valioso en un lugar desértico: el agua.



gar al pozo. La instalación de los generadores solares ha cambiado radicalmente la situación. Pero el trabajo desarrollado en el Draá ha ido más lejos, abarcado actuaciones de carácter social y humanitario, lo que ha permitido conocer las condiciones sanitarias de estas poblaciones y desarrollar las labores formativas adecuadas entre sus habitantes de para mejorarlas.

## "Buena" y sana

Las primeras bombas fotovoltaicas se pusieron en marcha a partir de febrero de 1997 en las localidades de Iferd, Oum Euromane, Ait Mersid, Abdi Nilemchane y Ourika, con sistemas de entre 1500 y 3800Wp de potencia, después de que se llevaran a cabo las obras de infraestructura correspondientes a los pozos, a los depósitos y a las conducciones entre ambos. Desde aquella actuación, cada poblado fue avanzando en la

puesta a punto de una organización local específicamente encargada de gestionar el nuevo recurso que, además, ha supuesto un cambio notable en la forma tradicional de utilizar el agua, tanto en términos de disponibilidad como de usos y costumbres en torno a ella. Así, mientras que antes los habitantes de estos pueblos extraían el agua de diferentes pozos según la dedicaran al consumo humano o a otros usos (riego, higiene personal, abrevaje del ganado, etc.), ahora el bombeo desde los pozos seleccionados por el proyecto y la introducción de grifos en las casas han hecho coincidir el agua de mejor sabor con la más accesible y ha provocado, al tiempo, la fusión de los dos sistemas del uso tradicional del agua. Asimismo, ha contribuido a acabar con otro problema asociado a la extracción del agua de pozos artesanales: la conta-

**E**l Draá era, antiguamente un poderoso río, el más caudaloso y largo de Marruecos. Hoy, sus aguas, que nacen cerca de Ouarzazate, desaparecen bajo la arena tras recorrer apenas 250 kilómetros. Por eso, el trabajo realizado por Isofotón en esta zona del sur de Marruecos, límite entre el Anti-Atlas y el desierto del Sahara, cobra mayor importancia.

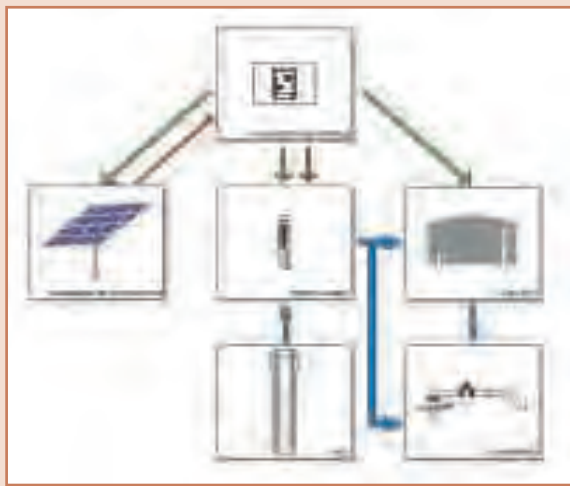
El proyecto lleva el nombre de Cipie, la ong española que lo ha impulsado en colaboración con la marroquí Tichca, el Instituto de Energía Solar IES y la firma malagueña, y está permitiendo a los habitantes de la antaño fértil región y ahora casi desértica mejorar de manera notable sus condiciones de vida. "Hemos instalado en la región 22 sistemas de bombeo alimentados con energía solar fotovoltaica (48 Kw). Estos sistemas permiten extraer más de 600.000 m<sup>3</sup> de agua, y que ésta les llegue a unas 10.000 personas", explica Ismael Rai, responsable del proyecto por parte de Isofotón. Antes, los habitantes de esta región, salpicada de poblados de entre 100 y 2.000 habitantes —buena parte de las cuales aún carecen de luz eléctrica—, tenían que extraer el agua manualmente de pozos, y en algunos casos no les quedaba otra opción que desplazarse más de 35 kilómetros hasta lle-

## ■ Esquema de la instalación

El sistema fotovoltaico de bombeo de agua consta de cuatro elementos principales:

- Generador solar
- Inversor/variador de frecuencia
- Conjunto motor-bomba sumergible
- Red de distribución de agua

A estos elementos hay que añadir los materiales auxiliares de infraestructura (cables, estructuras soporte, toma de tierra, etc.) y los equipos específicos necesarios en cada instalación (presostatos, temporizadores, etc.)





El éxito de las instalaciones de bombeo solar FV realizadas por ISOFOTÓN en las poblaciones del Draá se debe, en gran medida, a la implicación de la población local, que desde el primer momento se involucró de lleno en el proyecto. Este ha sido desarrollado en colaboración con dos ong, la española CIPIE y la marroquí TICHCA, y el Instituto de Energía Solar IES. Las imágenes ilustran distintas fases de los trabajos realizados.

minación provocada por la acumulación de bacterias en los viejos sistemas de distribución y almacenaje.

“Desde el primer momento, los habitantes de los poblados mostraron un enorme interés y se implicaron a fondo en el proyecto, lo que fue determinante para su éxito”, asegura Rai. De hecho, la experiencia resultó tan positiva que en septiembre de 1998 se instalaban sistemas FV de bombeo en otras cinco poblaciones del Draá: Lamkatra, Tinerden, Tizguine, Tamsahalte y Bouzergane. A finales de 1999 y comienzos del 2000 el proyecto se ampliaba de nuevo con otros 12 bombeos, de 24 Kw de potencia total, repartidos en sistemas con potencias que varían entre 750 y 5000 Wp. en las poblaciones de Touna N’Laaraben, Isdaouen, Ouagloute, Taghzoute, Imzoughen, Tarmight, Iznaguen, Amezgane, Ait Zineb, Fint, Tafchna y Tissergate.

### La mejor combinación

Obtener agua mediante estos sistemas supone, además, una de las formas más eficientes de usar la energía solar fotovoltaica en zonas desérticas. Varias razones lo explican. Una de ellas es que la mayor cantidad de radiación solar suele coincidir con la de mayor necesidad de agua. “Esta concordancia temporal de oferta y demanda de energía permite suprimir, la mayoría de las veces, un almacenamiento de energía eléctrica. Y si se precisa esa reserva, se puede utilizar el mismo agua como medio de acumulación, evitando, de este modo, recurrir al almacenamiento de energía en baterías”, explica Rai. “Una bom-

ba alimentada por un generador diesel en la zona de un pozo de agua potable es poco conveniente, pues existe el riesgo de una contaminación del pozo a causa del combustible”, añade. “Además, presenta problemas logísticos de suministro y transporte de carburante y tiene un mantenimiento complejo y costoso. Problemas que no se presentan con la utilización de los generadores fotovoltaicos”.

En consecuencia, los sistemas de bombeo instalados por Isofotón en el Draá están pensados y fabricados especialmente para el uso de los paneles fotovoltaicos de una forma directa, sin utilizar baterías de almacenamiento. Las bombas elevan agua en una cantidad proporcional a la radiación solar que incide en los módulos FV (que van conectados a esta a través de un inversor de frecuencia variable) y luego el agua extraída se vierte en un depósito de acumulación, quedando almacenada para su uso cuando se estime oportuno. Normalmente, este sistema empieza dando un caudal reducido durante las primeras horas del día, para ir aumentando progresivamente hasta el mediodía y disminuir hacia la tarde. Por tanto, en estos sistemas se habla en términos de litros/día y no de litros/hora, como es habitual, ya que no se puede asegurar un caudal definido a la hora puesto que las condiciones de insolación varían de forma aleatoria dependiendo de la climatología.

Los generadores solares instalados en el Draá constan, además, de una serie de elementos que aseguran su funcionamiento óptimo. Incluyen un equipo inversor/variador de frecuencia, que chequea la potencia disponible en el campo fotovoltaico en cada momen-

to (ésta varía según la radiación solar recibida), para asegurarse de que el motor-bomba recibe la frecuencia idónea en cada instante. El motor-bomba se encarga, por su parte, de transformar la energía eléctrica obtenida por los paneles FV en energía hidráulica. O lo que es lo mismo, en un cierto caudal de agua para el llenado del depósito. Por último, el sistema se completa con la red de distribución de agua. Esta comprende toda la canalización desde el brocal del pozo hasta la distribución final al usuario, pasando por el depósito de almacenaje, que garantiza el abastecimiento a la población en días de radiación escasa o nula, ya que generalmente el sistema bombea a diario más agua de la que se consume.

Claro que estos sistemas solares no van a lograr que en las riveras –hoy “fantasmas”– del Draá vuelvan a dormir los cocodrilos, como se dice que hacían según relatan los textos antiguos. Pero lo que si es seguro es que, además de permitir a los habitantes de la región disponer de un recurso tan vital como el agua, están contribuyendo a que la región recupere, al menos en parte, su prosperidad perdida.

### Más información

#### – Isofotón

Oficinas centrales: c/ Montalbán, 9, 2ª izda. 28014 Madrid.

Tel: 34 91 531 26 25. Fax: 34 91 53110 07

E-mail: isofoton@isofoton.es

www.isofoton.es

#### – IDAE

Tel: 91 456 49 07

www.idae.es

# Centrales eléctricas termosolares, la tecnología a punto

Todo apunta al sol como principal fuente de energía a medio plazo. Las investigaciones para la producción de electricidad a partir de la solar térmica están tan avanzadas que en España existen al menos cuatro proyectos empresariales en marcha. Es sólo el comienzo.

La energía que llega del sol es inmensa pero muy difusa. En la base de cualquier tecnología que pretenda aprovechar esa energía subyace la idea de concentrar la mayor radiación posible que, en el caso de las centrales solares térmicas para producción de electricidad, se destina luego a calentar un fluido a altas temperaturas. El calor generará vapor que moverá un turbo-alternador. El equipo propiamente solar de cualquier sistema de este tipo está compuesto por un concentrador óptico por un lado, y un receptor solar que recoge toda la radiación concentrada por el primero. Los tres concentradores solares más utilizados son los cilíndrico-parabólicos, los sistemas de torre o de receptor central con campo de heliostatos y los discos parabólicos. Excepto los primeros, de los que existen varias instalaciones en Estados Unidos, ninguno ha dado todavía el salto comercial.

Pero están a punto de hacerlo. Según Manuel Romero, director de la Plataforma Solar de Almería, del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, "hay muchas empresas interesadas en construir proyectos comerciales pero están esperando que se clarifique el marco legal, que se conozca la prima a la que tendrá derecho el kilovatio hora producido por una central solar térmica. Ese es hoy el principal inconveniente porque la tecnología ya está madura".

Un estudio promovido por el Banco Mundial en 1999 concluye que los concentradores solares son la forma más económica de producir electricidad a gran escala a partir de la energía solar. Pero el mismo estudio dice que, por ahora, instalar una central solar térmica es entre 2,5 y 3,5 veces más caro que una planta térmica convencional. Y a pesar de que el combustible es gratis, el precio de esa electricidad es de 2 a 4 veces superior. Por eso, el trabajo de los investigadores en este campo es fundamental. España, junto a Alemania, Estados Unidos, Israel y Australia, lidera los esfuerzos en esa investigación que empieza a dar sus frutos. Y la Plataforma Solar de Almería es el centro neurálgico.



### Concentradores cilindro-parabólicos

Son de foco lineal, con seguimiento en un solo eje, con concentraciones de la radiación de 30 a 80 veces, y con potencias por campo unitario que van de 30 a 80 MW (ver foto 1). La superficie reflectante cilindro-parabólica refleja la radiación solar y la concentra sobre un tubo absorbente colocado en la línea focal de la parábola. Ese tubo lleva un fluido que, en el caso de los aceites sintéticos, puede alcanzar del orden de 450°C. Para aprovechar mejor la radiación este sistema modifica constantemente su posición. Los concentradores cilindro-parabólicos (CCP) cuentan con mayor experiencia comercial que el resto. En California, las nueve plantas de Solar Electricity Generating Systems (SEGS) ocupan más de 2,5 millones de metros cuadrados y tienen una potencia instalada de 345 MW.

Hay proyectos de instalar plantas de este tipo en Brasil, Egipto, Grecia, India, México, Pakistán y España. Según los expertos, es probable que el coste de los CCP descienda rápidamente, como consecuencia de una producción en masa de los componentes y la aparición de nuevos suministradores. Además, hay mejoras tecnológicas que están próximas, como la generación directa de vapor en los propios tubos absorbentes de los captadores solares, que puede reducir los costes e incrementar el rendimiento general de las plantas.

Desde 1996 el CIEMAT ha estado coordinando el llamado proyecto DISS, que aglutina empresas y centros de investigación. Un completo plan de I+D destinado a la mejora tecnológica de los colectores cilindro-parabólicos. Los resultados han puesto de manifiesto que la generación directa de

vapor puede sustituir a la de tecnología de transferencia mediante un fluido en un plazo de cinco años.

### Receptor central con heliostatos

Consisten en un campo de heliostatos que siguen la posición del sol en todo momento y orientan el rayo reflejado hacia el foco colocado en la parte superior de una torre. Los órdenes de concentración son de 200 a 1.000 veces y las potencias unitarias están entre 10 y 200 MW (ver foto 2). En estas centrales se alcanzan altas temperaturas y tienen el potencial de generar electricidad con altos factores de capacidad mediante el uso de almacenamiento térmico. Es un aspecto fundamental ya que los técnicos calculan que el tiempo útil de aprovechamiento solar en España es de 2.000 horas equivalente al año. Pero en la actualidad existen sistemas de almacenamiento que seguirían produciendo energía cuando ya se ha puesto el sol, hasta superar las 4.500 horas equivalentes al año.

De la decena de plantas experimentales que se han construido en el mundo, tres se localizan en España, dentro de las instalaciones

que el CIEMAT tiene en la Plataforma Solar de Almería. La principal diferencia de las plantas experimentales está en los fluidos térmicos utilizados en el receptor: sodio líquido, vapor saturado o sobrecalentado, sales de nitratos fundidas y aire.

Sea como fuere, la viabilidad técnica de las centrales de torre ha quedado demostrada. Se considera técnicamente posible alcanzar rendimientos de hasta el 20%, con costes de inversión en torno a 2,1 euros/W pico, pero se precisa una primera planta de demostración comercial que valide la tecnología en condiciones reales de producción. Varios de los proyectos que pueden hacerse realidad en poco tiempo se localizan en España. El primero se conoce como Solar Tres; se trata de una planta de 15 MW, únicamente solar –no híbrida– que utilizará un sistema de almacenamiento térmico en sales fundidas de 16 horas equivalentes, que está siendo promovido por la empresa Ghera, en colaboración con las empresas norteamericanas Boeing y Bechtel.

Por su parte, Abengoa está promoviendo, con la participación del CIEMAT, el proyec-



A la derecha, concentradores solares cilindro-parabólicos, la tecnología más desarrollada hasta el momento para la producción de electricidad.

## Características de las centrales termoeléctricas

	Cilindro-parabólicos	Receptor central	Discos parabólicos
<b>Potencia</b>	30–80 MW	10–200 MW	5–25 kW
<b>Temperatura operación</b>	390°C	565°C	750°C
<b>Factor capacidad anual</b>	23–50%	20–77%	25%
<b>Eficiencia pico</b>	20%	23%	29,4%
<b>Eficiencia neta anual</b>	11–16%	7–20%	11–25%
<b>Estado comercial</b>	<b>Disponible</b>	<b>Demostración</b>	<b>Prototipos-demostración</b>
<b>Riesgo tecnológico</b>	Bajo	Medio	Alto
<b>Almacenamiento</b>	Limitado	Sí	Baterías
<b>Diseños híbridos</b>	Sí	Sí	Sí
<b>Coste W instalado (euros)</b>	3,49–2,34	3,83–2,16	11,00–1,14

¿QUIERE TENER  
SU EMPRESA  
DE ENERGÍAS  
RENOVABLES  
EN INTERNET?

Energías  
renovables

JUNTO A



PONEN SU NEGOCIO  
EN INTERNET  
CON TODAS LAS GARANTÍAS  
PARA OFRECER SUS  
PRODUCTOS O SERVICIOS  
AL MUNDO ENTERO

TODAS LAS POSIBILIDADES DE INTERNET

91 327 79 50

(CTO.: SRTA. SUSANA MARTÍN)

comercial@dotmediafactory.com

DISÑO • HOSTING • DOMINIOS • PASARELAS DE PAGO  
VIDEOCHAT • TIENDAS VIRTUALES • ACTUALIZACIONES

MIGUEL YUSTE, 33-BIS • 28037 MADRID

TEL.: (+34) 91 327 79 50 • FAX: (+34) 91 327 80 56

www.dotmediafactory.com

3



Los sistemas de disco-Stirling encierran el mayor potencial a largo plazo, por su eficiencia y modularidad. A la derecha, torre de un campo de heliostatos.

to denominado PS 10, de 10 MW. Usa la tecnología de receptor volumétrico de aire y un sistema de almacenamiento térmico en termoclina, con lecho cerámico de alúmina. La planta tendrá 981 heliostatos de 91 m<sup>2</sup> cada uno y producirá 22 GWh anuales. Se estima que la inversión total rondará los 30 millones de euros.

#### Sistemas disco-Stirling

Encierran el mayor potencial a largo plazo por su alta eficiencia y su modularidad. Son pequeñas unidades independientes con reflector parabólico, habitualmente conectado a un motor Stirling situado en el foco. Los niveles de concentración son superiores (1.000-4.000) y las potencias unitarias van de 5 a 25 kW (ver foto 3). La conversión de radiación solar en energía eléctrica alcanza valores de máximos de hasta un 30%, en unidades de 7 a 25 kW. Consiguen relaciones de concentración por encima de 3.000, lo que permite alcanzar temperaturas de operación entre 650°C y 800°C. La superficie cóncava del concentrador está recubierta de espejos que reflejan los rayos del sol sobre un receptor de tipo cavidad. Hay dos métodos de transferencia de esa radiación. El primero consiste en unos tubos por los que circula un gas -helio, hidrógeno o aire- que recoge el calor. Otro método es el llamado "tubo de calor", con el que se vaporiza un metal líquido que luego condensa en la superficie de los tubos por los que circula el gas de trabajo.

De momento no hay proyectos comerciales de esta tecnología, aunque sí numerosos prototipos. En Europa los principales desarrollos parten de las empresas alemanas SBP y SOLO Kleinmotoren, esta última en lo que respecta al suministro del motor Stirling solarizado. En la Plataforma Solar de Almería se han desarrollado ocho unidades

2



de 7,5 y 8,5 m de diámetro, con más de 30.000 horas acumuladas de operación. El motor trabaja con helio a 630°C y los rendimientos que se consiguen son del 20%.

Manuel Romero, director de la Plataforma Solar de Almería, insiste en la necesidad de que los proyectos salgan cuanto antes a la luz. "Nosotros ya estamos trabajando en lo que sería la segunda generación de plantas solares, pero para seguir adelante es preciso que lleguen a la fase industrial las de la primera generación, que ya está demostrada".

En los próximos números conoceremos los proyectos concretos que se desarrollan en España.

#### Más Información

CIEMAT

Departamento de Energías Renovables

Avda. Complutense, 22.

28040 Madrid

Tel: 91 346 60 00

www.ciemat.es



Por un **nuevo**  
**modelo energético**  
para el **siglo XXI**

**APPA**

---

**Asociación de Productores de Energías Renovables**  
[www.appa.es](http://www.appa.es)

# Biomasa, todo un abanico de posibilidades

Las dudas planteadas en el foro de nuestra página web respecto a las distintas fuentes de biomasa que pueden ser utilizadas como recursos energéticos nos han animado a preguntar a los expertos de la Unidad de Botánica Agrícola, de la Universidad Politécnica de Madrid. Hay mucho de qué hablar.

La biomasa es el conjunto de materiales renovables de origen biológico susceptibles de aplicación energética o fuente de materias primas para la industria. La definición es de la Asociación para la Difusión del Aprovechamiento de la Biomasa en España (ADABE), impulsada entre otros por Jesús Fernández, catedrático de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Madrid, que se ha convertido en referencia obligada dentro de este sector. Pero bajo el epígrafe de biomasa cabe un mundo. Jesús Fernández suele hablar de tres tipos de biomasa: la biomasa natural, que se produce de forma espontánea en distintos ecosistemas, como bosques o matorrales; los residuos producidos en explotaciones agrícolas, forestales, ganaderas, o los que se generan en industrias y núcleos urbanos; y por último los cultivos que se producen para fines energéticos.

## Tipos de combustibles obtenidos de biomasa

### Sólidos

Paja  
Leña sin procesar  
Astillas  
Briquetas y "pellets"  
Carbón vegetal

### Líquidos

Alcoholes  
Biohidrocarburos  
Aceites vegetales y ésteres  
Aceites de pirólisis

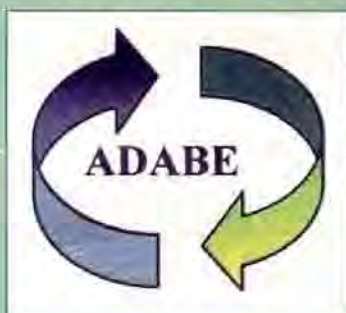
### Gaseosos

Gas de gasógeno  
Biogás  
Hidrógeno



## Una isla verde en la ciudad

Basta preguntar por Jesús Fernández a cualquier persona relacionada con el mundo de la biomasa para darse cuenta de que todos le respetan y reconocen sus aportaciones. Las que hace desde la Cátedra de Producción Vegetal, un Departamento que tiene su sede en una isla verde rodeada de autopistas en la Ciudad Universitaria, en Madrid. Los proyectos para cultivar cardo (*Cynara cardunculus*), ya sea para quemar en plantas de producción de electricidad o para la producción de bioetanol, han surgido en gran medida de Jesús Fernández y de su entorno, que gira en torno a la Asociación para la Difusión del Aprovechamiento de la Biomasa en España (ADABE), de la que es presidente. "La Asociación nació en 1986, tiene ya unos cuantos años —comenta Jesús Fernández— pero es cierto que durante mucho tiempo ha estado bajo mínimos. No obstante, el año pasado la dimos un buen empujón". Uno de los responsables de ese empujón es Hugo Lucas, actual secretario de ADABE, que anda esta temporada pisando charcos mientras proyecta depuradoras de agua basadas en filtros verdes con espadañas, juncos y otras plantas acuáticas. ADABE vino al mundo para promover el empleo de la biomasa como fuente de energía y materias primas renovables, y para propiciar el intercambio de experiencias entre científicos y técnicos. Objetivos que en Energías Renovables suenan muy familiares.



### Más información:

ADABE  
ETSI Agrónomos  
Producción Vegetal, Botánica  
Avda. Complutense, s/n. 28040 Madrid  
Tel: 91 549 26 92. Fax: 91 549 84 82  
adaba@pvb.etsia.upm.es





## Biomasa residual

Cualquier actividad humana genera ingentes cantidades de residuos: los procesos productivos en sectores como el agrícola, forestal o ganadero, o aquellos otros que proceden de nuestra vida diaria como las basuras urbanas o las aguas residuales pueden ser susceptibles de aprovechamientos energéticos. Bien es cierto que la generación de energía es más bien una posibilidad añadida a la obligación de gestionar adecuadamente todos esos residuos para evitar contaminaciones peligrosas. Pero también es verdad que ese aprovechamiento energético se hace pocas veces, cuando permitiría que granjas, industrias papeleras, serrerías o depuradoras urbanas, por poner algunos ejemplos, fueran energéticamente autosuficientes.

■ **Residuos agrícolas:** restos de cosechas de cultivos herbáceos (paja de cereal) y restos de podas de árboles frutales o cultivos leñosos extensivos (vid, olivo). También pueden aprovecharse residuos de algunos cultivos industriales (algodón, girasol). El valor calorífico de todos ellos depende de su grado de humedad. Para la biomasa vegetal seca, con bajo contenido en grasa, el poder calorífico superior se sitúa en unas 4.000 kcal/kg. Entre los inconvenientes de los residuos agrícolas destacan la falta de seguridad en el abastecimiento regular y en el precio, así como la producción dispersa y estacional.

■ **Residuos de industrias agroalimentarias:** conservas vegetales, almazaras, bodegas y destilerías, frutos secos, arroz, azúcar, alcohol de caña. Cuando el contenido acuoso del residuo es elevado se puede deshidratar o emplear digestión anaerobia para producir biogás, con un contenido energético medio de 5.500 kcal/m<sup>3</sup> y una producción media de 0,33 m<sup>3</sup> por cada kg de materia sólida tratada. Los residuos secos, como la cascarilla de arroz, se pueden quemar directamente.

■ **Residuos forestales:** proceden de tratamientos silvícolas y de la elaboración de la madera que se hace en serrerías. En la industria papelera se utilizan tanto los residuos sólidos (cortezas, ramas, viruta, serrín) como las lejías negras procedentes de la lignificación de la madera para obtener energía.



■ **Residuos ganaderos:** los purines se usan principalmente en digestión anaerobia, para producir biogás, pero como se ha dicho, la producción de energía es más bien una consecuencia de la adecuada gestión que precisan estos residuos.

■ **Residuos urbanos:** aunque la Directiva de promoción de electricidad con fuentes renovables contempla la incineración de residuos biodegradables, esta práctica es muy polémica por la emisión de sustancias contaminantes, ya que esa mezcla de residuos suele ser muy heterogénea. Además, están las aguas residuales, en cuya depuración se producen unos fangos que pueden tratarse por vía anaerobia para producir biogás, o podían ser incinerados. La obtención de energía en estos casos no es nunca el objetivo prioritario.



## ■ Cultivos energéticos

La tierra también se puede emplear para cultivar plantas destinadas a la producción de combustibles sólidos o carburantes líquidos. En Estados Unidos y Brasil se siembran extensas áreas de maíz y caña de azúcar para obtener etanol de automoción. La remolacha y el aceite de colza servirían en Europa a los mismos fines. Otros cultivos leñosos, como sauces y chopos, pueden emplearse para la producción de calor y electricidad, como ya se hace en el norte y centro de Europa. "Teniendo en cuenta el excedente de tierras de cultivo en la UE, es previsible que estas actividades agroenergéticas se desarrollen con fuerza en los próximos años —señala Jesús Fernández—. A corto plazo, los cultivos más prometedores son los que producen biomasa lignocelulósica para aplicaciones térmicas (calor y electricidad), como el cardo (*Cynara cardunculus*), que en la actualidad se está experimentando con muy buenas expectativas para su cultivo en las tierras de cereales de secano". Para que los cultivos energéticos se desarrollen se requieren altos niveles de productividad a bajo coste; posibilidad de crecer en tierras marginales y de emplear maquinaria agrícola convencional; producir más energía que la que se consume en el cultivo (balance energético positivo); y posibilitar la recuperación de la tierra para otros cultivos.



Más información:

Energías renovables para el desarrollo.  
José María de Juana (Coordinador).  
Editorial Paraninfo  
[www.paraninfo.es](http://www.paraninfo.es)



## ■ Biomasa natural

Este es el primer recurso energético que utilizó el hombre, pero hoy no parece el más adecuado ya que un aprovechamiento excesivo podría provocar una rápida degradación de los ecosistemas naturales. En cambio sí es viable una explotación racional de los restos muertos —árboles y ramas secas— o, en los casos de intervención humana, de podas y aclareos. Que además traerían consigo montes más limpios y menos expuestos al riesgo de los incendios.

La biomasa natural sigue siendo la base del consumo energético de los países en vías de desarrollo; en muchos de ellos se consume por encima de las posibilidades productivas de las masas vegetales, lo que provoca graves problemas de erosión y desertización. Muchas mujeres realizan cada día largas caminatas para buscar leña, y poblados enteros tienen que abandonar sus territorios porque se han quedado sin energía al quedarse sin árboles: son los refugiados ambientales.

# Un nuevo mundo para la energía

Energías **renOvables**

Llega la revista para estar al día sobre las fuentes de energías limpias.

**Energías Renovables** es una nueva publicación centrada en la divulgación de estas fuentes de energía y la actualidad que, mes a mes, se produce en torno a ellas. Una ventana abierta a este tipo de energías.

Si usted desea recibir en su empresa o institución, gratuitamente la revista **Energías Renovables**, rellene los datos del cupón y asegure su suscripción.

**Recíbala gratuitamente todos los meses**

## BOLETÍN DE SUSCRIPCIÓN GRATUITA

Tiene derecho a acceder a la información que le concierne recopilada en nuestro fichero de clientes, y cancelarla o rectificarla de ser errónea. Si no desea recibir más información sobre nuestra empresa u otros productos indíquelo con una X en la casilla.

**Sí, deseo suscribirme a Energías Renovables de forma gratuita**

Apellidos .....

Nombre .....

Cargo .....

Empresa ..... e-mail .....

Domicilio .....

C. Postal ..... Población .....

Provincia .....

Telf. .... Fax .....

Envíe este cupón por fax al número 91 327 24 02 o por correo a Editorial América Ibérica, S.A. (Dpto. de Suscripciones). C/Miguel Yuste, 26. 28037 Madrid

# ■ Emilio Menéndez

Ingeniero de Minas y experto en energía

*“Tras la eólica vendrá el ‘boom’ de la solar”*

**Este hombre de aspecto fortachón y entrañable lo ha corrido todo en el mundo de la energía. Y en cada momento ha sabido guardar las cosas interesantes que encuentra en el camino. Por eso fue un entusiasta defensor del carbón, en sus orígenes, y ahora vende las virtudes de las renovables. Entre ellas, el empleo. Un importante mensaje en boca de un respetado mensajero.**



**E**ntre los minerales brillantes del museo de la Escuela de Minas de Madrid, Emilio Menéndez se siente en su salsa. Este gallego, de Santiago de Compostela para ser más exactos, conoce las historias apasionantes de muchas piedras que sorprenden antes que nada por su belleza. También hay trozos de carbón, presente en la vida de Emilio Menéndez durante muchos años. Carbón para el que buscó alternativas tecnológicas más limpias y alternativas sociales, cuando a principios de los ochenta, y trabajando para Endesa, ya se comenzaba a vislumbrar el negro panorama que le esperaba al sector. En 1985 se hace cargo del grupo de investigación y desarrollo, donde ya había lugar para algunos experimentos eólicos. Como experto tecnólogo y analista social —ahí están sus colaboraciones con Comisiones Obreras y su libro Energías renovables, sustentabilidad y creación de empleo— Emilio Menéndez ha escrito muchas páginas de la historia de las renovables en España.

## ■ ¿Endesa ya creía a mediados de los ochenta en las energías renovables?

■ En el conjunto de las empresas del Grupo Endesa, había una persona muy interesante, el presidente Feliciano Fuster, que contribuyó al lanzamiento de las renovables. El grupo de I+D de Endesa promovió el primer parque de enganche industrial, el Parque Eólico del Sur (Pesur), en Tarifa, que luego pasó a integrarse en la Sociedad Eólica de Andalucía. Lo hicimos en colaboración con Abengoa, que traía una máquina de Estados Unidos, de la empresa AWP, y con Ecotècnia, que ponía un desarrollo propio, lo mismo que Made-Endesa. La máquina de Ecotècnia resultó ser una máquina muy buena y, de hecho, las dos máquinas españolas, tanto la de Ecotècnia como la de Made, dieron mucho mejor resultado que la AWP. Ahí empezó mi relación con Ecotècnia y una gran amistad con Antonio Martínez (el director general). A partir de entonces los temas de eólica se fueron centralizando en Made, aunque desde I+D se siguieron aportando cosas interesantes.

## ■ ¿De qué potencia eran aquellas primeras máquinas?

■ Las de Tarifa (Cádiz) y otras que se instalaron en Cabo Vilano (A Coruña) eran de 150 kW. Pero luego había otras en La Muela (Zaragoza) que eran de 75 kW y de 110. Y en Estaca de Bares (A Coruña) también se colocaron algunas de 36 kW. Eran los inicios. Recuerdo que en 1992 hubo unas jornadas en las que se invitó a gente de la Unión Europea a ver el parque de Tarifa. Yo ya estaba convencido del potencial que encerraba la energía eólica y presenté una comunicación en la que aseguraba que España podría llegar a instalar 1.000 MW algún día. Mucha gente se rió entonces, incluso personas que hoy están sentadas en alguna empresa de renovables.

## ■ ¿Se imaginaba un crecimiento así de la tecnología y de la implantación eólica?

■ No y sí. Entonces pensaba que llegaría a haber máquinas de un megavatio. Cuando se lanzaron las de 150 kW muchos pensaban que se había alcanzado un tope, pero las personas que las diseñaban, como Manuel Ramallo —que dio el gran impulso a la eólica dentro del grupo Endesa—, sabían que las máquinas podían crecer, y además con cierta rapidez. Feliciano Fuster empujaba de ese carro. En 1992 firmó un acuerdo con CCOO, UGT y Aedenat —hoy Ecologistas en Acción—, comprometiéndose a que en el año 2000 Endesa habría hecho acciones que conducirían a que hubiera 750 MW eólicos. Mucha gente dijo que estaba loco, porque el Plan de Fomento de las Energías Renovables en aquel momento preveía sólo 175 MW. Todos en I+D creíamos también que era posible. Y, además, que se podía hacer con aerogeneradores españoles.

## ■ ¿Dónde está el techo?

■ En este momento, creo que se puede llegar a potencias muy elevadas. Si quisiéramos, el año 2020 podría haber 25.000 MW, 15.000 en tierra y 10.000 offshore. Es cuestión de quererlo, de mantener el apoyo a la eólica, y asumir que es el único



Emilio Menéndez, fotografiado en el Museo de la Escuela de Minas de Madrid, un centro con el que mantiene muchos vínculos desde hace años.

camino para que un país como España —energéticamente dependiente de fuera en un 75%— cuente con un cierto esquema de autoproducción. Creo que las máquinas van a llegar a tener pronto 2 MW, que las turbinas marinas pueden tener 3 MW o 4 MW de potencia, que hay apuestas muy interesantes de empresas que antes tenían actividades en la construcción naval, y que ahora podrían fabricar aerogeneradores en astilleros, cerca de sus futuros emplazamientos en el mar. Sí, me parece que hay muchas razones para creer en la eólica.

■ Siempre ha dicho que las renovables son un buen yacimiento de empleo.

■ Y lo son, aunque ese aspecto no garantiza su desarrollo. El hecho de que las renovables, por término medio, supongan cinco veces más empleo que las convencionales para una misma magnitud energética, debería favorecerlas. En algún momento, eso se dejará sentir en los países en vías de de-

sarrollo, que podrán ahorrar dinero en la compra de productos energéticos de fuera al tiempo que crean empleo. Y lo harán, sobre todo, con la biomasa, porque la biomasa lleva consigo mucha mano de obra. Los países que cultivan caña de azúcar, por ejemplo, se centran ahora en la construcción de pequeñas plantas de biomasa para producir electricidad y en la elaboración de biocombustible líquidos. El desarrollo de las renovables en el Tercer Mundo vendrá condicionado por las tecnologías que hayamos desarrollado aquí; que vean que el Primer Mundo también las usa. Yo diría que, por honestidad global, hay que apostar por la biomasa. Aunque la biomasa sea cara, aunque aquí pueda entrar en conflictos ambientales, habría que pensar que en el Tercer Mundo se necesita biomasa por supervivencia y que lo que los desarrollos tecnológicos que hagamos aquí les servirán a ellos de referencia.

***“Si quisiéramos, en 2020 podría haber 25.000 MW eólicos en España; 15.000 en tierra y 10.000 offshore. Es el único modo de ser energéticamente menos dependientes del exterior”***

## ■ Emilio Menéndez

Ingeniero de Minas y experto en energía

***"Habría que dedicar menos esfuerzos a algo tan teórico como la fusión nuclear y emplear más recursos en investigación fotovoltaica, que ya sabemos que funciona y que puede mejorar mucho"***

### ■ Renovables y grandes compañías eléctricas. ¿Amor y odio?

■ Las eléctricas son compañías muy grandes, con mucha gente que no lo ve todo igual. Su organización es similar a una estructura piramidal, mientras que las renovables necesitan más bien una estructura "peine", es decir, una delegación de poder que se distribuye en muchas pequeñas unidades. Ese cambio cultural favorecerá a las renovables en aquellas empresas donde se implante. Porque este tipo de energías se extienden en muchísimos entornos distintos, con sensibilidades distintas y con tamaños que no son demasiado grandes. No puede ir un director de una empresa de renovables que haya nacido en el sur de España a contarle a la Xunta de Galicia que, para resolver un problema de un parque eólico, le va a llevar a un pintor de la luz de Andalucía a hacerle un cuadro de cómo quedaría ese parque en Galicia. Porque así no hay posibilidad de conectar. Conviene que quien esté haciendo un parque en Galicia entienda lo que es Galicia, lo mismo que debería ocurrir en Almería o en cualquier otro lugar. Las renovables necesitan la cultura de la diseminación, del "peine". Es difícil encontrar ese tipo de gestores en las empresas, pero he pasado por momentos en los que se funcionaba así.

### ■ ¿Por ejemplo?

■ Me refiero a personas que tratan de establecer puentes de diálogo para sacar adelante, por ejemplo, un programa que se establece, como dije antes, entre sindicatos, ecologistas y una empresa. Y hay que hacer que esos puentes los vivan también los técnicos. Porque mi origen energético es puramente carbonero. Cuando empecé yo creía en el carbón como el único vector energético de futuro, el único vector básico, el que tenía más reservas, el más interesante. Luego vas evolucionando. Pero cuando me senté con el mundo ecologista y sindical empecé a entender que las renovables tenían que ser otra cosa. Por eso digo que el diálogo es importante. Y que los técnicos deben poder reflexionar al respecto, porque si falta su reflexión es difícil que haya convencimiento dentro de las propias empresas y entre los gestores económicos.

### ■ De entre todas las renovables estamos viviendo ahora el momento de la eólica. ¿Vendrán otros?

■ Creo que de aquí a 2020 debemos vivir la gran eólica. Pero en 2020 tenemos que estar preparados para vivir la gran solar, la gran fotovoltaica. Los expertos, como Antonio Luque, no se cansan de repetir que, si de verdad trabajamos, dentro de veinte años podemos tener un boom fotovoltaico similar al boom que hemos tenido ahora con la eólica. De aquí a 2020 se habrá producido una reducción de reservas de hidrocarburos, que afectará a Canadá y a EEUU, a Argelia y Libia, a Egipto, a Argentina... Entonces veremos que los hidrocarburos se van a concentrar en cuatro grandes yacimientos: Oriente Medio, Asia Central, el área de Venezuela, y la cuenca del Golfo de Guinea. En la medida en que aumenta esa concentración, se crearán instituciones de poder que irán incrementando los precios, lo que exigirá ahorrar más energía y buscar nuevas fuentes. Por ello, entiendo que habría que dedicar menos esfuerzos a algo tan teórico como la fusión nuclear y emplear más recursos a la conversión fotovoltaica, que ya sabemos que funciona y que puede mejorar mucho. España debería hacer una apuesta tecnológica muy fuerte por la solar. Tendría mucha lógica. Basta pensar que el 8% de la producción mundial de células fotovoltaicas se hace en nuestro país, y no es por casualidad. Creo que la apuesta es inexcusable y que España tendría que contar con un plan de investigación fotovoltaico importante.



La feria más grande de Alemania

Feria especializada  
internacional y congreso sobre  
la tecnología solar

Del 28 al 30 de Junio de 2002

Freiburg im Breisgau - Alemania

► 240 expositores internacionales

► Fotovoltaica ► Térmica solar ► Arquitectura solar

# inter solar 2002

Tel.: +49 (0)7231-35 13 80 Fax: +49 (0)7231-35 13 81 - [info@intersolar.de](mailto:info@intersolar.de) - [www.intersolar.de](http://www.intersolar.de)

especializada en tecnología solar



[www.intersolar.de](http://www.intersolar.de)



# Central de Peña Corada, en equilibrio con el Esla



Ubicada sobre el río Esla, en el término municipal de Cistierna, la central minihidráulica de Peña Corada lleva más de siete años integrada en el paisaje de estas agrestes y bellas tierras de León, en las que el agua es un elemento central de su naturaleza

**E**n España hay 846 centrales minihidráulicas en funcionamiento, con una potencia conjunta de 1.364.000 kW, que utilizan el agua como "combustible" para producir electricidad. Ahora bien, generan la energía sin consumir ni una gota de agua. Tampoco emiten ningún gas contaminante a la atmósfera, ni producen residuos de difícil tratamiento. Es más: los kilovatios producidos en estas centrales evitan que tengan que ser generados por plantas térmicas. Gracias a este efecto sustitutivo, el conjunto de las minicentrales hidráulicas que operan en nuestro país impiden que cada año la atmósfera reciba unos cuatro millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, que como es bien sabido es el principal responsable del efecto invernadero y, por ende, del cambio climático.

La central de Peña Corada forma parte de ese importante grupo de instalaciones limpias. Está enclava a la sombra del pico de 1.835 metros que da nombre a la instalación

y a todo el macizo montañoso que encajona el río Esla por estos parajes, ricos en leyendas, viejas minas y unos embudidos de fama más que merecida. Propiedad de Hidronorte S.L., la central tiene una potencia instalada de 5.506 kW, con una producción media de 17 GWh/año. Algo que, en palabras más coloquiales, supone atender al consumo medio eléctrico de unas 3.000 familias.

La central está equipada con dos turbinas, cada una de 2.753 kW, cuenta con alternadores síncronos y opera con un caudal máximo de 62 m<sup>3</sup>/sg. No es que haya garantía de que siempre vaya a haber ese flujo de agua porque, como matiza José María González Vélez, Consejero Delegado de Hidronorte, "los caudales solo los garantiza la Naturaleza". Pero el parámetro ha sido elegido después de estudiar los datos históricos sobre caudales del Esla a lo largo de una década y que equivalen, con una posibilidad de error de un 5%, a los datos históricos de 200 años. Una referencia que siempre tienen muy pre-

sente los promotores de centrales minihidráulicas ya que equivocarse en este cálculo les supone un castigo económico.

## Río vivo

Novcientos metros más arriba de la central, un canal, que discurre paralelo al río, "engulle" parte de las aguas del Esla, dirigiéndolas hacia el rodete de las turbinas (del tipo Kaplan, las utilizadas habitualmente en saltos de entre 1 y 20 metros) que impulsan el generador para producir la energía eléctrica. González Vélez asegura que en ningún momento esta captación de aguas ha afectado al ecosistema fluvial. "Alguna vez hemos tenido denuncias de la guardería fluvial por una supuesta escasez de caudal ecológico, pero lo cierto es que esa denuncia es muy relativa porque nunca se ha medido el caudal ecológico y, por tanto, es una apreciación subjetiva de la guardería fluvial". Aún así, el directivo de Hidronorte no niega que esta situación pueda producirse en alguna circunstancia excepcional, porque el río y la central son seres "vivos". "Hay paradas imprevistas de la central, por diversas causas, que hacen que el volumen de agua en el canal pueda oscilar hasta que, en 2 o 3 horas, el funcionamiento sea el habitual. Afortunadamente, estas paradas son muy escasas, la media es de menos de una al mes". González Vélez añade que la prueba de que Hidronorte no opera la central con represasadas o incorrecta-

## Características técnicas de la central

**Tipo:** Agua fluyente  
**Azud de derivación:** Gravedad planta recta  
**Nº de grupos:** 2  
**Potencia total:** 5.506 kW  
**Producción total media:** 17 GWh/año.

### GRUPO I

**Turbina tipo:** Kaplan horizontal  
**Potencia:** 2.753 kW  
**Caudal nominal:** 31 m<sup>3</sup>/s  
**Salto neto:** 10,5 m

### GRUPO II

**Turbina tipo:** Kaplan horizontal  
**Potencia:** 2.753 kW  
**Caudal nominal:** 31 m<sup>3</sup>/s  
**Salto neto:** 10,5 m





En la página de la izquierda aparece la central de Peña Corada en primer término. A la derecha, el canal, de 900 metros de longitud, por el que discurre el agua hasta la instalación.

mente es que nunca ha recibido la menor queja por parte de la Confederación Hidrográfica del Duero, que tiene potestad sancionadora. "Además, las producciones de la central cada cuarto de hora están a disposición de cualquiera persona interesada, y demuestran que no hay regulación por nuestra parte".

Los estudios sobre impacto ambiental realizados durante la construcción de la central, que fueron llevados a cabo por una empresa consultora independiente (ICA) en colaboración con la Cátedra de Ecología de la Universidad de León, y los que se siguen repitiendo cada 4-5 años, demuestran, igualmente, que el funcionamiento de Peña Corada no está causando impactos negativos en el ecosistema sobre el que se asienta. "Es mas, los ejemplares mas adultos de trucha encontrados en alguno de los tres tramos en que podemos dividir la influencia de la central en el río, -tramo aguas arriba del azud o embalse, tramo entre azud y central (aguas desviadas) y tramo aguas abajo de la central o de reversión de las aguas- se han dado en el tramo entre azud y central, que es por donde circula el caudal ecológico", asegura González Vélez. ¿Y el coto de pesca situado cerca de la central? ¿Ha resultado afectado? De acuerdo con el directivo de Hidronorte, "sigue siendo uno de los mejores del río Esla después de casi diez años de existencia de la central".

Los estudios realizados también han concluido que la vegetación ribereña está en un aceptable estado de conservación, si bien es cierto que en las riberas de la lámina de agua embalsado por el azud la vegetación ha desaparecido. Perno no por causa del embalse sino por las obras realizadas en la carretera N-621 (León a Santander con Riaño) y debido al acopio de lodos de las minas (abandonadas) de Sabero. En cualquier caso, Hidronorte ha procurado rehabilitar la zona, revegetando los terraplenes del canal, plantado chopos y abriendo caminos que sirven de paseo a decenas de personas todos los días

Según González Vélez, las únicas quejas han llegado por motivos que nada tienen que ver con el funcionamiento de la planta. El Ayuntamiento de Cistierna, que está en manos del PP y del PSOE cuando se autorizó la construcción de la central, reclama a Hidronorte el impuesto de actividades económicas de cinco años, que a juicio de la empresa no le corresponde abonar.

## Rentabilidad medioambiental

Dejando de lado los asuntos legales y entrando en los económicos, no parece que apostar por esta fuente de energía vaya a hacer rico a nadie. González Vélez lo explica con un de



## Una tecnología limpia

■ Unos de los momentos más críticos de una central minihidráulica es cuando se construye. En esta fase hay que facilitar el acceso a la maquinaria y a los materiales precisos para la obra, y muchas veces hay que ensanchar o abrir caminos. La construcción de otras infraestructuras asociadas a la planta, como los canales de derivación y los tendidos eléctricos, genera también impactos. En la fase de funcionamiento, uno de los efectos más obvios de la presa es el de crear barreras en los desplazamientos de los peces y otras especies ligadas a los ecosistemas fluviales. La instalación también puede afectar a la calidad del agua del río y reducir su caudal.

Los promotores de la minihidráulica conocen bien estos riesgos. El sector, que ha alcanzado un alto nivel de desarrollo tecnológico y de concienciación ambiental, busca los emplazamientos más favorecedores de nuestro entorno natural y dota a las instalaciones de todos los elementos necesarios para reducir al mínimo el impacto de su implantación y funcionamiento. En el caso de la central de Peña Corada, los estudios de vigilancia ambiental, realizados en cuatro fases, tuvieron en cuenta multitud de factores: nivel de ruido de la planta, calidad del agua, fauna piscícola y macrobentos, vegetación ripiera y paisaje... a fin de adoptar todas las medidas correctoras necesarios.

Sin embargo, como se señala desde APPA (Asociación de Productores de Energías Renovables), ese pacto con el río no evita que la minihidráulica siga teniendo "mala prensa" en algunos ámbitos. Quizá por el parentesco con su "hermanastra", la gran hidráulica, que sí causa grandes impactos ambientales. Pero la realidad es que las minicentrales se han revelado como la tecnología de producción eléctrica más respetuosa con el medio ambiente, como se puede constatar en el estudio "Impactos Ambientales de la Producción Eléctrica", auspiciado por el CIEMAT, el IDAE y cinco gobiernos autónomos.

de ironía: "La inversión en Peña Corada fue de mas de mil millones de pesetas (en euros, unos 6 millones) y contando con los intereses de los préstamos, se amortizará en 10/12 años. Así que, desde el punto de vista económico, el mayor beneficiado es el Ministerio de Hacienda". Pero hay otros beneficios más importantes: los ambientales. "Los productores minihidráulicos estamos en el río y sabemos que en ellos confluyen muchas actividades, por eso reclamamos desde hace años la utilización del diálogo para conseguir el empleo racional de los recursos fluviales. Sobre esta premisa creemos, sin embargo, que Es-

paña no puede permitirse el lujo de no aprovechar sus recursos minihidráulicos si queremos evitar que la combustión de carbón, petróleo o gas natural siga enviando a la atmósfera cada año millones de toneladas de gases invernadero", afirma González Vélez. Por eso, concluye, "seguiremos intentando aprovechar racionalmente, y con el máximo respeto a la naturaleza, un recurso tan renovable como el agua que fluye por nuestros ríos".

Más información: \*

Hidronorte, Tfno: +34 91 302 90 23, Fax: +34 91 766 28 27.  
E-mail: hn@hnggrupo.com. www.hnggrupo.com



# Cidetec y pila de combustible, una "pareja" modelo



Aunque aún no ha cumplido los siete años de existencia, el Centro de Investigación Tecnológica en Electroquímica (Cidetec), situado en el País Vasco, se ha convertido ya en todo un referente en la investigación y desarrollo de las pilas de combustible.

combustible propiamente dicho, que alimenta al ánodo, puede ser hidrógeno, gas natural o incluso una mezcla líquida de metanol y agua, siendo éste el único elemento que es necesario almacenar y reponer ocasionalmente, idealmente con la misma facilidad y rapidez con que se puede llenar el depósito de gasolina de un coche. Claro que no todas las pilas de combustible son iguales. Aunque el principio de funcionamiento en todas es el mismo, difieren notablemente en diseño, características de operación y tamaño. Así, se pueden encontrar desde pilas de combustible de 1 vatio de potencia funcionando a temperatura ambiente, hasta módulos de 250 kW que exigen los 1000°C de temperatura. En cualquier caso, sean del tipo que sean, todas comparten el potencial de ser fuentes de generación de energía de alta eficiencia y bajas emisiones contaminantes, ya que el único subproducto que emiten es agua.

“El Área de Pilas de Combustible constituye uno de los campos de actividad al que concedemos mayor valor estratégico”, afirma Oscar Miguel, responsable del departamento de Energía del Centro de Investigación Tecnológica en Electroquímica, (Cidetec), uno de los organismos a la vanguardia en la investigación de esta prometedora tecnología. Localizado en San Sebastián y creado en 1997 como una Fundación de Investigación e integrado en la Red Vasca de Tecnología, Cidetec trabaja en dos frentes. Por un lado, en los campos de aplicación de los cinco tipos de pilas de combustible que existen en la actualidad, y en las ventajas e inconvenientes de una u otra tecnología. En cuanto al trabajo puramente experimental, ha apostado por las Pilas de Combustible de Membrana Polimérica (o PEMFC, del inglés Proton Exchange Membrane Fuel Cell), que constituyen la que probablemente es la tecnología de pilas de combustible con mayor futuro. Para el desarrollo de esta última investigación, Cidetec está en contacto con grupos internacionales de reconocido presti-

gio en el ámbito de la I+D de esta tecnología, y cuenta con el apoyo de un patronato del que forman parte la Diputación de Gipuzkoa y la Universidad del País Vasco, además de varias empresas. Entre otras, Cegasa e Iberdrola.

## Multitud de aplicaciones

Oscar Miguel, que también es el responsable de ambos proyectos, asegura que las pilas de combustible PEMFC son las que ofrecen mayor flexibilidad y versatilidad. “Sus aplicaciones van desde la alimentación de pequeños aparatos portátiles, como radios y ordenadores, con potencias de 10 a 100 W, hasta sistemas de generación distribuida a escala doméstica (1 a 5 kW) o residencial (200 kW), pasando por la alimentación del vehículo eléctrico”. De hecho, prácticamente todas las multinacionales del sector de automoción tienen programas de investigación centrados en la PEMFC, con el fin de que esta pila desplace en un futuro próximo a las baterías convencionales en sus vehículos. Daimler-Chrysler, Ford, Opel, Nissan, Honda, Toyota o Hyundai, entre otras, cuentan con prototipos que ya están siendo sometidos a pruebas de campo.

Sin embargo, aún existen numerosos detalles que es necesario mejorar antes de su irrupción en el mercado. El primero de ellos es que se trata de una tecnología muy cara, si bien es previsible que la transición hacia una economía de escala actué a favor de este punto. De acuerdo con Oscar Miguel, este alto precio reside, a partes iguales, en las membranas electrolíticas, los electrodos (que contienen un catalizador con platino) y las placas bipolares (componentes estructurales que distribuyen los gases y conectan en serie a las pilas individuales). Así que, como dice el director del proyecto, “hay que investigar tanto en materiales como en componentes, con el doble objetivo de encontrar alternativas más económicas y que mejoren las propiedades de los materiales actuales.”

Pese a estos obstáculos, el equipo inves-

**A**l igual que hace una batería convencional, la pila de combustible genera energía eléctrica. Pero hay abismos entre la forma de operar de una y otra. Así, a diferencia de las baterías, en la pila de combustible los materiales cuya reacción electroquímica produce la electricidad son gaseosos, y se almacenan en el exterior de la pila propiamente dicha. Con ello se consigue algo enormemente valioso: que la pila de combustible produzca electricidad de manera ininterrumpida mientras se mantiene el aporte de estos productos, evitando los tediosos procesos de recarga de las baterías.

Uno de los reactivos utilizados es siempre el oxígeno del aire, que actúa como oxidante en el cátodo de la pila y que, dada su disponibilidad, no es necesario almacenar. El



## ■ Dónde se investiga

En España hay varios centros que se dedican a la I+D en pilas de combustible. En investigación aplicada, los más sobresalientes, a nivel nacional, son el Ciemat y el Inta. En la zona norte, además de Cidetec, destaca Ikerlan Energía (Vitoria). En cuanto a iniciativas de carácter industrial, orientadas al desarrollo de pilas de combustible o sus componentes, se puede citar a Boeing, que está conformando un grupo de I+D en Madrid orientado a diseñar una avioneta impulsada por una pila de combustible con objeto de valorar su viabilidad tecnológica. Endesa, por su parte, está desarrollando un generador de pequeño tamaño (unos 5 kW) que funcione con hidrógeno extraído a partir de gas natural, mientras que Abengoa quiere obtenerlo a partir del bioetanol.

Desde el punto de vista más básico, numerosos centros de investigación y universidades trabajan en aspectos concretos de las pilas de combustible. Así, diversos institutos del CSIC investigan en el desarrollo de catalizadores, membranas o electrodos para pilas de combustible de membrana polimérica y de otros tipos. Entre las universidades, las de Alicante, País Vasco y Barcelona, son algunas de las más destacadas.

El investigador de pilas de combustible de CIDETEC, formado por cinco especialistas (aunque jóvenes, todos doctores), tiene motivos más que sobrados para sentirse satisfecho. Iniciaron su trabajo en 1999 y, desde entonces, han logrado notables adelantos, como desarrollar sus propias técnicas para la preparación de electrodos a nivel de laboratorio, investigación que sigue abierta en el momento actual. "Esto nos está permitiendo tener acceso a la modificación de los mismos en función de las necesidades de cada momento, especialmente en cuanto a la cantidad de catalizador incorporada. Así mismo, hemos diseñado un pequeño prototipo de minipila de combustible que da entre 1 y 2 W, y que permite alimentar una pequeña radio, si bien su desarrollo está aún en curso", explica Miguel. Otros temas en los que han comenzado a trabajar son la síntesis de catalizadores modificados, el desarrollo de nuevas membranas y el montaje de un demostrador de 1 kW de potencia. Trabajos, todos ellos, que han convertido a Cidetec en un centro de referencia obligada en las tecnologías electroquímicas.

### Apoyo financiero

Para poder mantener estas investigaciones, el centro cuenta con dos fuentes principales de financiación. Por un lado, recibe fondos de sus clientes industriales (el principal Cegasa, ya que Cidetec es su Centro de I+D), y por otro de organismos públicos. En este sentido destaca la financiación del Departamento de Economía de la Diputación Foral de Gipuzkoa, que aportará 600.000 euros a lo largo de los próximos 3 años.

Oscar Miguel está convencido de que se trata de un dinero bien invertido. "Aunque la opinión generalizada entre los investigadores es que faltan entre 5 y 10 años para la comercialización de la pila de combustible, ese momento parece cada vez más cercano", asegura. Lo demuestra con ejemplos: "Toyota anuncia ya para el año que viene la comercialización de una pequeña preserie de vehículos eléctricos basados en la pila de combusti-



ble, mientras que en Japón se inauguraron el pasado mes de febrero dos estaciones de servicio dispensadoras de hidrógeno". Pero no hace falta ir tan lejos para encontrar iniciativas de este tipo. Como recuerda Miguel, el próximo año se pondrán en servicio nueve autobuses con pila de hidrógeno en otras tantas ciudades europeas, entre ellas Madrid y Barcelona.

Por otra parte, en lo que se refiere a aplicaciones de generación distribuida de electricidad, ya existen más de 200 plantas de generación a base de pilas de combustible de ácido fosfórico de 200 kW instaladas a nivel mundial; una tecnología, por tanto, comercialmente desarrollada. Otro ejemplo dentro de esta aplicación lo ofrece la empresa alemana MTU, que desarrolla pilas de carbonatos fundidos y ha recibido siete peticiones de plantas de 250 kW, entre ellas una de Izar. Asimismo, existen varias iniciativas para el desarrollo de pequeños generadores domésticos de 1 kW, que ya se están en la fase de pruebas de campo en viviendas seleccionadas (la casa Vaillant en una de ellas).

### "Hidrógeno renovable"

Es posible que si no fuese por la apremiante necesidad de prescindir cuanto antes de los combustibles fósiles, la irrupción en el mercado de las pilas de combustible quedara para más lejos. Pero el hecho es que esta tecnología se presenta como un "salvavidas" para, entre otras, la industria de la automoción, porque las pilas de combustible, además de ser totalmente silenciosas, no contaminan. Por tanto, si un porcentaje significativo de los

Bajo estas líneas, Oscar Miguel, director del departamento de Energía de CIDETEC y responsable de los proyectos de investigación sobre pilas de combustible.



vehículos que circulan por nuestras ciudades operase ya con ellas, seguro que nuestros oídos y pulmones lo agradecerían. Y ello a pesar de que el hidrógeno utilizado se obtenga, de momento, a partir de fuentes no renovables, como procesos de electrolisis industriales convencionales. Sin embargo, las pilas de combustible ofrecen también la posibilidad de funcionar con hidrógeno obtenido a partir de energías renovables —por ejemplo, a partir del bioetanol o a base de una instalación fotovoltaica que alimente un electrolizador—, con lo que sus beneficios medioambientales van mucho más lejos.

De hecho, Oscar Miguel está convencido de que el "hidrógeno renovable" sustituirá al petróleo como fuente de energía primaria. "Aunque esto no ocurra antes de varias décadas, hay que ir desarrollando, desde ahora mismo, las tecnologías que permitan su utilización de manera más eficiente, porque esas tecnologías traerán enormes beneficios", asegura el investigador. Los ambientales, ya se ha visto, son más que evidentes. Hay más: "supondrán una mejora en nuestra calidad de vida, potenciarán la creación de empleo, al abrirse nuevos nichos de mercado, y permitirán al cliente escoger al proveedor eléctrico más conveniente en cada momento". Prueba de hasta qué punto Cidetec tiene claro que esas tecnologías limpias de obtención de hidrógeno son el futuro es que en va a iniciar un proyecto centrado en su obtención a partir de paneles solares.

Más información:

[www.cidetec.es](http://www.cidetec.es)

# Hoteles que ahorran energía

El ejemplo va cundiendo y cada vez más hoteles en España incorporan sistemas que ahorran energía. Algo que, además, se convierte en un sello de distinción para estos establecimientos, por la sensibilización cada día mayor del consumidor respecto a la protección del medio ambiente.



**S**i hay que hablar de un pionero esos, probablemente, el hotel Tigaiga de Puerto de la Cruz (Tenerife). Hace ya 20 años que este establecimiento canario se dotó de colectores solares para cubrir las necesidades de agua caliente y de climatización de la piscina. Una "estrella" más para este hotel calificado con cuatro, y especialmente importante teniendo en cuenta que, según la Guía de Ahorro de Energía en el Sector Hotelero – Opublicada en mayo pasado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE) en colaboración con la Secretaría General de Turismo– los hoteles de más categoría y los enclavados en la costa son, preci-

samente, los que consumen más energía y, en consecuencia, los que más pueden ahorrarla adoptando las medidas y los sistemas adecuados.

La instalación solar del Tigaiga está compuesta por 166 colectores de placa plana, situados en la azotea del edificio principal del hotel, con una superficie total de captación de 189,24 m<sup>2</sup>, más que suficiente para atender las necesidades de agua caliente sanitaria y de climatización del piscina del establecimiento, que tiene 83 habitaciones, incluidas 2 para minusválidos. Fue realizada en 1982 con el fin de reducir el consumo energético de los generadores convencionales que atendían esas necesidades y, desde entonces, ha

sido sometida a dos reformas. Una en 1995, para sustituir un grupo de colectores (hay siete grupos) e incorporar nuevos aislamientos; y la segunda en 1998, para mejorar el sistema de conexión de la instalación. El hotel se ha sometido, además, a una auditoria energética realizada en 2001 por el Instituto Tecnológico de Energías Renovables, que le ha permitido obtener un certificado de funcionamiento de la instalación y propuestas de mejoras.

## Baleares y Cataluña, en cabeza

Las regiones que más se están movilizando a favor del turismo sostenible son, no obstante, Cataluña y Baleares. En la primera Comunidad Autónoma, 11 establecimien-



sector. Como el Tigaiga, ha recurrido a los colectores solares para atender las necesidades de agua caliente sanitaria y la climatización de la piscinas. Pero su posicionamiento a favor del medio ambiente va más lejos. La dirección del hotel Samba mantiene un compromiso que le ha llevado a formar al personal en los criterios de gestión ecológica, a incluir entre sus actuaciones el reciclaje de residuos, el control del consumo de agua y del ruido, y a prescindir de los materiales contaminantes.

En el municipio de Calviá (Mallorca) —comprometido con el desarrollo sostenible desde hace años—, otros once hoteles han comenzado a instalar placas solares térmicas, tras someterse a una auditoría que determinó la viabilidad de aplicar esta tecnología. Trece más están pendientes de reformas o de estudios internos para sumarse a la iniciativa. El proyecto está subvencionado por el IDAE en un 35% y en un 15% por la Consellería de Innovación y Energía, y se ejecutará a través de un convenio firmado por el Ayuntamiento de Calviá y este departamento autonómico.

En la isla de Menorca, varios hoteles han apostado también por la eficiencia energética. Las primeras actuaciones se llevarán a cabo, concretamente, en siete establecimientos, que recurrirán al sol para ahorrar energía y obtener agua caliente con menor coste y consumo de electricidad. En su caso, la actuación se encuadran en el marco del programa de la Comisión Europea Altener Biosfera, que promueve el ahorro energético a través de las energías renovables y, al mismo tiempo, establece una serie de actuaciones que tienen como finalidad concienciar a los turistas en el uso responsable de la energía y en un comportamiento "ecosostenible".

### Cunde el ejemplo

Claro que no sólo en estas comunidades autónomas hay iniciativas en marcha. En la



Vista de la piscina del hotel Samba, situado en Lloret de Mar (Girona). Un establecimiento comprometido a fondo con la gestión sostenible.

Manga del Mar Menor (Murcia), el hotel Entremares también ha instalado un sistema solar para cubrir las necesidades de agua caliente y climatizar su piscina exterior, que es cubierta, a fin de mantenerla a 26° centígrados. Una actuación que le permitirá un ahorro estimado en la factura energética de 36.000 euros al año, al reducir el consumo de 75.000 litros de gasoil.

Navarra, por su parte, tiene en marcha un Plan Estratégico de Turismo para el periodo 2001-2004 que promueve la instalación de energía solar (fotovoltaica y térmica), microhidráulica y eólica de pequeña potencia en los establecimientos turísticos de toda la Comunidad, incluidos restaurantes y posadas. A finales de 2001 se habían presentado 18 proyectos, que podrán cubrir hasta el 75% del coste de la instalación con las ayudas oficiales. El Gobierno foral ha suscrito, además, un convenio marco de colaboración con las empresas AESOL y Línea Solar (las únicas homologadas en esta CC.LL por el IDAE) para ayudar a los empresarios turísticos en la implantación de estas fuentes de energía.

Otro ejemplo de eficiencia energética lo encontramos en el albergue municipal de Peregrinos, situado en Frómista (Palencia), que ha instalado un sistema mixto de energía solar térmica y fotovoltaica para cubrir la mayor parte de las necesidades de agua caliente sanitaria y de iluminación del edificio.

los hoteleros cuentan con el sistema europeo de ecogestión y ecoauditoria EMAS, certificado que acredita que son gestionados de forma ambientalmente sostenible. Y a tenor de las solicitudes en marcha, la cifra se multiplicará por cinco en los próximos meses.

Entre esos establecimientos ya acreditados por EMAS —3 cámpings y 8 hoteles— se encuentra el hotel Samba, de tres estrellas y situado en Lloret de Mar (Girona). Este hotel ha sido, además uno de los primeros en conseguir la citada certificación, y ha participado en la iniciativa de la Fundación Entorno sobre implantación de sistemas de gestión medioambiental (SGMAS) en el

### Buenas prácticas en el mundo

Estas son tres referencias de las muchas que se podían aportar:

**Hotel Maurya Sheraton, Nueva Delhi (India).** Ha implantado un sistema de gestión medioambiental —"Welcomenviron"— que reduce la emisión de ruidos, residuos y consumo de agua, a la vez que mejora la eficiencia energética.

**Hotel Narayani Safari, parque nacional Royal Chitwan (Nepal).** Todos los materiales con que fue construido son autóctonos y naturales, cuenta con paneles solares para atender las necesidades de agua caliente y biogás para cocinar. Asimismo, ha involucrado a la población local en sus actividades de ecoturismo, favoreciendo el desarrollo de la región.

**Hotel Inter-Continental, Miami (Estados Unidos).** Incorpora sistemas de recuperación del agua para el riego de los jardines, equipos de iluminación eficiente y de reducción en el gasto del aire acondicionado y lleva a cabo programas de reducción y reciclaje de los residuos.

La instalación de energía solar térmica está formada por 7 captadores planos y una moderna y completa centralita de energía solar para optimizar la energía captada por los colectores y transferida a los depósitos. La fotovoltaica la componen 8 módulos de 75 Wp, que cubren las necesidades eléctricas del albergue, aunque, en caso necesario, dispone de la opción de la red convencional. Esta iniciativa pretende, además, servir como plataforma para el desarrollo de actuaciones semejantes en otros establecimientos de Palencia.

### Enormes posibilidades de ahorro

Benidorm, y Granada son otras ciudades que cuentan con hoteles "ecoeficientes", y se podrían citar bastantes más ejemplos. Aún así, la eficiencia energética de la mayoría de los establecimientos hoteleros de España sigue siendo baja. De acuerdo a los datos aportados en la guía del IDAE, la

mayoría de los establecimientos hoteleros de España no controla el consumo energético, pese a que este gasto supone el segundo en importancia, detrás del de personal, al que tienen que hacer frente.

El IDAE llegó a esa conclusión después de realizar a finales del año 2000 una encuesta en 153 establecimientos hoteleros de más de 50 habitaciones en toda España, que sirvió de base para la elaboración de la guía. De acuerdo a esa encuesta, las demandas energéticas fundamentales de los hoteles son tres: térmica (calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, cocina), que representa entre un 25% y un 35% de todos los consumos; iluminación, que absorbe el 55% del gasto eléctrico en los hoteles del interior frente al 39% de los costeros; y mecánica (electrodomésticos, bombas, etc), que también consume electricidad. Otros datos reflejados en el estudio son que los hoteles de la costa consumen un 40% más

### La iniciativa de la Fundación Entorno

Desde hace un par de años, la Fundación Entorno viene reforzando los programas de mejoras ambientales en instalaciones hoteleras, que empezó a desarrollar en septiembre de 1999 para la Secretaría General de Turismo. La primera fase del proyecto supuso la puesta en marcha de una experiencia piloto con 16 hoteles y apartamentos turísticos y la elaboración de materiales de formación, guías prácticas y documentación de apoyo. Posteriormente, el programa fue rediseñado para que los hoteles que se sumaran a la iniciativa —más de 160 el año pasado— pudieran ser acreditados con el Sistema de Gestión Ambiental en Instalaciones Hoteleras según el Reglamento europeo EMAS.

que los del interior, y los de lujo mucho más que los modestos. Así, mientras que el consumo medio por habitación en un hotel de 4 ó 5 estrellas es de 6.150 kWh/año, en los de 1 ó 2 estrellas baja a los 1.610 kWh/año.

Pero la guía no se queda sólo en los datos. También ofrece recomendaciones para lograr rebajar esos consumos. Una de ellas es incorporar sistemas de gestión técnica, entre los que se incluyen la automatización del encendido y apagado de luz, así como de la calefacción y aire acondicionado, mediante detectores en forma de tarjeta/llave, que indican cuándo una habitación está ocupada o no. Estos sistemas pueden suponer un ahorro del gasto térmico o eléctrico de entre un 10 y un 20%. Si a este sistema se une otro más complejo de control integral del edificio, el ahorro puede elevarse hasta el 40%.

El informe Ahorro de Energía en el Sector Hotelero ofrece, asimismo, numerosas pistas para ahorrar agua (el propio recurso y el combustible para calentarla), calefacción y refrigeración. Conscientes de que las condiciones de sol son distintas de unas regiones a otras, los análisis y las curvas de rentabilidad de las distintas opciones propuestas —cogeneración, energías renovables y medidas de ahorro— se hacen por áreas geográficas. La financiación por terceros (FPT) ofrecida por el IDAE, que adelanta la inversión en las nuevas instalaciones, o la línea de ayudas a la energía solar térmica —hasta 330,33 euros/m<sup>2</sup>—, son fórmulas que facilitan y acortan los periodos de retorno de esas inversiones.



La incorporación de sistemas de generación de energía basados en las fuentes renovables, además de permitir importantes ahorros económicos en los establecimientos hoteleros, contribuye a mejorar su imagen ante los clientes.

### Ventajas de incorporar sistemas solares térmicos

La situación geográfica que ocupa España hace que la instalación de estos sistemas en los hoteles sea especialmente recomendable. Además, sus aplicaciones ya no se limitan a la producción de agua caliente. Con las últimas tecnologías disponibles también pueden generar electricidad y cubrir otras necesidades, como el aire acondicionado. Estas son algunas de las ventajas de incorporar estos sistemas

Permiten conocer el precio de obtención de energía de antemano por toda la vida útil de la instalación.

No producen ruidos ni olores, y son seguras.

Son fáciles de acoplar a los sistemas existentes.

Mejoran el prestigio del establecimiento turístico y se pueden ampliar y modificar fácilmente en caso de variar las necesidades de consumo.

Se complementan con cualquier otra fuente de energía (gas natural, gasoil, bomba de calor).

Más información:

IDAE. Tel: 91 456 49 00

[www.idae.es](http://www.idae.es)



# Feria de las Energías Renovables y Tecnologías del Agua

DEL 25 AL 27 DE ABRIL  
Actos Paralelos

Jornadas Técnicas sobre  
**ENERGÍAS RENOVABLES Y  
TECNOLOGÍAS DEL AGUA**

premios  
**RICARDO CARMONA**

Colaboran:



\*Programa de la UE para la promoción del  
uso de Fuentes de Energías Renovables\*



UNIÓN EUROPEA



JUNTA DE ANDALUCÍA

Con el objetivo de reconocer y potenciar la investigación científica, la divulgación de los avances técnicos y las iniciativas empresariales vinculadas a las energías renovables y a las tecnologías del agua.

Los premios presentan tres modalidades dotados con un total de **12.000€**:

Mejor trabajo científico:

**6.000€**

Mejor artículo de divulgación:

**3.000€**

Mejor iniciativa empresarial:

**3.000€**

Organiza:

**Cámara**

**Almería**

PARA MÁS INFORMACIÓN: Cámara de Comercio de Almería  
Rosa Maravillas Jiménez Ramos • C/ Conde Ofalia, 22, Entlo. 04001 ALMERIA

Tlf.: 950 23 44 33 • Fax: 950 34 48 96

e-mail: [industria@camaralmeria.com](mailto:industria@camaralmeria.com)

[www.fenergia-agua.com](http://www.fenergia-agua.com)



# ■ Cuatro historias para cuatro instalaciones fotovoltaicas

Hemos buscado el reflejo del sol en los paneles fotovoltaicos para contar brevemente las historias que hicieron posible su instalación. Desde convicciones ecológicas a perspectivas de negocio, todo cabe a la hora de decidirse por la energía solar.



Amba, taberna La Felipa, en Móstoles, con un tejado fotovoltaico que está conectado a red desde el pasado mes de diciembre. A la derecha, instalación que ha hecho en su casa José María Alonso.



pensar que estamos hablando de inversiones considerables que, en el caso de una instalación 'llave en mano' de 5 kW, viene a ser de unos 40.000 euros".

## Motivaciones variadas

¿Qué se le pasa por la cabeza a alguien que decide un día conectarse al sol? "Muchos llaman —comenta Rafa Montes— porque tienen una cierta sensibilidad por los problemas ambientales y deciden montar una instalación solar como una forma de comprometerse, de aportar soluciones. Otras personas llaman porque tienen dinero y lo saben manejar; es indudable que montar una instalación de este tipo para verter la energía a la red es una buena inversión, comparada con la bolsa o los bancos, por ejemplo".

Juan Carlos Ramírez es de los primeros. Secretario general del sindicato UGT en Aranjuez (Madrid), sus convicciones ecológicas fueron determinantes para que hoy, la terraza de la sede sindical esté llena de paneles. En 1999 se pusieron en contacto con Rafa y se animaron a hacer la instalación antes incluso de que hubiera salido el Real Decreto que regula la conexión a red, de septiembre de 2000. Desde mediados de 2001 están cobrando por la energía producida.

La instalación tiene una potencia de 5,76 kWp, que equivale a una potencia nominal de 5 kW, la máxima permitida para cobrar la prima más grande posible, que es de 66 pts por kWh producido. Con instalaciones de potencia superior a 5 kW la prima se reduce

**N**os recibe Rafa Montes, de la empresa Solartec, en su nueva tienda de Madrid. Son ya muchos años instalando energías renovables y conoce bien los planteamientos que hacen los posibles clientes para informarse sobre las condiciones y precios de una instalación fotovoltaica. Desde ese preciso momento de la llamada inicial hasta que las células fotovoltaicas producen electricidad y se cobra por ello puede pasar mucho tiempo. No menos de seis meses que es lo que, por término medio, viene a tardar la compañía eléctrica en conectar la instalación a la red. La obra propiamente dicha —una instalación de 5 kW de

potencia, por ejemplo—, se concluye aproximadamente en un mes.

Para hacer este reportaje nos hemos acercado a tres instalaciones que ya están concluidas. Dos de ellas ya cobran la electricidad que producen los paneles; la otra puede recibir la conexión en cualquier momento. Y una cuarta está esperando conseguir las subvenciones que la comunidad autónoma —en estos casos la de Madrid— o el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) prevén para la solar fotovoltaica. Porque, en principio, muy pocas personas se lanzan a la aventura de esta energía renovable si no es con ayudas por delante. Para Rafa Montes "es una postura lógica; hay que





Tejado de la sede del sindicato UGT en la localidad madrileña de Aranjuez. La instalación fotovoltaica tiene una potencia nominal de 5 kW.



a 36 ptas por kWh. El precio de una instalación como la de la sede de UGT en Aranjuez, "llave en mano", es decir, desde que el cliente la solicita hasta que empieza a cobrar, es de unos 40.000 euros. Pero en este caso, la subvención alcanzó hasta un 69% del coste total, lo que permitirá amortizar la obra en cuatro años y medio, aproximadamente. Para eso es fundamental que el sol salga cada mañana por el horizonte; los cálculos de insolación que manejan los expertos para la zona centro de España hablan de unos 1.300-1.500 kWh al año por cada kWpico instalado, lo que supone unos ingresos en torno a los 2.900 euros anuales. De la subvención conseguida depende ahora el periodo de recuperación de los fondos propios invertidos.

Según Rafa Montes "deberían dar menos dinero por subvención, pero más subvenciones, para que las ayudas alcancen a más personas. Muchas de ellas superan el 70% de la instalación total, mientras montones de proyectos se quedan cada año sin un duro".

### Una taberna con sabor natural

Blas Pedro es el dueño de la taberna La Felipa, en Móstoles (Madrid). Como él mismo nos cuenta "es un lugar de comida sana, natural, y ese gusto por lo natural también quiso que se plasmara en un tejado solar". La idea original de Blas Pedro era montar paneles fotovoltaicos para autoabastecerse, pero el instalador le quitó las ganas porque, allí donde existe posibilidad de conectarse a red, sale mucho más rentable que diseñar una instalación aislada. Y las baterías —imprescindibles para almacenar la energía de los consumidores autónomos— no son precisamente muy ecológicas.

La instalación de Móstoles es muy similar a la anterior y está conectada a red desde

el pasado mes de octubre. "En estos meses del invierno se ha rentabilizado menos de lo que esperaba, en gran medida porque tuvimos que inclinar los paneles menos de lo conveniente para que no rompiera en exceso el diseño de la taberna —comenta Blas Pedro—. Además, tratamos de evitar que los reflejos del sol molestarán a los vecinos de los edificios cercanos; pero esa menor inclinación será más interesante en verano, cuando el sol esté más alto". Entre caña y caña, Blas Pedro ha respondido a muchas preguntas que le hacen vecinos y clientes sobre el ingenio fotovoltaico que tiene en el tejado.

Un caso distinto a los anteriores es el de José María Alonso. En octubre de 2001 concluyó la instalación de 4,8 kWp en el tejado de su casa, en la localidad madrileña de Boadilla del Monte. Son paneles de Atersa y la obra ha costado 34.800 euros que con una subvención del 70% se quedan en mucho menos. Pero José María Alonso lleva medio año compuesto y sin novia; vamos, que a la compañía eléctrica parece que le cuesta llegar al altar. "Es lo que peor se lleva, ver que tu instalación ya podría estar generando energía limpia y ahí está, empantanada. Creo que hay una burocracia excesiva en todo esto y que deberían ponérselo mucho más fácil a la gente", dice José María Alonso. También él cree en lo ecológico, hasta el punto de que, cuando construyó su casa, hace ya 18 años, le dio al tejado la inclinación apropiada para que un día pudiese montar paneles fotovoltaicos. "Aunque la tenga, estas cosas no deben hacerse sólo pensando en la rentabilidad, se requiere un cierto romanticismo".

### Todo en manos del instalador

Después de tener la idea hay que hacer un proyecto, diseñarlo, tramitar subvenciones,

hacer la instalación y gestionar la conexión a red con la compañía eléctrica. Son muchas cosas distintas. Pero, en principio, de todas se ocupa el instalador. Incluso de la asistencia técnica posterior. Según Rafa Montes "es muy raro que pueda haber problemas con los paneles solares, que tienen una garantía de 20 años; el inversor, que transforma la corriente continua en corriente alterna, es la parte más delicada pero, en todo caso, son equipos más robustos que cualquier electrodoméstico".

El tema de la asistencia post-venta es un aspecto clave para Juan Antonio Castro, presidente de su comunidad de vecinos en San Sebastián de los Reyes (Madrid). Para Juan Antonio, las renovables también tienen mucho de vocacional. La prueba es que colabora con Trust, una empresa dedicada a la financiación de proyectos que aportan también un valor añadido desde el punto de vista social y ambiental. "Se puede ser ético y ganar dinero", suele decir. Con ciertas dosis de persuasión, ese es el mensaje que trata de compartir con sus 156 vecinos para convencerles de las ventajas de una instalación fotovoltaica de 5,76 kWp en la terraza. "De momento hemos tramitado las subvenciones y si nos las conceden pediremos un préstamo al banco que se devolvería a cuenta de la producción de electricidad vertida a la red. Tiene que ser así porque si hubiera que pedir dinero a los vecinos el proyecto no saldría adelante de ningún modo". Dos sugerencias más: "que haya financiación puente, desde que se paga la instalación hasta que la compañía eléctrica empieza a pagar por la electricidad producida, y que todos los instaladores aseguren servicios de mantenimiento". Pues ahí quedan.

### Más información:

Solartec

Mejilla, 49 B. 28005 Madrid

Tel. y Fax: 91 517 90 25. Móvil: 608 71 33 70

ecosistemas@solartec.org

www.solartec.org



# IV. La energía del mar



Los océanos son capaces de suministrar ingentes cantidades de energía. Ya hay instalaciones que aprovechan este recurso para generar electricidad, aunque la mayoría de las centrales tienen, de momento, carácter experimental.

Tres tipos de fenómenos, todos ellos derivados en última instancia de la acción del sol y la luna sobre nuestro planeta, pueden ser aprovechados para obtener energía del mar: las mareas, las olas y las diferencias de temperatura (gradientes térmicos) de las masas de agua.

## Centrales maremotrices

Las subidas y bajadas del mar, que tienen su origen —principalmente— en la atracción gravitatoria que ejerce la luna sobre la Tierra, constituyen un enorme recurso de producción de energía eléctrica. Los expertos calculan que las mareas podrían aportar unos 635.000 GW/h (gigavatios/hora) anuales, equivalentes a unos 1.045.000.000 barriles de petróleo ó 392.000.000 toneladas de carbón al año. Pero los lugares adecuados para instalar centrales maremotrices son escasos ya que, para que funcionen eficazmente, deben estar situadas en la desembocadura de un río donde las mareas sean muy amplias (5 metros por lo menos). Además, hay que construir un dique de cierre y disponer de una red eléctrica en las cercanías que supla la intermitencia de la producción dependiente del horario de las mareas.

El honor de poseer las mareas más altas del mundo recae en la Bahía de Fundy, en Canadá, donde se pueden alcanzar diferen-

cias de hasta 18 metros. Otra región de grandes mareas es el estuario del río Rance (Canal de la Mancha, Francia), donde la diferencia entre pleamar y bajamar es de 8,5 metros, aunque puede llegar a los 13,5 metros durante las mareas de equinoccio. La primera central maremotriz del mundo se instaló en este lugar, en 1966. Es también la más importante, con una potencia total de 240 MW. En China, 8 centrales, con una capacidad total de 6210 kilovatios, explotan también la energía maremotriz. Canadá cuenta con otra de estas instalaciones, de 20 MW. Rusia, el Reino Unido, Australia, Corea y Argentina son otros países con proyectos en marcha.

## ■ Funcionamiento

Los antecesores de las actuales centrales hidroeléctricas de energía maremotriz fueron los llamados molinos de marea, empleados para moler trigo en las costas europeas desde el siglo XII. Aunque desde entonces han surgido diferentes tipos de sistemas para aprovechar esta energía, su mecanismo básico de funcionamiento es similar al de aquellos lejanos molinos: almacenan el agua durante la fase ascendente de la marea y la liberan cuando la marea desciende. Para ello, en el estuario se construyen diques capaces de contener un gran volumen de agua, y se instalan compuertas para que quede retenida durante las

altas mareas. Estas se abren durante las bajas mareas, dando paso a un salto de agua que hace girar la turbina, y esta el alternador.

En otros casos, la electricidad se genera tanto en la subida como en el descenso de las mareas. Para ello, es necesario que existan pares de depósitos o embalses conectados y a distinta altura, llenando el superior cada vez que sube la mar mientras el otro se mantiene vacío evacuando el agua en bajamar. En el intervalo de tiempo que transcurre entre los dos movimientos, el agua se envía a través de una turbina del depósito lleno al vacío, manteniendo de esta manera la continuidad en la producción de energía. En cualquier caso, las tecnologías para aprovechar la energía maremotriz son aún incipientes y necesitan de un mayor desarrollo tecnológico.

## Centrales de oleaje

El continuo movimiento de las aguas generado por el vaivén de las olas es también una fuente de energía renovable con un importante potencial. Según diversos estudios científicos, suponen un recurso que podría rondar los 2 teravatios (TW) de potencia. A partir de 1945, Japón ya se interesó por la construcción de este tipo de centrales, aunque la primera planta de estas características no se instaló hasta agosto de 1995. Estaba ubicada en el norte de Escocia, llevaba el nombre de Ocean Swell Powered Renewable Energy (OSPREE) y tenía una potencia de 2 MW. Sólo estuvo operativa un mes. Dañada por el oleaje, la central fue destruida un mes más tarde por la cola del ciclón Félix.





A la derecha, imagen de la central maremotriz enclavada en La Rance (Francia). Abajo, prototipo desarrollado para la investigación.

En Noruega, en las escarpadas costas de Kvaerner, hay una pequeña central que sí lleva varios años operativa y sin problemas de funcionamiento. De mayores dimensiones es la planta situada en la isla escocesa de Islay, considerada como la primera central de oleaje no experimental conectada a la red eléctrica en el mundo. Tiene una potencia nominal de 500 kW, capaz de proveer de electricidad a 400 hogares, y está operativa desde hace dos años.

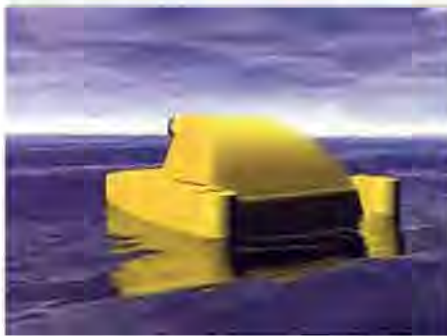
#### ■ Funcionamiento

La energía cinética contenida en el movimiento de las olas puede transformarse en electricidad de distintas formas. Las oscilaciones en la altura del agua pueden hacer subir y bajar un pistón dentro de un cilindro, moviendo con ello un generador de electricidad. Otra posibilidad es que el movimiento de las olas produzca un desplazamiento del aire en el interior de un cilindro. El aire busca la salida y va a dar a una turbina que, girando, activa un generador. Cuando la ola se retira del recinto, el cilindro reabsorbe el aire que había ascendido, y el movimiento del aire hacia abajo vuelve a mover la turbina.

Ceflot, una empresa española radicada en Barcelona, ha ideado otro sistema, que parte de una idea completamente nueva: una central flotante formada por módulos que se ensamblan entre sí y capaz de albergar cuantos generadores se deseen (ver Energías Renovables nº 4). Sus diseñadores dicen haber resuelto, además, otro de los problemas a los que se enfrenta este tipo de tecnología: la necesidad de operar tanto con olas pequeñas como de resistir los golpes de las olas grandes cuando hay tempestad. Pero hay muchos otros diseños de centrales de oleaje patentados. Según las cifras del World Energy Council, más de 1.000, aunque muchos de ellos entrañan bastantes dificultades para ser llevados a la práctica.

#### Centrales maremotérmicas

Transformar en electricidad la energía térmica de los mares exige una tecnología de otro tipo. Las plantas que buscan explotar este recurso se basan en las diferencias de temperatura, o gradiente térmico, que existe entre las capas más superficiales de agua – más cálidas– y las más profundas –más frías–. Estas variaciones pueden llegar a superar los 20°C en aguas tropicales y subtropicales, con una distancia entre capas no superior a los 1.000 metros, lo que convierte a estas zonas en las idóneas para el aprovechamiento de esta fuente de energía natural. Además, en los océanos la diferencia de temperaturas no depende de factores como el clima o el momen-



to del día, por lo que las centrales de energía maremotérmica podrían producir electricidad durante 24 horas al día y 365 días al año.

#### ■ Funcionamiento

Esa diferencia de temperatura entre las aguas superficiales y las profundas puede accionar un motor térmico, de acuerdo con el principio de las bombas de calor, que trabajan de la siguiente manera: a través de un evaporador, un fluido pasa del estado líquido al estado gaseoso pero absorbiendo un poco de calor ambiente. Luego, el vapor recupera su estado líquido en un condensador, despidiendo calor en el proceso. El problema es que este sistema exige turbinas de gran tamaño.

El Laboratorio de Energía Natural de Hawái, que alberga la única planta maremotérmica existente en el mundo, se ha convertido en el principal centro de investigación de esta tecnología que, según los investigadores, brinda la posibilidad de suministrar a futuras ciudades flotantes electricidad, aire acondicionado y agua dulce, mientras que las aguas frías, no contaminadas y ricas en nutrientes, que se elevarían de las profundidades, permitirían criar peces, mariscos y algas comestibles.

#### Problemas ambientales

Hasta el momento, el aprovechamiento de las grandes reservas energéticas que suponen los océanos ha venido frenado por la falta de desarrollo tecnológico y por el alto coste que supone la implantación de estos sistemas. Pese a todo, los expertos confían en que los problemas técnicos y económicos se superen en



#### ■ Otras investigaciones

En Estados Unidos se están llevando a cabo investigaciones para aprovechar otro de los recursos energéticos que proporcionan los océanos, derivado de las diferencias que se establecen entre el potencial eléctrico de los sedimentos del fondo marino y el potencial del agua salada que le rodea. Este sistema, basado en la conversión de energía química en energía eléctrica, podría servir como suministro de electricidad por tiempo indefinido a los instrumentos empleados para monitorizar las corrientes oceánicas y la temperatura del agua. Una labor que, entre otras cosas, sirve para conocer las variaciones climáticas y la situación de los recursos y ecosistemas marinos.

los próximos años. No obstante, hay otro problema: el impacto ecológico que puede suponer la construcción de las centrales. Por un lado, sobre el paisaje, dada la magnitud de las estructuras que precisan estas plantas; por otro, el daño que pueden causar en la flora y la fauna de las áreas costeras o de los estuarios en los que se levanta la central, y que podrían afectar, sobre todo, a las aves migratorias y a los peces.

En consecuencia, el aprovechamiento del agua de los mares como recurso energético natural implica tener en cuenta esos impactos y tomar las medidas adecuadas para minimizarlos. Los impulsores de estas tecnologías aseguran que ellos son los primeros interesados en que sus centrales contribuyan a fomentar el desarrollo sostenible y, por tanto, su diseño está condicionado a que no dañen los ecosistemas en que se ubican.



# ■ Andalucía

Con este Directorio de Empresas queremos dar a conocer todas las empresas que trabajan en energías renovables, para que los potenciales clientes sepan a quién acudir. Si tu empresa no está incluida háznoslo saber. También puedes efectuar búsquedas específicas –por provincias y por sectores de actividad– en el Directorio de Empresas de la página web. Las que aparecen bajo el epígrafe de Energías renovables trabajan con distintas fuentes

## ■ CONSEJERÍA DE TRABAJO E INDUSTRIA DE ANDALUCÍA

Avda. República Argentina, 25  
41011 Sevilla  
Tel. 95 455 84 11/51 00

## ■ SOCIEDAD PARA EL DESARROLLO ENERGÉTICO DE ANDALUCÍA. SODEAN

Isaac Newton, s/n. Isla de la Cartuja  
41092 Sevilla  
Tel: 95 446 09 66. Fax: 95 446 06 28.  
planificacion@sodean.es  
www.sodean.es

### Almería

#### Energías renovables

■ **Geohábitat**  
Plaza de la Iglesia, 12  
04738 Vícar  
Almería  
Tel: 950 55 33 66/30 21  
info@geohabitat.es  
www.geohabitat.es



#### Eólica

■ **Indalo eólica**  
Calle Nueva, 49  
04140 Carboneras  
Almería  
Tel: 950 13 02 00/670 55 99 67.  
Fax: 950 13 02 00  
info@indalo-eolica.com  
www.indalo-eolica.com

#### Solar térmica y fotovoltaica

■ **Climasol**  
Crta. de Torrecárdenas, 47  
04230 Huerca de Almería  
Almería  
Tel: 950 14 41 00  
Fax: 950 14 23 59



■ **Climatic**  
Arquitecto Guillermo Langle, 9 B  
04006 Almería  
Tel: 950 22 89 97  
jacc@wanadoo.es

■ **Ecosol Poniente**  
Avda. de Canarias, 122  
04738 Vicar  
Almería  
Tel: 950 55 53 28  
Fax: 950 55 53 28

■ **Energía Solar Almería**  
Carretera de Granada, 266  
04008 Almería  
Tel: 950 24 13 41  
Fax: 950 24 13 41  
enersola@larural.es

■ **Martin Stegmann**  
El Campillo de Doña Francisca  
04118 San José  
Almería  
Tel: 950 52 52 85  
Fax: 950 52 52 85  
stegmann@larural.es

■ **Sistemas de Racionalización de Energía Nueva, 47**  
04140 Carboneras  
Almería  
Tel: 950 13 02 00  
Fax: 950 13 02 00

### Cádiz

#### Energías renovables

■ **Eolosol**  
Pol. Ind. Poniente C/  
Bulgaria Módulo 1.8  
11011 Cádiz  
Tel: 956 20 13 41. Fax: 956 20 06 56  
eolosol@eolosol.com  
www.eolosol.com



■ **Termo, Instalaciones Solares**  
Avenida de Andalucía, 4  
11100 San Fernando  
Cádiz  
Tel: 956 80 06 85. Fax: 956 80 08 75  
termo.sol@teleline.es  
www.usuarios.tripod.es/termo/termo.htm

#### Eólica

■ **Tarifa Solutions C.B.**  
La Chanca, 1 B  
11380 Tarifa  
Cádiz  
Tel: 956 68 20 70. Fax: 956 68 20 70  
bmaya@terra.es



■ **Wind Ibérica**  
Batalla del Salado, 45  
11380 - Tarifa  
Cádiz  
Tel: 956 68 47 72. Fax: 956 684 693  
informacion@windiberica.com  
www.windiberica.com

#### Solar fotovoltaica

■ **Michael Berhendt**  
Solosol  
Amargura, 204  
11510 Puerto Real  
Cádiz  
Tel: 956 564 083  
Fax: 956 564 280





## Solar térmica

■ Eduardo Mellado Alcalá  
Padre Lerchundi, 98  
11550 Chipiona  
Cádiz  
Tel: 607 88 53 69  
Fax: 956 37 50 00  
melladoalcala@hotmail.com



■ Fontanería Relinque  
Rodríguez Valcalcer, 6  
11160 Barbate  
Cádiz  
Tel: 956 43 35 67  
Fax: 956 43 35 67

■ Instalaciones Albarracín  
La Fuente, 17  
11670 El Bosque  
Cádiz  
Tel: 956 71 61 55. Fax: 956 71 64 50  
instalba@airtel.net

■ Proinstelec  
Cooperativa, 1 - Local 3  
11007 Cádiz  
Tel: 956 28 04 26. Fax: 956 28 04 26  
davidam@arrakis.es

## Solar térmica y fotovoltaica

■ Alsol  
Camino del Águila,  
29  
11500 Puerto de  
Santa María  
Cádiz  
Tel: 956 85 87 83. Móvil: 610 34 04 25  
alsol2000@terra.es



## Córdoba

## Biomasa

■ Ciatesa  
Avda. de las Camachas, s/n  
14550 Montilla  
Córdoba  
Tel: 957 65 23 11  
Fax: 957 65 22 12  
ciatesa@ciatesa.es  
www.ciatesa.es



■ Consultores Agroindustriales  
Fernando de Córdoba, 5, 3º-1.  
14008 Córdoba  
Tel: 957 49 17 07  
Fax: 957 47 75 44



## Energías renovables

■ Ecointegral Ingeniería  
Escritora Gloria Fuertes,  
12-1ª  
14004 Córdoba  
Tel: 957 76 12 13  
Fax: 957 76 12 02  
info@ecointegral.com  
www.ecointegral.com



■ Iniciativas Energéticas del Sur  
Manuel de la Haba Zurito, 11  
14005 Córdoba  
Tel: 957 76 11 06  
Fax: 957 76 11 06  
jamirez@inersur.com  
www.inersur.com

■ Solar del Valle  
Federico García Lorca, 1  
14400 Pozoblanco  
Córdoba  
Tel: 957 77 17 20  
Fax: 957 77 17 20  
solvalle@teleline.es www.solvalle.es

## Solar fotovoltaica

■ Atersa Córdoba  
Escritor Rafael Pavón, 3  
14007 Córdoba  
Tel: 957 26 35 85. Fax: 957 26 53 08  
atersacordoba@atersa.com  
www.atersa.com



## Solar térmica y fotovoltaica

■ Equiposol  
Virgen de las  
Angustias, 11-13  
14006 Córdoba  
Tel: 95 727 24 58. Fax: 95 727 71 05



## Granada

## Energías renovables

■ Ferrosol Energías Alternativas  
Ctra. de Granada, 1  
18800 Baza  
Granada  
Tel: 958 860380. Fax: 958 70 16 79  
ferrosol.sl@terra.es



## Huelva

## Energías renovables

■ Anfer, C. de B.  
Santiago Apostol, 20  
21002 Huelva  
Tel: 959 25 62 59. Fax: 959 28 51 99  
anferval@nexo.es



## Jaén

■ Agencia de Gestión Energética de la  
Provincia de Jaén  
Polígono Industrial El Cornicabral. Apdo.  
88  
23280 Boas de Segura  
Jaén  
Tel: 953 42 51 25. Fax: 953 45 84 40  
agener@swin.net  
www.swin.net/org/agener

## Energías renovables

■ Solar Jienense  
Ctra. la Guardia. Subida  
Cerro de las Canteras, 4º  
Acceso 23002 Jaén  
Tel: 953 23 94 20. Fax: 953 23 94 20  
solarj@tinn.net



**■ CONFERENCIA SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES EN BRATISLAVA**

■ La capital de Eslovaquia acoge los días 16 y 17 de mayo un encuentro titulado "Central European Energy Efficiency and Renewable Energy Sources Conference – CEEERES". Su objetivo es fomentar la cooperación en Europa, y en especial entre los países del área, en el desarrollo de las energías renovables y la eficiencia energética. El certamen podrá seguirse en inglés.



Más información:

Energy Centre Bratislava  
Bajkalská 27. 821 01 Bratislava, Slovakia  
tel: +421-2-58 248 472  
fax: +421-2-58 2448 470  
www.ecb.sk

**■ 1ST WORLD WIND ENERGY CONFERENCE AND EXHIBITION**

■ La 1ª Conferencia y Exhibición Mundial sobre Energía Eólica tendrá lugar en Berlín (Alemania), del 4 al 8 de julio de 2002. Está promovida por la Asociación Mundial de Energía Eólica y apoyada por numerosas organizaciones nacionales e internacionales. Los temas que serán tratados durante esos cuatro días y los formularios de suscripción pueden consultarse en la web de los organizadores.



Más información:

WIP-Munich  
Tel: +49 89 720 12 35  
Fax: +49 89 720 12 91  
E-mail: wip@wip-munich.de  
www.wip-munich.de  
www.world-wind-conference.org

**■ CURSO DEL CIEMAT SOBRE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

■ El Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas-CIEMAT organiza del 3 al 14 de junio un curso de 62 horas de duración dirigido a estudiantes y postgraduados recientes centrado en la energía solar FV. En el se abordarán los fundamentos de la conversión fotovoltaica, incluyendo el grado de desarrollo tecnológico de los distintos tipos de células solares, módulos y componentes de una instalación. Incluye métodos de diseño y dimensionado de sistemas fotovoltaicos. Durante las sesiones se realiza un análisis de competitividad económica y medioambiental.



El plazo de inscripción finaliza 15 días antes de la fecha de comienzo del curso. La cuota, de 630 euros, incluye documentación y comida. Para estudiantes y postgraduados recientes se concederá un número limitado de cuotas reducidas. (315 euros).

Más información:

Unidad de Formación. CIEMAT.  
Ana García Triviño: (ana.trivino@ciemat.es).  
María Goded: (m.goded@ciemat.es).  
Avda Complutense, 22. 28040 -MADRID  
Tfno.: 91 346 67 21 - 91 346 64 86  
Fax: 91 346 62 97

**■ BIOCONSTRUCCIÓN 2002, SALÓN DEL HÁBITAT SOSTENIBLE, SANO Y ECOLÓGICO**

■ El Salón de la Bioconstrucción, que se celebra en el Palau Sant Jordi de Barcelona del 3 al 6 de mayo, pretende ser un punto de encuentro de todos los profesionales, fabricantes y usuarios que, conscientes del impacto medioambiental de la forma convencional de construir, estén interesados en promover el desarrollo sostenible en el sector. Así, los stands de la feria serán escaparates donde se den a conocer los productos catalogados dentro de la construcción ecológica y donde se produzca un intercambio de información enriquecedor para todos los participantes. El salón está organizado por la asociación Gea y la empresa Vaper.



Más información:

Marcia Klingelfus  
Trafalgar 6. 1º 13º. 08010 Barcelona  
Tel: 932 687 840  
Fax: 933 152 607  
E-mail: bioconstruccion@wol.es  
www.gea-es.org

**■ XI CONGRESO IBÉRICO – VI CONGRESO IBEROAMERICANO DE ENERGÍA SOLAR**

■ Se desarrollará del 29 de septiembre al 2 de octubre en la ciudad portuguesa de Vilamoura (Algarve). Está organizado por la Sociedade Portuguesa Energia Solar (SPES) y EST/Universidade do Algarve (UA), con el apoyo de la Asociación Española de Energía Solar (AEDES) y la International Solar Energy Society (ISES). El certamen, que contará con una muestra paralela de tecnología, ofrecerá amplia información sobre las diferentes fuentes de energías renovables y sus aplicaciones, la construcción bioclimática, política energética y comercialización, etc. Está abierto a la participación de empresas, fabricantes, instaladores y organizaciones, tanto públicas como privadas.



Más información:

Secretariado do Congresso 2002  
SPES, Campus do INETI - Edifício M1  
Estrada do Paço do Lumiar, 22. 1649-038 Lisboa  
Tel: +351.217166903  
Fax: +351.217157269  
e-mail: congresso2002@spes.pt

**■ ENCUENTRO SOLAR 2002**

■ El Encuentro Solar es una oportunidad para conocer de cerca los avances relacionados con las energías renovables y, especialmente, de la energía solar. Un espacio donde expertos, aficionados, curiosos y estudiantes puedan compartir sus conocimientos e inquietudes desde una perspectiva práctica, para contribuir al desarrollo de las diferentes posibilidades de la energía solar en el ámbito doméstico y de la cooperación.



Así, los asistentes tendrán la oportunidad de comprobar desde el funcionamiento de una cocina solar, a conocer las posibilidades de la energía solar aplicada la construcción de viviendas, junto con el ahorro y confort que se consigue con esta tecnología constructiva, o ver in situ vehículos que permiten reducir la contaminación de nuestras ciudades.

El Encuentro Solar, que este año celebra su tercera edición, tendrá lugar los días 21, 22 y 23 de Junio del 2002 en Benicarló (Castellón), organizado por Fundació Terra, CENSOLAR y un comité de expertos.

Más información:

Fundació TERRA  
Tel: 93 601 16 36  
E-mail: info@terra.org  
www.terra.org

**■ TOTAL ENERGY 2002**

■ Todas las personas interesadas en conocer la actualidad en torno al sector eléctrico tienen una excelente oportunidad en el II Congreso Internacional de Energía Eléctrica. Está organizado por IIR y se celebra en Madrid los días 9, 10 y 11 de abril. Contará con la participación de los máximos responsables de REE, RTE y REN y otros 38 expertos, que analizarán los temas más candentes relacionados con el sector: liberalización del mercado minorista, nuevo plan energético, mercado ibérico de la electricidad, interconexiones Francia-España, nuevo sistema tarifario...



Más información:

Montserrat Peña. Tel: 91 700 49 39  
E-mail: mpena@iirspain.com  
www.iir.es/info/congresos.asp



**iberese**

## **PROYECTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA**

- **COGENERACIÓN**
- **CENTRALES TÉRMICAS**
  - BIOMASA
  - RESIDUOS
  - CICLOS COMBINADOS
- **ENERGÍAS RENOVABLES**
  - EÓLICA
  - SOLAR

## **SERVICIOS OFRECIDOS**

- **INSTALACIONES "LLAVE EN MANO"**
- **INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE OBRA**
- **GESTIÓN ENERGÉTICA**



Fibera de Axpe, 26 - 2º  
40950 ERANDIO (VIZCAYA) SPAIN  
Tel- (34) 94 480 47 57  
Fax- (34) 94 463 52 89  
e-mail:iberese@iberese.com  
<http://www.iberese.com>



Esta es la parte más importante de nuestro servicio

Jordi Torres  
ECOTÈCNIA Barcelona

**En ECOTÈCNIA la fiabilidad empieza en el equipo humano**

**Más de 20 años fabricando aerogeneradores.** Ofrecemos soluciones personalizadas, desde la adaptación de nuestras máquinas a cada terreno hasta el mantenimiento de los parques eólicos.

**Con resultados sorprendentes.** La continuidad de un gran equipo de profesionales nos ha permitido desarrollar una tecnología propia que evoluciona día a día y está entre las más fiables del mercado.

**ECOTÈCNIA siempre responde:** en capacidad tecnológica, en garantías, en disponibilidad y en atención permanente. Para que sus proyectos sean realmente rentables.

**También tenemos una respuesta a sus necesidades:  
Llámenos al 932 257 600 o visite [www.ecotecnia.com](http://www.ecotecnia.com)**

**ecotècnia**